

Universidad Católica de Santa María

“IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA”

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

Escuela Profesional de Medicina Humana



**Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección
en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional**

Honorio Delgado - Arequipa 2017

Tesis presentada por la Bachiller:

SARAH GABRIELA FERNÁNDEZ SUÁREZ

Para optar por el Título Profesional de

Médico Cirujano

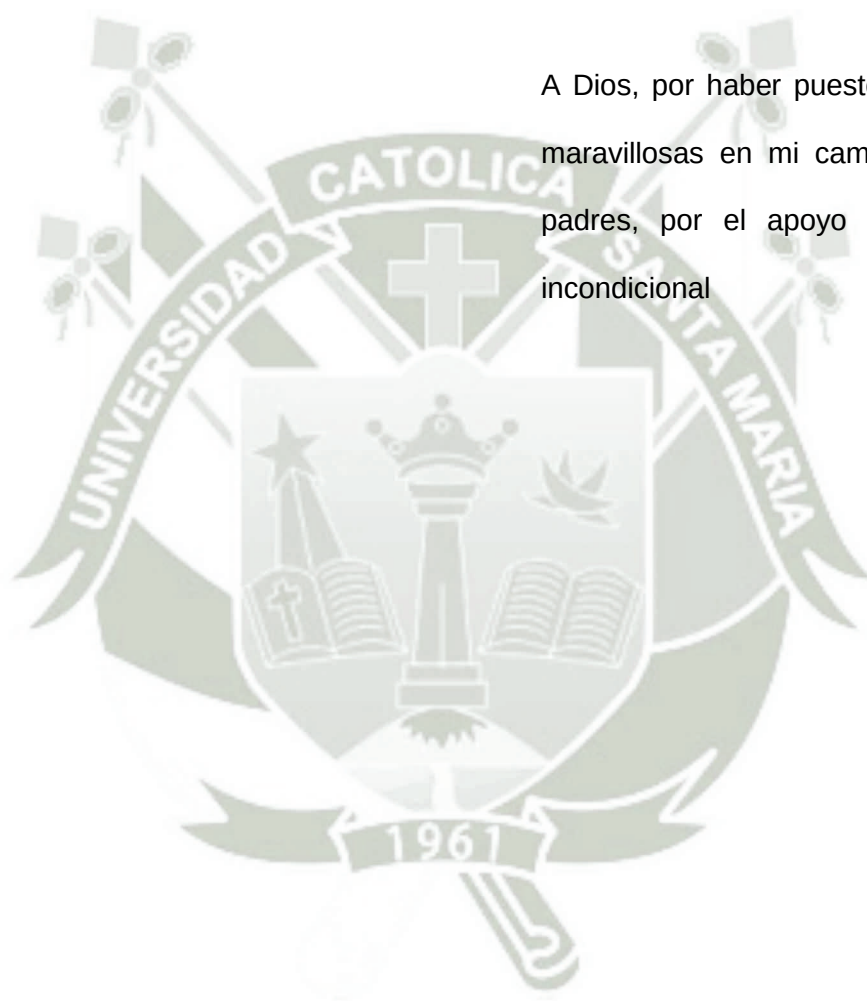
Asesor: Dr Ricardo Juárez Zevallos

Arequipa - Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios, por haber puesto personas
maravillosas en mi camino. A mis
padres, por el apoyo y el amor
incondicional

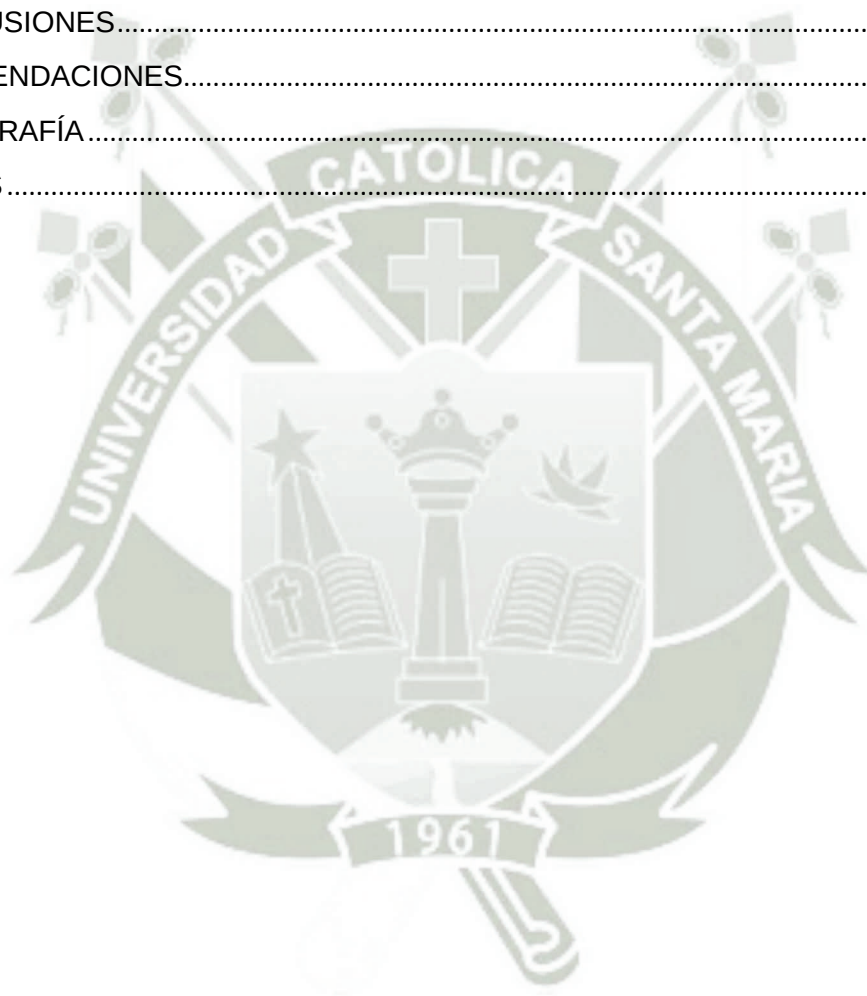


AGRADECIMIENTOS

- A queridos mis padres, Fernando y Gladys, por el amor, las enseñanzas, por ser quienes me guiaron a lo largo de este camino
- A la Universidad Católica de Santa María, por la excelente formación académica y personal.
- A mi asesor Dr. Ricardo Juárez por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto.
- A mis Jurados Dr. Juan José de los Ríos Álvarez, Dra. Noemí del Castillo Solórzano y Dra. Águeda Muñoz del Carpio Toia, por los conocimientos brindados y por el apoyo incondicional y su buen humor.
- Al Dr. Mauro Sayritupa Flores, quien me brindó el apoyo para realizar este proyecto.
- A mis primas, Inelda Fernández y Carmela Mejía, por su comprensión y confianza
- Finalmente, a todas las personas que me ayudaron a la realización de este proyecto.

INDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
CAPITULO II RESULTADOS	9
CAPITULO III DISCUSIÓN Y COMENTARIOS	20
DISCUSION Y COMENTARIOS	21
CAPITULO IV CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	25
CONCLUSIONES.....	26
RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS	33



RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con el **Objetivo** de Determinar la efectividad del Ozono como método de desinfección en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado, así mismo se buscó determinar la carga microbiológica del aire en los diferentes ambientes del servicio de Neonatología (Recién Nacidos A, Atención Inmediata del Recién Nacido, Unidad de cuidados intensivos de Neonatología (UCIN), Tópico y Recién Nacidos B) medida en UFC/m³ antes y después de la aplicación de Ozono. **Materiales y Métodos:** Se tomaron muestras de aire de cada ambiente del Servicio de Neonatología, antes y después de la aplicación de Ozono el cual se administró durante 30 minutos. Las muestras se tomaron mediante el equipo SAS (Surface Air System) y las placas Petri se llevaron a incubación durante 24 horas. Posteriormente se realizó el conteo bajo placa contabilizándose Mesófilos Aerobios Totales, Coliformes Totales, Escherichia coli y otras bacterias Gram negativas. Una vez obtenidos los resultados en una matriz de sistematización de datos se procedió al análisis e interpretación de los mismos mediante pruebas estadísticas. **Resultados:** Se encontró un promedio de Mesófilos Aerobios Totales de 1082 UFC/m³ de aire, 0 UFC/m³ de Coliformes Totales y E. coli; 46 UFC/m³ como promedio de otras bacterias Gram negativas. El área de Atención Inmediata del Recién Nacido es el área con mayor cantidad de Mesófilos Aerobios Totales. El promedio de UFC/m³ de aire luego de la aplicación de Ozono es de 122 para Mesófilos Aerobios Totales y de 4 para otras bacterias Gram negativas. **Conclusiones:** Se demostró la efectividad del Ozono como método de desinfección logrando la disminución de la carga bacteriana del aire después de su aplicación; el promedio del porcentaje de disminución de Mesófilos Aerobios Totales fue de 88.7% ($p < 0.05$) y 91.3% para otras bacterias Gram negativas ($p < 0.05$)

Palabras Clave: Ozono, Desinfectante, Surface Air System, Unidad Formadora de Colonias, Mesófilos Aerobios

ABSTRACT

The present research was developed with the **Objective** of determining the effectiveness of ozone as a method of disinfection in environments of the Neonatology Service at the Hospital Regional Honorio Delgado, and sought to determine the microbiological load of air in the different environments of the service. Neonatology (Newborns A, Immediate Care of the Newborn, Neonatology Intensive Care Unit (NICU), Topic and Newborns B) measured in CFU / m³ before and after the application of Ozone. **Materials and Methods:** Air samples were taken from each environment of the Neonatal Service, before and after the application of Ozone which was administered during 30 minutes. Samples were taken by the SAS equipment (Surface Air System) and the Petri dishes were incubated for 24 hours. Sub counts were then counted under plaque, counting Total Aerobic Mesophiles, Total Coliforms, *Escherichia coli* and other Gram negative bacteria. Once the results were obtained in a data systematization matrix, the data were analyzed and interpreted using statistical tests. **Results:** Total Aerobic Mesophylls of 1082 CFU / m³ air, 0 CFU / m³ of Total Coliforms and *Escherichia coli* were found; 46 CFU / m³ as an average of other Gram negative bacteria. The area of Immediate Attention of the Newborn is the area with greater quantity of Total Aerobic Mesófilos. The average UFC / m³ of air after the application of Ozone is 122 for Total Aerobic Mesophiles and 4 for other Gram negative bacteria. **Conclusions:** The effectiveness of ozone as a disinfection method was demonstrated, reducing the bacterial load in the air after its application; The average percentage of decrease of Total Aerobic Mesophiles was 88.7% ($p < 0.05$) and 91.3% for other Gram negative bacteria ($p < 0.05$)

Keywords: Ozone, Disinfectant, Surface Air System, Colony Forming Unit, Aerobic Mesophiles

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemorables, el hombre ha sabido dar un uso adecuado a ciertas sustancias para evitar que los alimentos se echen a perder; también ha aprovechado los efectos del calor para conservar alimentos sin que entren en estado de putrefacción.

En el siglo XVII Leeuwenhoek es quien descubre un mundo de microorganismos en una gota de agua, descubriendo las bacterias quienes causaban la acidificación, fermentación, putrefacción y otros procesos químicos y enzimáticos en la descomposición orgánica.

Con el paso de los años se han ido descubriendo nuevas sustancias y compuestos que tienen efecto antimicrobiano. Así mismo han surgido procedimientos como la esterilización y la desinfección que actualmente tienen un rol vital en la medicina.

En el siglo VII el Ozono fue descubierto gracias al químico Martinus Van Marum y años después fue utilizado para el tratamiento de aguas, actualmente el Ozono es utilizado en todo tipo de ambientes y en diferentes áreas incluyendo la medicina. Gracias a su acción bactericida, es capaz de destruir las bacterias que se encuentran en el aire, destruyendo un gran porcentaje de ellas.

Los hospitales son lugares que ofrecen atención médica, lugares donde se realizan investigaciones y se imparte enseñanza, es así que al estar en contacto con los pacientes portadores de ciertos microorganismos, los ambientes del hospital adquieren a dichos microorganismos continuando con la cadena y reinfectando a los mismos pacientes o provocando infecciones en pacientes hospitalizados en los diferentes servicios del hospital.

Mediante esta investigación se busca determinar la efectividad del Ozono como método de desinfección de aire en ambientes en los que es necesario mantener la cantidad mínima posible de microorganismos para así evitar las infecciones

nosocomiales. El estudio resulta factible dado que se cuenta con el material necesario para la recolección de muestras y para el análisis de las mismas; así mismo el estudio aportará información para el personal que labora en estos ambientes y servirá como base para la elaboración de investigaciones posteriores las cuales logren establecer una garantía en cuanto a la calidad microbiológica no solo de estos ambientes a tratar sino del hospital en general.





**CAPITULO I:
MATERIALES Y MÉTODOS**

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

1.1.1. TÉCNICA: Observación Experimentada

1.1.2. INSTRUMENTOS: ficha de recolección de datos, Surface Air System (SAS), Equipo de Ozono.

1.1.3. MATERIALES:

1.1.3.1. Material de laboratorio

- Agar nutritivo
- Agar Chromocult
- Frascos de vidrio pírrex de 250 ml
- Balanza electrónica de 0,1 gramos
- Placas Petri descartables
- Guantes estériles
- Bolsas estériles
- Barbijo
- Gorro
- Botas descartables
- Alcohol al 99%
- Gasas estériles
- Lupa
- Lámpara
- Agua destilada
- Mechero
- Mandil

1.1.3.2. Equipos y maquinaria

- Incubadora 37° C

- SAS (Surface Air System)
- Equipo de ozono
- Autoclave

1.1.3.3. Otros materiales:

- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Computadora
- Calculadora
- Lapiceros
- Tijeras
- Plumón indeleble
- Extensión eléctrica

2. Campo de verificación

1.2.1. Ubicación espacial

Instalaciones del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado - Arequipa

1.2.2. Ubicación temporal

Enero- Marzo 2017.

1.2.3. Unidades de estudio

1.2.3.1. Universo: Ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza (UCIN – Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología, Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Atención Inmediata del Recién Nacido)

1.2.3.2. Tamaño de la Muestra: aire extraído mediante el equipo SAS de los diferentes ambientes ya mencionados

1.2.3.3. Procedimiento de muestreo: Muestreo por conveniencia: se realizó dos tomas de muestra dentro de los ambientes ya descritos; antes y después de la aplicación de Ozono.

3. Estrategia de recolección de datos

1.3.1. Organización

Se solicitó el permiso correspondiente al Hospital Regional Honorio Delgado para la realización del proyecto de investigación, una vez obtenido el permiso se realizó la coordinación con el jefe del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado para poder acceder a las instalaciones del Servicio, acordando una fecha y hora.

Se tomaron dos muestras en los ambientes del Servicio (UCIN – Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología, Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Atención Inmediata del Recién Nacido, Tópico). Una muestra previa a la aplicación de Ozono y otra después de su aplicación.

Una vez recolectadas las muestras mediante el equipo SAS, se incubaron para su posterior lectura.

Obtenidos los resultados se realizó el análisis e interpretación de los mismos mediante pruebas estadísticas

1.3.2. Recursos

1.3.2.1. Humanos

- Investigadora
- Asesor
- Personal especialista en laboratorio

1.3.2.2. Materiales

- Agar nutritivo
- Agar Chromocult
- Frascos de vidrio pírex de 250 ml

- Balanza electrónica de escala 0,1 gramos
- Placas Petri descartables
- Guantes estériles
- Bolsas estériles
- Barbijo
- Gorro
- Botas descartables
- Alcohol al 99%
- Gasas estériles
- Lupa
- Lámpara
- Agua destilada
- Mechero
- Mandil
- Incubadora 37° C
- SAS (Surface Air System)
- Equipo de ozono: Ozono Vida®
- Autoclave
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Computadora
- Calculadora
- Lapiceros
- Tijeras
- Plumón indeleble
- Extensión eléctrica

1.3.2.3. Financieros

1.3.2.3.1. Autofinanciado

1.3.3. Validación de los instrumentos

No se requiere validación del instrumento

1.3.4. Criterios o estrategia para el manejo de resultados

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el uso de cuadros de análisis de varianza y pruebas estadísticas como T de Student para muestras emparejadas, aplicadas mediante el programa IBM SPSS Statistics.22.0

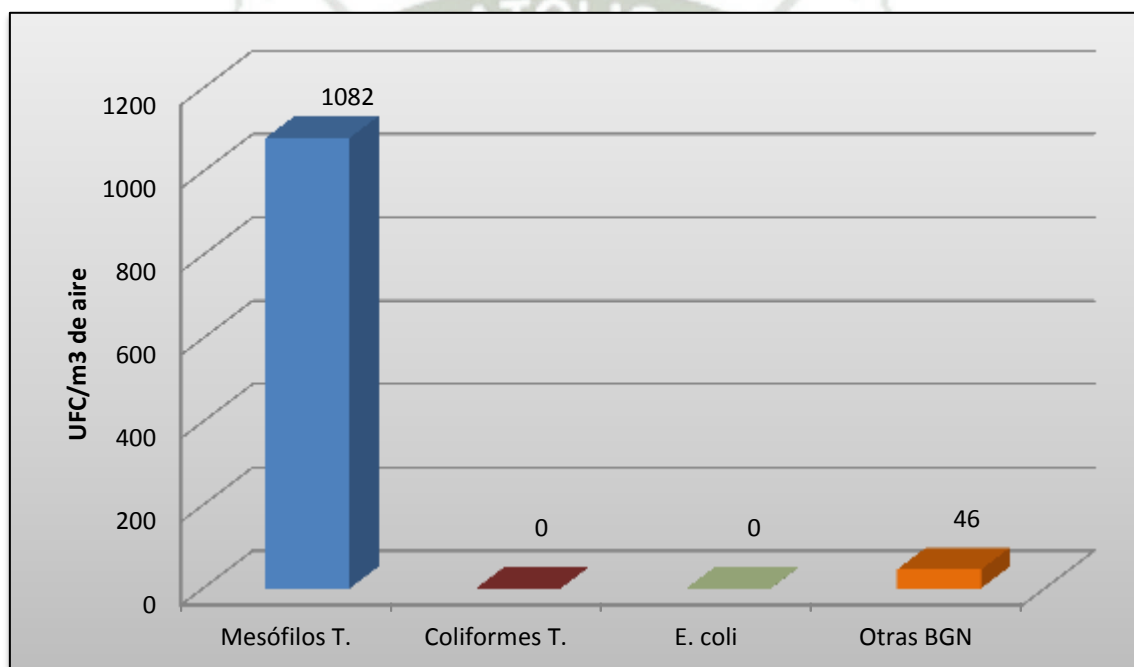




“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 1

PROMEDIO TOTAL DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO, ANTES DE LA
APLICACIÓN DE OZONO

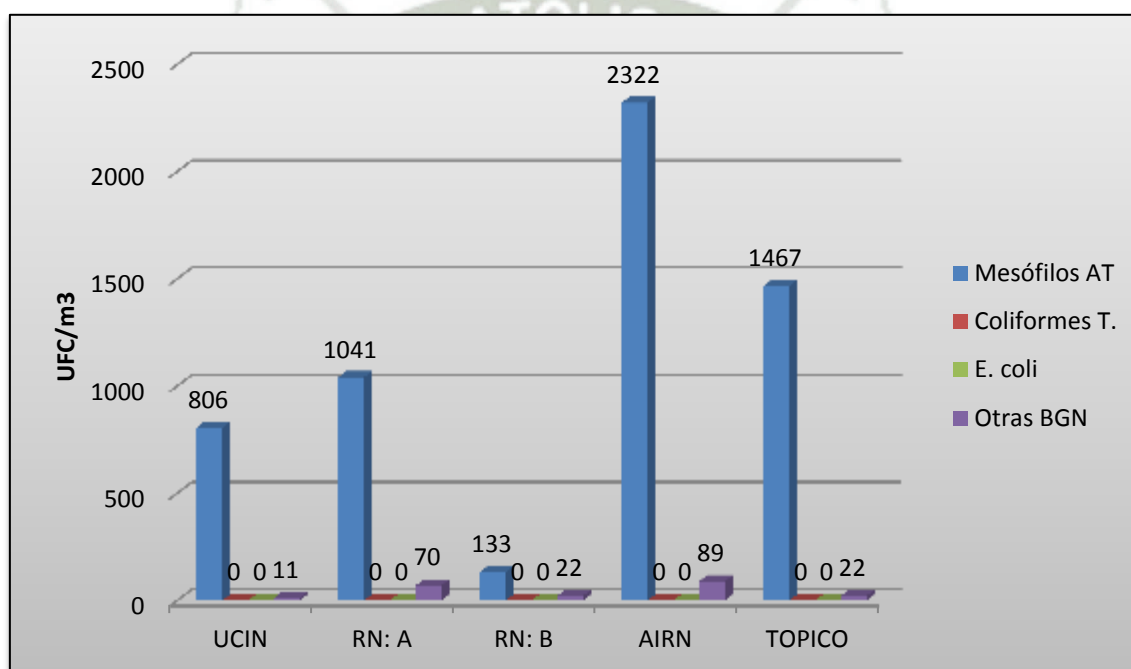


En el Gráfico Nro 1, se muestran los promedios de Mesófilos Aerobios Totales de todos los ambientes muestreados que corresponde a 1082 UFC/m³ de aire, Coliformes totales y *Escherichia coli* con un promedio de 0 (ambas) y con un promedio de 46 UFC/m³ de aire para otras bacterias Gram negativas (Otras BGN).

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 2

RECuento de UFC/M³ DE AIRE EN DIFERENTES AMBIENTES DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES DE LA
APLICACIÓN DE OZONO

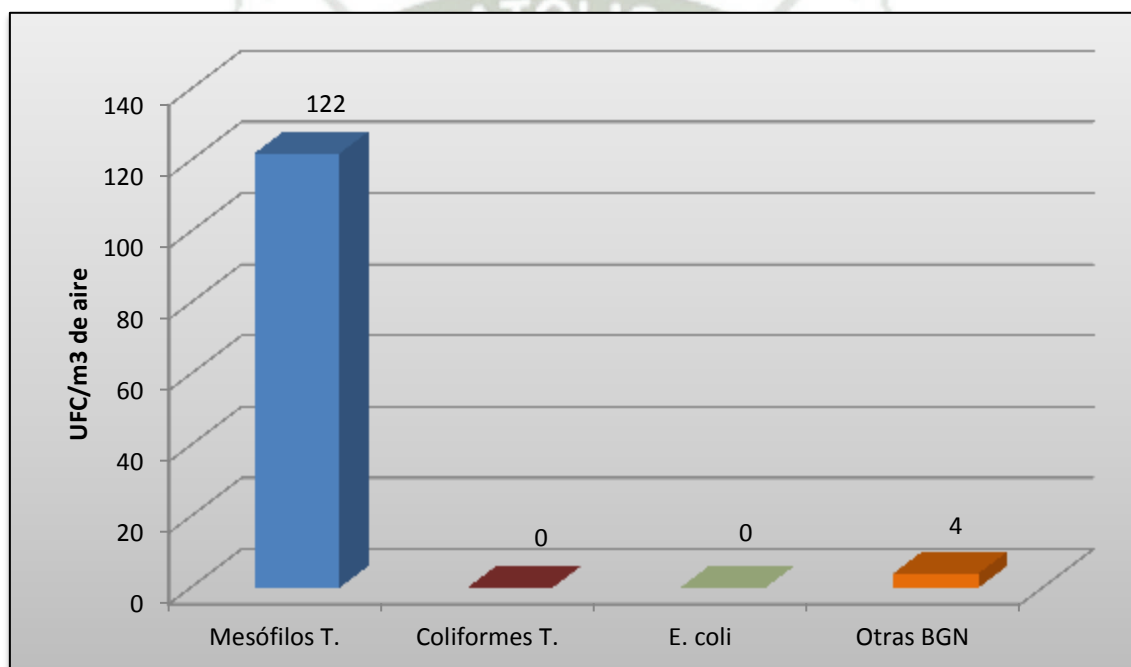


En gráfico Nro. 2 se muestran los valores de UFC/m³ de aire en los diferentes ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, en donde se observa que la cantidad de UFC/m³ de Mesófilos Aerobios Totales supera en gran cantidad a Otras bacterias Gram negativas y más aún a Coliformes Totales y *Escherichia coli*. Los ambientes con mayor cantidad de Mesófilos Aerobios Totales fueron Atención Inmediata del Recién Nacido (AIRN), Tópico y Recién Nacidos A. los ambientes con menor cantidad de Mesófilos Aerobios totales fueron Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) y Recién Nacidos B.

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 3

PROMEDIO TOTAL DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO, DESPUÉS DE
LA APLICACIÓN DE OZONO

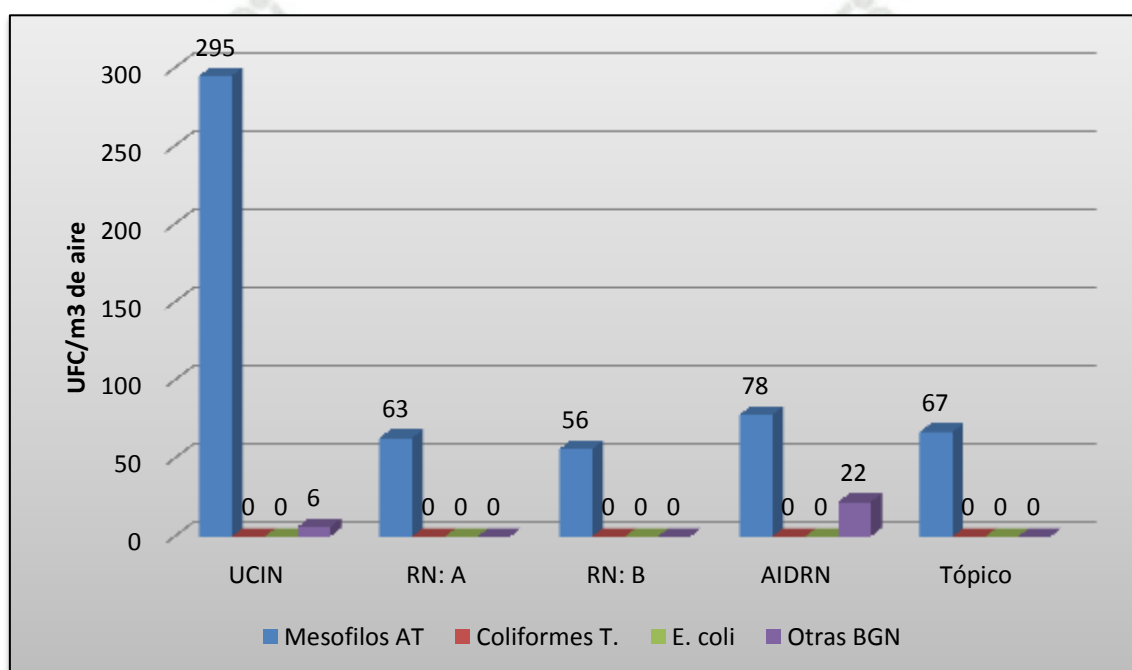


En el gráfico Nro. 3, se muestran los promedios de UFC/m³ de aire en los diferentes ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado después de la aplicación de Ozono, obteniéndose un promedio total de Mesófilos Aerobios Totales de 122 UFC/m³ de aire, Coliformes totales y *Escherichia coli* i con un promedio de 0 (ambas) y un promedio de 4 UFC/m³ de aire para otras bacterias Gram negativas (Otras BGN).

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 4

RECuento de UFC/M³ DE AIRE EN DIFERENTES AMBIENTES DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, DESPUÉS DE LA
APLICACIÓN DE OZONO

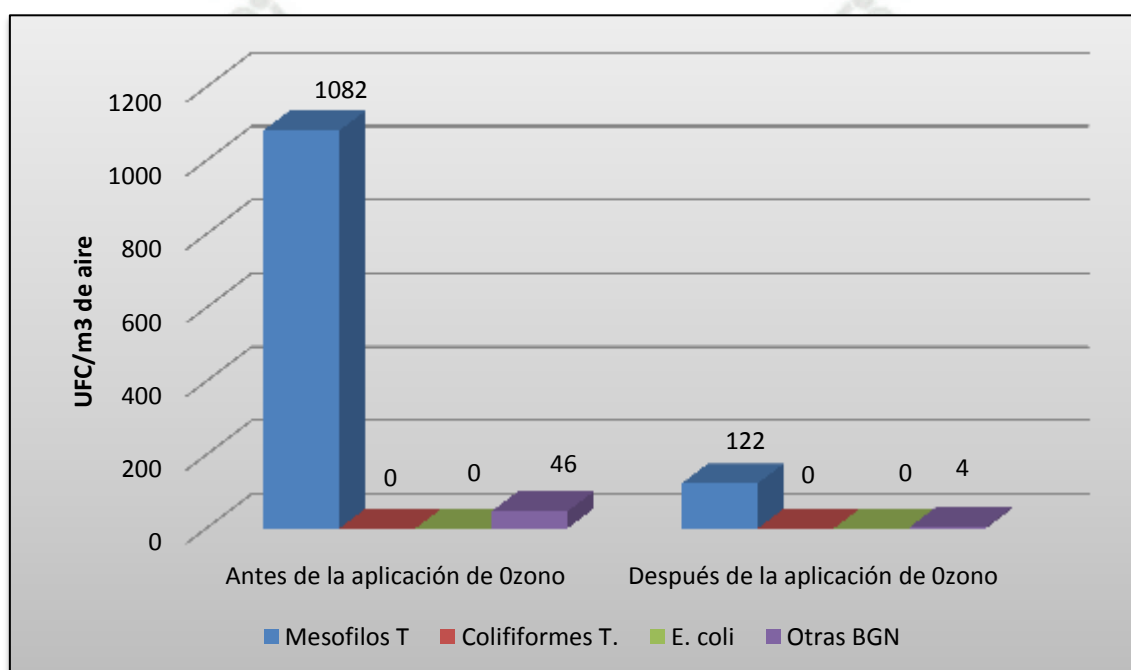


En el gráfico Nro. 4 se puede observar la cantidad de UFC/m³ en los diferentes ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado después de la aplicación de Ozono, observándose que la cantidad de Mesófilos Aerobios Totales va desde 56 hasta 295 UFC/m³, no se encontraron colonias de Coliformes Totales ni de *Escherichia coli*; así mismo se encontró que la cantidad de otras bacterias Gram negativas varía desde 0 hasta 22 UFC/m³.

**“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE
DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN
EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”**

GRAFICO NRO 5

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS TOTALES DE UFC/M3 DE AIRE EN
AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO
DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

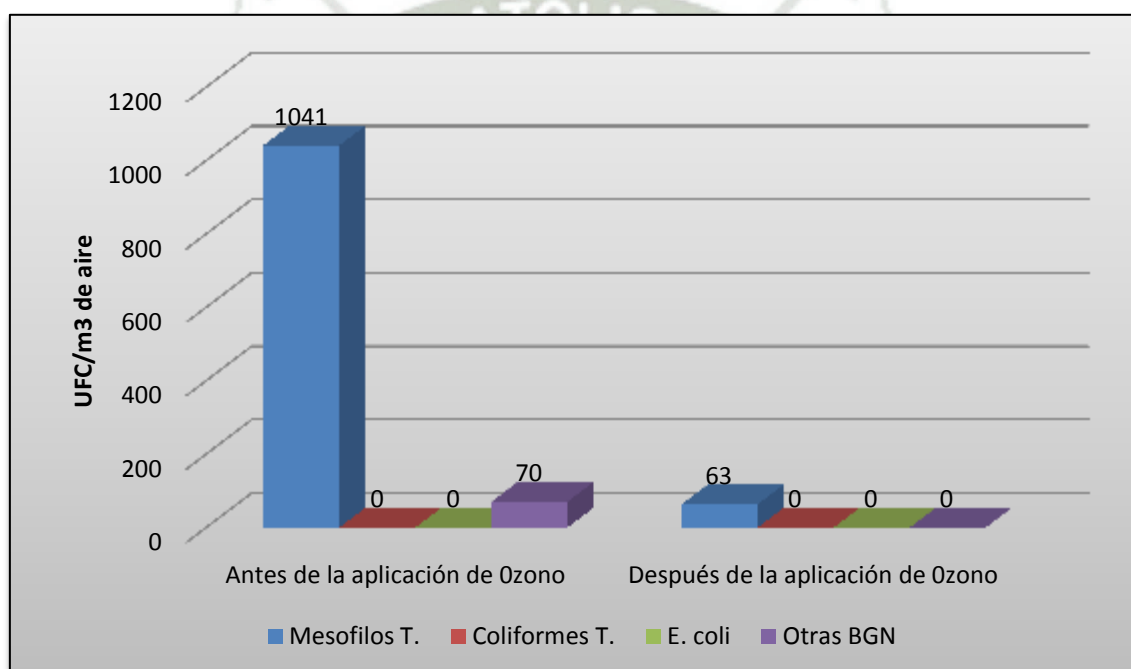


En el **Gráfico Nro. 5** se muestra la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire antes y después de la aplicación de Ozono, observándose una reducción de Mesófilos Aerobios Totales de 1082 a 122 UFC/m³, y una disminución de la cantidad de otras Bacterias Gram Negativas de 46 a 4 UFC/m³.

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 6

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DE
RECIÉN NACIDOS A, DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL
HONORIO DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

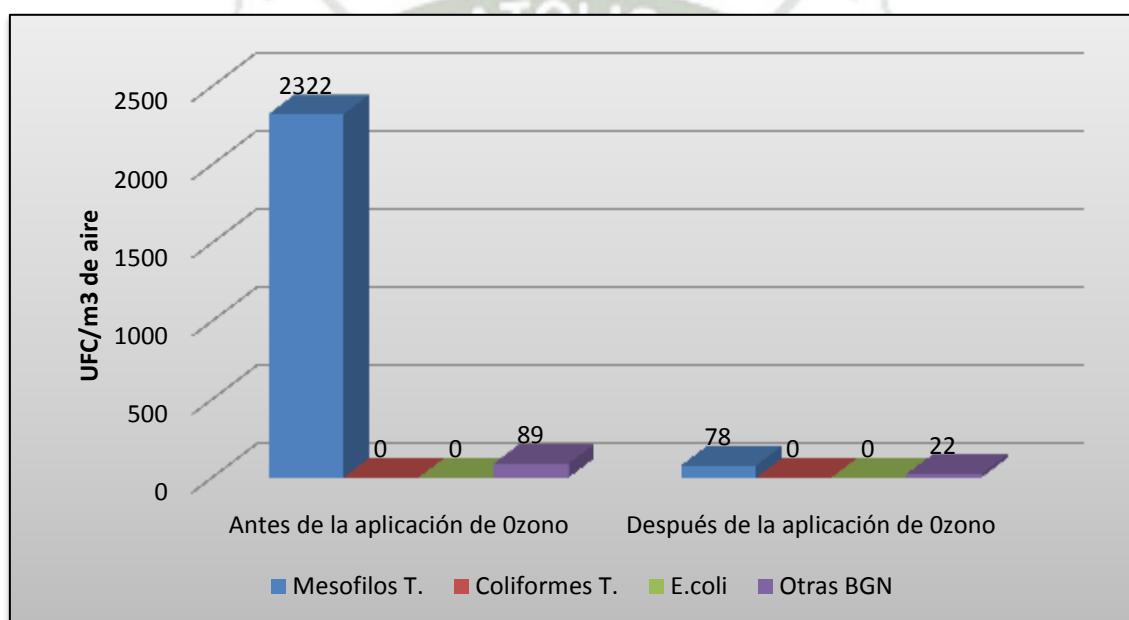


En el Gráfico Nro. 6, se observa la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos A antes y después de la aplicación de Ozono, observándose que existe una disminución de Mesófilos Aerobios Totales de 1041 a 63 UFC/m³, de igual manera la cantidad de colonias de otras Bacterias Gram Negativas disminuyó de 70 a 0 UFC/m³.

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 7

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE
ATENCIÓN INMEDIATA DEL RECIÉN NACIDO, DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE
LA APLICACIÓN DE OZONO

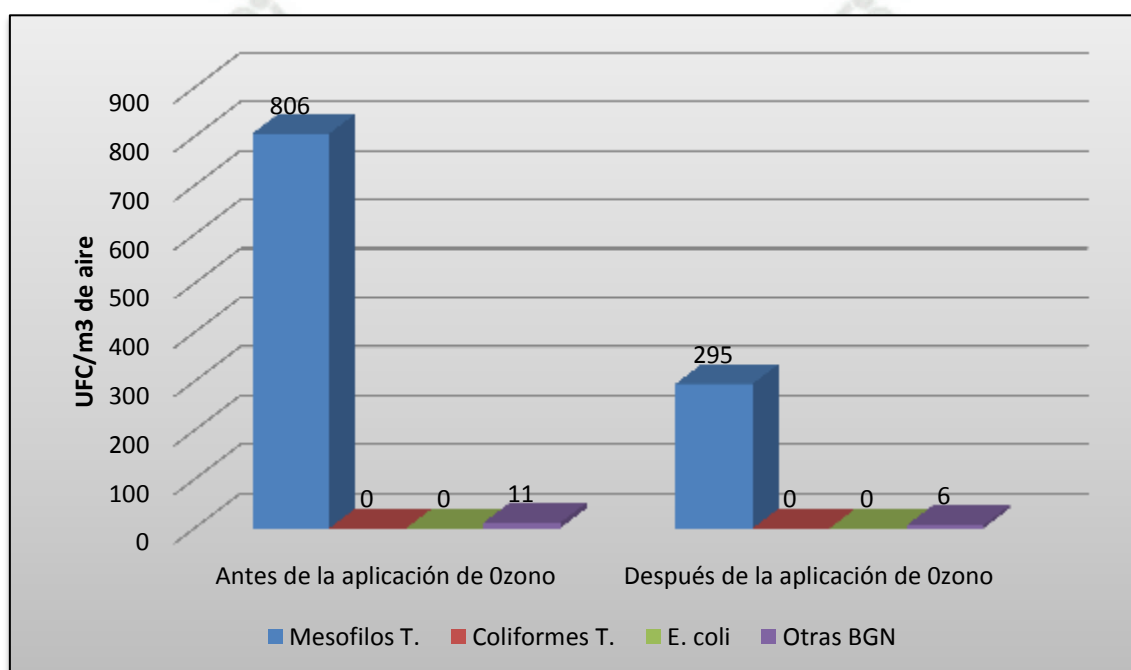


En el Gráfico Nro. 7, se observa la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del Recién Nacido antes y después de la aplicación de Ozono, observándose que existe una disminución de Mesófilos Aerobios Totales de 2322 a 78 UFC/m³, de igual manera la cantidad de colonias de otras Bacterias Gram Negativas disminuyó de 89 a 22 UFC/m³.

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”

GRAFICO NRO 8

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DE
UCIN, DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO,
ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

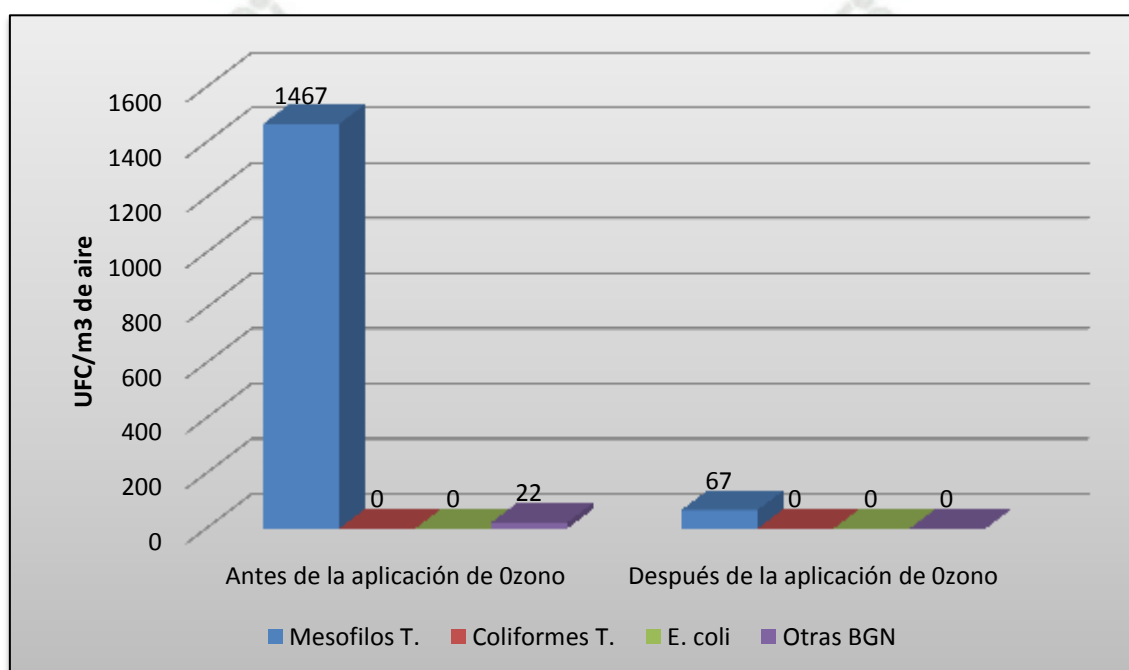


En el Gráfico Nro. 8, se observa la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire en el ambiente de Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología (UCIN) antes y después de la aplicación de Ozono, evidenciándose una disminución de las colonias de Mesófilos Aerobios Totales de 806 a 295 UFC/m³, así mismo se observó la variación en el número de colonias de otras bacterias Gram Negativas disminuyendo de 11 a 6 UFC/m³.

**“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE
DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN
EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”**

GRAFICO NRO 9

COMPARACIÓN DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE TÓPICO DEL
SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES Y
DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

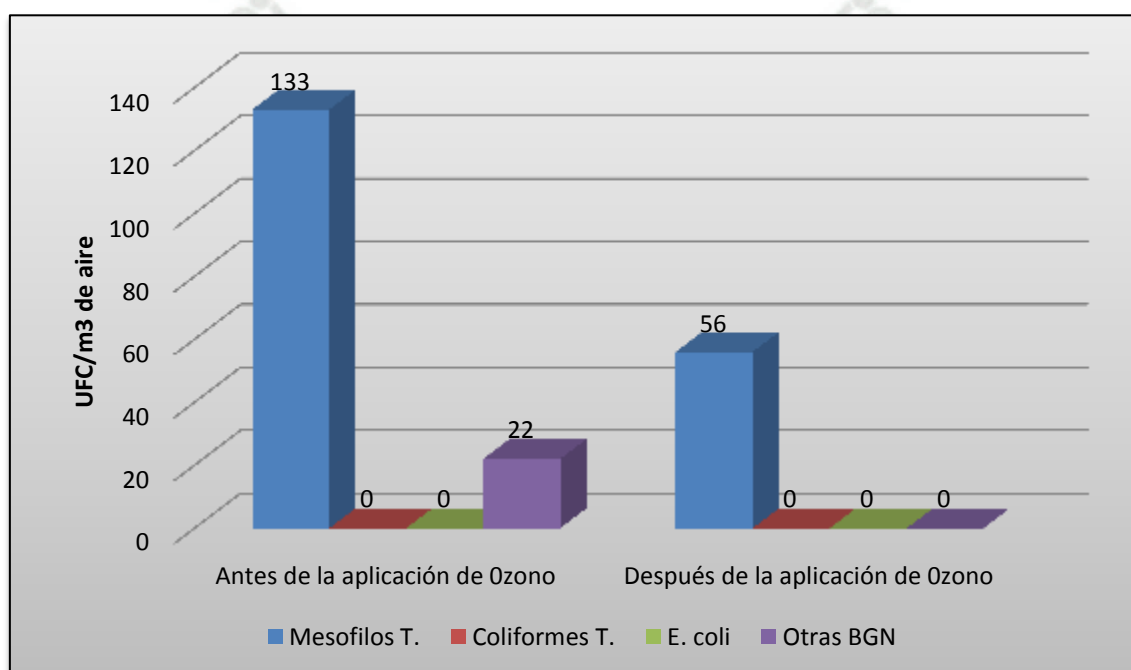


En el Gráfico Nro. 9, se observa la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico antes y después de la aplicación de Ozono, evidenciándose una disminución de las colonias de Mesófilos Aerobios Totales de 1467 a 67 UFC/m³, de las misma manera se demostró la variación en el número de colonias de otras bacterias Gram Negativas disminuyendo de 22 a 0 UFC/m³.

**“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL OZONO COMO MÉTODO DE
DESINFECCIÓN EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA EN
EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA 2017”**

GRAFICO NRO 10

COMPARACIÓN DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE RECIÉN NACIDOS B
DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES
Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO



En el Gráfico Nro. 10, se observa la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B antes y después de la aplicación de Ozono, evidenciándose una disminución de las colonias de Mesófilos Aerobios Totales de 133 a 56 UFC/m³, de la misma manera se demostró la variación en el número de colonias de otras bacterias Gram Negativas disminuyendo de 22 a 0 UFC/m³.



CAPITULO III
DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

DISCUSION Y COMENTARIOS

Los microorganismos presentes en el ambiente representan un peligro, ya que son factor importante para contraer enfermedades infecciosas, sobre todo en ambientes hospitalarios en donde, tanto los pacientes como el personal están expuestos.. Actualmente no existen niveles específicos de UFC/ m³ aceptado para este tipo de instituciones, pero existen algunos estudios que proporcionan cifras aproximadas.

Como se observa en el gráfico Nro. 1 el promedio de Mesófilos Aerobios Totales de todos los ambientes muestreados corresponde a 1082 UFC/m³. No se encontraron Coliformes Totales ni *Escherichia coli*, pero si se hallaron otras bacterias Gram negativas en un promedio de 46 UFC/m³. Al no encontrar Coliformes Totales ni *Escherichia coli* se puede concluir que los ambientes del Servicio se encuentran libres de contaminación por estas bacterias en el aire. Sin embargo existe una gran cantidad de UFC/m³ de Mesófilos Aerobios Totales y otras bacterias Gram Negativas.

Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación con las clasificaciones Internacionales establecidas para el estudio de áreas limpias de la Norma USP24 que establece un límite aceptado de 20 a 100 UFC/m³ en zonas menos críticas como ambientes donde se lleva a cabo la fabricación de medicamentos; el ambiente de Neonatología supera este límite llegando hasta 1082 UFC/m³ (28).

En el gráfico Nro 2 se evidencian los valores de UFC/m³ de aire en los diferentes ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado antes de la aplicación de Ozono, observando que los Mesófilos Aerobios Totales son el tipo de bacterias que predominan sobre los Coliformes Totales y *Escherichia coli*.

El área más contaminada con estas bacterias es el área de Atención Inmediata del Recién Nacido con 2322 UFC/m³, además presenta 89 UFC/m³ de otras bacterias Gram negativas, ambas cantidades sobrepasan los límites establecidos por la norma USP24 referida por Caorsi B, et al (28), así mismo el estudio realizado por Maldonado-Vega et al (29) menciona que dentro de los ambientes estudiados en su trabajo de

investigación, uno de los ambientes más contaminados fue terapia intensiva pediátrica con un promedio de 232 UFC/m³.

El segundo ambiente con mayor cantidad de Mesófilos Aerobios Totales fue Tópico de Neonatología, esto puede deberse a que es en esta área donde se lleva a cabo la limpieza y desinfección de materias y equipos usados en el Servicio de Neonatología.

En el gráfico Nro 3, se observan los promedios de UFC/m³ luego de la aplicación de Ozono, evidenciándose un promedio de Mesófilos Aerobios Totales de 122 UFC/m³, no se encontraron Coliformes Totales ni *Escherichia coli* y se encontraron 4 UFC/m³ para otras bacterias Gram negativas. Comparando esta cantidad con el límite permisible referida por Caorsi B, et al (28), el número de UFC/m³ se encuentra cerca del límite.

En el estudio realizado por Barrios J. (30), se indica que la cantidad aceptable de bacterias aerobias por m³ de aire en ambientes limpios es de 10 – 100 UFC/m³, niveles que se alcanzan en la mayoría de ambientes en el Servicio de Neonatología luego de la aplicación de Ozono, en el gráfico Nro 4 se puede observar que la cantidad de UFC/m³ tanto de Mesófilos Aerobios Totales como de otras bacterias Gram negativas ha disminuido luego de la aplicación de Ozono.

Sin embargo en el ambiente UCIN la cantidad de colonias encontradas aún sobrepasa el límite establecido esto puede deberse a que en esta área se tratan pacientes críticos que pueden ser la fuente de contaminación, al aplicar Ozono disminuye notablemente la cantidad de bacterias en el aire pero no erradicamos la fuente de contaminación.

En el cuadro Nro. 5 y Gráfico Nro. 5 se muestra la comparación de la cantidad de UFC/m³ de aire antes y después de la aplicación de Ozono, observándose una reducción de Mesófilos Aerobios Totales de 1082 a 122 UFC/m³, y una disminución de la cantidad de otras Bacterias Gram Negativas de 46 a 4 UFC/m³.

En el estudio realizado por Maldonado- Vega M, et al (29) . se encontró que el Hospital 1 (privado) tenía concentraciones de bacterias en general menores a 100 UFC/m³ y

el Hospital 2 (público) obtuvo concentraciones por arriba de 100 UFC/m³ llegando hasta 548 UFC/m³, haciendo una comparación con los resultados de este estudio son valores mucho más altos, ya que llegan a tener un promedio de 1082 UFC/m³.

Después de la aplicación de ozono el porcentaje de disminución fue de 93.9% para Mesófilos Totales y de 100% para otras bacterias Gram negativas. Según la prueba de T student para muestras emparejadas ($T= 3.836$), se muestra que el número de UFC/m³ antes y después de la aplicación de ozono presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Comparando los resultados obtenidos con el trabajo realizado por Cornejo R (27), en una planta de incubación se evidencia un mayor porcentaje de disminución en el presente trabajo de 88.7%, comparado con el de Cornejo R el cual presenta una disminución de 65.49% para Mesófilos Aerobios Totales.

En el ambiente de Recién Nacidos A se observó un porcentaje de disminución de 93.9% para Mesófilos Aerobios Totales, corroborado con la prueba estadística T de Student para muestras emparejadas (6.143) obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$); y una disminución de 100% para otras bacterias Gram negativas ($p < 0.05$).

En el ambiente de Atención Inmediata se evidenció un porcentaje de disminución de 96.6% de Mesófilos aerobios totales, la cual es un diferencia estadísticamente significativa ($T= 7.625$ y $p < 0.05$); así mismo se obtuvo un porcentaje de disminución de otras bacterias Gram negativas de 75.3% cuyos valores son estadísticamente significativo ($T=12.453$).

En el ambiente de Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología (UCIN) el porcentaje de disminución de UFC/m³ para Mesófilos aerobios totales fue de 95.4% ($T= 12,155$ y $p < 0.05$), así mismo se observó un porcentaje de disminución de otras bacterias Gram negativas de 100%, valor estadísticamente significativo ($T=15.119$ y $p < 0.05$).

En el área de Tópico se observan porcentajes de disminución de 95.4% y 100% para Mesófilos aerobios totales y otras bacterias Gram negativas respectivamente, cifras con valor estadístico significativo ($T=12.155$ y $p< 0.05$; $T= 15.119$ y $p< 0.05$ respectivamente)

En el ambiente de Recién Nacidos B, luego de la aplicación de ozono se observa una disminución de Mesófilos aerobios Totales de 57.4% ($T= 8.141$) y 100% para otras bacterias Gram negativas ($T= 6.611$), ambos con valor estadísticamente significativo ($p< 0.05$). El ambiente Recién Nacidos B es el que posee menor cantidad de colonias de Mesófilos Aerobios Totales y de otras bacterias Gram Negativas, no se encontraron colonias de Coliformes Totales ni E. coli, esto puede deberse a que dicho ambiente posee un área mayor que los demás, y posee ventanas que proporcionan mayor ventilación para el ambiente.

Con los resultados obtenidos y evidenciando la disminución del número de UFC/m³ de aire tanto de Mesófilos Aerobios Totales como de otras bacterias Gram Negativas en todos los ambientes estudiados, y teniendo diferencia estadísticamente significativa ($p< 0.05$), podemos concluir finalmente que el Ozono ejerce un efecto bactericida, y cumpliendo con el efecto de desinfectante en el aire de los ambientes del Servicio de Neonatología.

CAPITULO IV
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- **Primero:** Al término de la presente investigación se concluyó que la aplicación de Ozono en ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado disminuye la cantidad de UFC/m³ de aire, llegando a encontrarse en algunos casos valores de hasta 100% de disminución, demostrando su efectividad como desinfectante.
- **Segundo:** La cantidad promedio de Mesófilos Aerobios Totales antes y después de la aplicación de Ozono fue de 1082 y 122 UFC/m³ respectivamente. Así mismo la cantidad promedio de otras bacterias Gram negativas fue de 46 y 4 UFC/m³ antes y después de la aplicación de Ozono respectivamente.
- **Tercero:** Los ambientes con mayor cantidad de Mesófilos Aerobios Totales, antes de la aplicación de Ozono fueron: Atención Inmediata del Recién Nacido, seguida por el ambiente de Tópico y Recién Nacidos A con 2322, 1467 y 1041 UFC/m³ respectivamente. Y los ambientes con menor cantidad de este grupo de bacterias fueron los ambientes de UCIN (Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales) seguido por Recién Nacidos B con 806 y 133 UFC/m³ respectivamente.
- **Cuarto:** En cuanto a Otras bacterias Gram negativas los ambientes con mayor cantidad de colonias (antes de la aplicación de Ozono) fueron Atención Inmediata del Recién Nacido, seguido por Recién Nacidos A, con 89 y 70 UFC/m³ respectivamente. Los ambientes con menor cantidad de colonias fueron Recién Nacidos B y Tópico seguido por UCIN (unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología) con 22, 22 y 11 UFC/m³ respectivamente.

- **Quinto:** Luego de la aplicación de Ozono el número de colonias de Mesófilos Aerobios Totales disminuyó en todos los ambientes encontrándose 56, 63, 67, 78 y 295 UFC/m³ en los ambientes de Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Tópico, Atención Inmediata del Recién Nacido y UCIN respectivamente.
- **Sexto:** Después de la aplicación de Ozono el número de colonias de Otras bacterias Gram negativas disminuyó, encontrándose 0, 0, 0, 6 y 22 UFC/m³ en los ambientes de Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Tópico, Atención Inmediata del Recién Nacido y UCIN respectivamente.



RECOMENDACIONES

- **Primero:** Se recomienda la utilización del Ozono en aire de ambientes del hospital para la disminución de la carga bacteriana y deodorización de los mismos.
- **Segundo:** Se recomienda realizar otros estudios utilizando Ozono para su aplicación como desinfectante frente a hongos presentes en el aire.
- **Tercero:** Se recomienda la realización de estudios posteriores para determinar la calidad microbiológica del aire de diferentes ambientes hospitalarios.



BIBLIOGRAFÍA

1. Gallego GJ, Muñoz S, Gaviria JD, Serna IC. Uso del Ozono en diferentes campos de la Odontología. Revista CES Odontología 2007; 20(2): 66.
2. Scwhartz A, Martínez-Sánchez G. La ozonoterapia y su fundamentación científica. Revista Española de Ozonoterapia 2012; 2(1): 17.
3. Ilzarbe LM. El ozono: generalidades. Aplicaciones en medicina y odontología.. Maxillaris: Actualidad profesional e industrial del sector dental, 2000; 18(): 4.
4. Hidro-Water SL. 2016. Generalidades sobre el Ozono. http://www.triozon.org/documentos/tecnico_comercial/generalidades.pdf (accessed 31 Enero 2017).
5. Fernández J, Integración de un sistema de desinfección de agua para el área de lavamanos de un quirófano por medio de ozono, Mexico DF, 2015.
6. Ozosystems Corporation. Propiedades del ozono. http://www.ozosystems.com/files/3_5_fichero_1302597250.pdf (accessed 30 enero 2017)
7. Tiwari S. Avinash A, Katiyar S, Aarthi A, Jain S. Dental applications of ozone therapy: a review of literature. The Saudi Journal for Dental Research 2016; 30(): 2.
8. Instituto de desarrollo e investigación del ozono. 2013 . El ozono en el ambiente. <https://naturalmedsl.wordpress.com/tag/virucida/> (accessed 28 enero 2017).
9. Pacheco A. Utilización de una crema a base de ozono para la otitis externa canina en el barrio La Ecuatoriana en la ciudad de Quito. Quito: ; 2012

10. Levinson W, Jawetz E. Microbiología e Inmunología Médicas, 1st ed. Mexico: Ediciones Coplico, SA; 1992
11. Ponce del Leon S, Soto J. Infecciones Intrahospitalarias, 1st ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores SA; 1996
12. Murray, P.R., Rosenthal K.S., Pfaller M.A. Microbiología médica, 7th ed. España: Elsevier; 2009.
13. Brooks G, Carroll K, Butel J, Morse S, Mietzner T. Microbiología médica, 7th ed. Mexico: Lange; 2011.
14. Echevarria J, Iglesias D. Estafilococo Metilino resistente, un problema actual en la emergencia de resistencia entre los Gram positivos.. Rev Med Hered 2003; 14(4): 196.
15. Passalacqua N et al.. Análisis microbiológico de los alimentos , 3 ed. Argentina: INAL - ANMAT; 2014.
16. Camacho A, Giles M, Ortigón A, Palao M, Serrano B, Velázquez O. Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos 2009; 2: 3
17. Ortiz HM, Méndez IM, Investigación de Staphylococcus aureus y coliformes en los teclados de las computadoras del centro de documentación regional Juan Bautista Vasquez, Ecuador 2013
18. Carrillo EM, Lozano AM, Validación del método de detección de coliformes totales en agua potable utilizando agar Chromocult, Bogotá, 2008
19. Nataro JP, Kaper JB. Diarrheagenic Escherichia coli. Clinical microbiology reviews 1998; 11(1): 144

20. Wanke CA. Pathogenic Escherichia coli.
<https://www.uptodate.com/contents/pathogenic-escherichia-coli> (accessed 12 Enero 2017).
21. Valenzuela MT. Procedimiento muestreo microbiológico de aire.
<http://www.ispch.cl/content/procedimiento-muestreo-microbiologico-de-aire> (accessed 14 enero 2017).
22. Merck, Merck microbiology manual, 12th ed, EEUU; 2012
23. PBI International. Surface air system (sas) monitoring instruments.
https://ie.vwr.com/assetsvc/asset/en_IE/id/16132519/contents (accessed 11 Enero 2017).
24. Martí MC, NTP 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en aire, España, 1999
25. Camacho GE, Determinación de organismos mesófilos aerobios en ambiente de Cd. Obregón, Sonora, mediante el uso de monitor aéreo microbiológico y método de cuenta de placa abierta, México, 2005
26. Amador A, Bataller M, Fernández LA, Méndez I, Fernández I, Ramos C. Desinfección de agua con ozono en círculos infantiles en La Lisa, Ciudad de La Habana. Gestión del Proyecto y valoración crítica. Revista CENIC. Ciencias Biológicas 2010
27. Cornejo R. F., Evaluación del proceso de desinfección de una planta de incubación de pollos broiler mediante el uso de Ozono Islay, Mollendo, Arequipa, 2015, Tesis para optar el título de Médico Veterinario y zootecnista, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, 2015
28. Caorsi B, Sakurada A, Ulloa T, Pezzani M, Latorre P, Calidad microbiológica de aire de una unidad de preparados farmacéuticos estériles, Revista Chilena de Infectología, 2011, 28 (1)

29. Maldonado-Vega M, et al. Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 2014; 30(4): 355.
30. Barrios J, Delgado A, Ezpeleta C. Control microbiológico ambiental . Procedimientos en Microbiología Clínica 2012; 42(): 6





ANEXOS

Anexo 1:

FICHA DE TOMA DE DATOS

Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes

del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado - Arequipa

2017

Número de Placa	SIN OZONO							
	Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
			E.coli		Coliformes		Oras Gram negativas	
	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Número de Placa	CON OZONO							
	Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
			E.coli		Coliformes		Oras Gram negativas	
	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Anexo 2: Matriz de sistematización de datos

Ambiente	Número de placa	SIN OZONO							
		Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
				E.coli		Coliformes		Oras Gram negativas	
		UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³
Recién Nacidos A	1	50	556	0	0	0	0	8	89
	2	119	1322	0	0	0	0	4	44
	3	112	1244	0	0	0	0	7	78
Atención Inmediata del Recién Nacido	4	209	2322	0	0	0	0	8	89
UCIN	5	58	644	0	0	0	0	0	0
	6	87	967	0	0	0	0	2	22
Tópico	7	132	1467	0	0	0	0	2	22
Recién Nacidos B	8	12	133	0	0	0	0	2	22

Ambiente	Número de placa	CON OZONO							
		Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
				E.coli		Coliformes		Oras Gram negativas	
		UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³	UFC/placa	UFC/m ³
Recién Nacidos A	1	7	78	0	0	0	0	0	0
	2	4	44	0	0	0	0	0	0
	3	6	67	0	0	0	0	0	0
Atención Inmediata del Recién Nacido	4	7	78	0	0	0	0	2	22
UCIN	5	32	356	0	0	0	0	0	0
	6	21	233	0	0	0	0	1	11
Tópico	7	6	67	0	0	0	0	0	0
Recién Nacidos B	8	5	56	0	0	0	0	0	0

Anexo 3: Cuadros y Pruebas Estadísticas

CUADRO NRO. 1:

PROMEDIO TOTAL DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO, ANTES DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales	Coliformes totales	E. coli	Otras Bacterias Gram negativas
	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)
Promedio	1082	0	0	46
DS	627.7	0	0	32.6
Máximo	2322	0	0	89
Mínimo	133	0	0	0

CUADRO NRO. 2:

RECuento DE UFC/M³ DE AIRE EN DIFERENTES AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales	Coliformes totales	E. coli	Otras Bacterias Gram negativas
	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)
UCIN (Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales)	806	0	0	11
Recién Nacidos A	1041	0	0	70
Recién Nacidos B	133	0	0	22
Atención Inmediata del Recién Nacido	2322	0	0	89
Tópico	1467	0	0	22

CUADRO NRO. 3

PROMEDIO TOTAL DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO, DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales	Coliformes totales	E. coli	Otras Bacterias Gram negativas
	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)	(UFC/m ³)
Promedio	122	0	0	4
DS	104.5	0	0	7.7
Máximo	356	0	0	22
Mínimo	44	0	0	0

CUADRO NRO. 4

RECuento DE UFC/M³ DE AIRE EN DIFERENTES AMBIENTES DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, DESPUÉS DE LA
APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales (UFC/m ³)	Coliformes totales (UFC/m ³)	E. coli (UFC/m ³)	Otras Bacterias Gram negativas (UFC/m ³)
UCIN (Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales)	295	0	0	6
Recién Nacidos A	63	0	0	0
Recién Nacidos B	56	0	0	0
Atención Inmediata del Recién Nacido	78	0	0	22
Tópico	67	0	0	0



CUADRO NRO. 5

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS TOTALES DE UFC/M³ DE AIRE EN
AMBIENTES DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO
DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO.

	MESÓFILOS AEROBIOS TOTALES		COLIFORMES TOTALES		E. COLI		OTRAS BACTERIAS GRAM NEGATIVAS	
	PROMED IO (UFC/M ³)	PORCENT AJE	PROMED IO (UFC/M ³)	PORCENT AJE	PROMED IO (UFC/M ³)	PORCENT AJE	(PROMED IO (UFC/M ³))	PORCENT AJE
ANTES DE LA APLICACIÓN DE OZONO	1082	100.0	0	0.0	0	0.0	46	100
DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO	122	11.3	0	0.0	0	0.0	4	8.7
DISMINUCIÓN	966	88.7	-	-	-	-	42	91.3
T STUDENT VALOR P	3.836 0.006		- -		- -		3.578 0.008	

Prueba T Student para promedios totales de UFC/m³ de aire en ambientes del
Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y después de la
aplicación de Ozono

<i>Promedios</i>	<i>Antes de la aplicación de ozono</i>	<i>Después de la aplicación de ozono</i>
Media	1081.944444	122.2222222
Varianza	450297.619	12486.77249
Observaciones	8	8
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.252372331	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	3.836462265	
P(T<=t) una cola	0.003201931	
Valor crítico de t (una cola)	1.894578605	
P(T<=t) dos colas	0.006403862	
Valor crítico de t (dos colas)	2.364624252	

CUADRO NRO. 6:

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DE
RECIÉN NACIDOS A, DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL
HONORIO DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales		Coliformes totales		E. coli		Otras Bacterias Gram negativas	
	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje
Antes de la aplicación de Ozono	1041	100.0	0	0.0	0	0.0	70	100.0
Después de la aplicación de Ozono	63	6.1	0	0.0	0	0.0	0	0
Disminución	978	93.9	-	-	-	-	70	100.0
T Student Valor p	6.143 0.001		- -		- -		5.269 0.034	

Prueba T Student para comparar promedios de UFC/m³ de aire en ambientes de
Recién Nacidos A, del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y
después de la aplicación de ozono

<i>Recién Nacidos A</i>	<i>Mesófilos</i>		<i>Otras bacterias Gram negativas</i>	
	<i>Antes de la aplicación de ozono</i>	<i>Después de la aplicación de ozono</i>	<i>Antes de la aplicación de ozono</i>	<i>Después de la aplicación de ozono</i>
Media	70.37037037	0	70.3703703	0
Varianza	534.9794239	0	534.979423	0
Observaciones	3	3	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0.45678923		0.45678923	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	2		2	
Estadístico t	5.269651864		5.26965186	
P(T<=t) una cola	0.017087861		0.01708786	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558		2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.034175721		0.03417572	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273		4.30265273	

CUADRO NRO. 7

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE
ATENCIÓN INMEDIATA DEL RECIÉN NACIDO, DEL SERVICIO DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES Y DESPUÉS DE
LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales		Coliformes totales		E. coli		Otras Bacterias Gram negativas	
	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje
Antes de la aplicación de Ozono	2322	100	0	0.0	0	0.0	89	100
Después de la aplicación de Ozono	78	3.4	0	0.0	0	0.0	22	24.7
Disminución	2244	96.6	-	-	-	-	67	75.3
T Student Valor p	7.625 0.017		- -		- -		12.453 0.006	

Prueba T Student para comparar promedios de UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del recién nacido, del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y después de la aplicación de ozono

Atención Inmediata del recién nacido	Mesófilos		Otras bacterias Gram negativas	
	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono
Media	2322.333333	77.88888888	88.8888888	22.33333333
Varianza	0.012345679	0.01234567	0.01234568	0.01234568
Observaciones	1	1	1	1
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.99143971		-0.5000000	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	2		2	
Estadístico t	7.625433816		12.4528125	
P(T<=t) una cola	0.008383212		0.00319344	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558		2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.016766423		0.00638688	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273		4.30265273	

CUADRO NRO. 8

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE UFC/M³ DE AIRE EN AMBIENTES DE
UCIN, DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO,
ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales		Coliformes totales		E. coli		Otras Bacterias Gram negativas	
	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje	Promedio (UFC/m ³)	Porcentaje
Antes de la aplicación de Ozono	806	100	0	0.0	0	0.0	11	100
Después de la aplicación de Ozono	295	36.6	0	0.0	0	0.0	6	54.5
Disminución	511	63.4	-	-	-	-	5	45.5
T Student	3.984		-		-		2.646	
Valor p	0.028		-		-		0.033	

Prueba T Student para comparar promedios de UFC/m³ de aire en ambientes de
UCIN, del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y después de
la aplicación de ozono

UCIN	Mesófilos		Otras bacterias Gram negativas	
	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono
Media	805.5555556	294.4444444	4 11.1111111	5.55555555
Varianza	34609.0535	4979.42386	8 141.093474	35.2733686
Observaciones	4	4	8	8
Coeficiente de correlación de Pearson	-1		1	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	3		7	
Estadístico t	3.983716857		2.64575131	
P(T<=t) una cola	0.014154465		0.01657275	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435		1.89457860	
P(T<=t) dos colas	0.02830893		0.0331455	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305		2.36462425	

CUADRO NRO. 9

COMPARACIÓN DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE TÓPICO DEL
SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES Y
DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales		Coliformes totales		E. coli		Otras Bacterias Gram negativas	
	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje
Antes de la aplicación de Ozono	1467	100	0	0.0	0	0.0	22	100
Después de la aplicación de Ozono	67	4.6	0	0.0	0	0.0	0	0
Disminución	1400	95.4	-	-	-	-	22	100
T Student	12.155		-		-		15.119	
Valor p	0.006		-		-		0.004	

Prueba T Student para comparar promedios de UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico, del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y después de la aplicación de ozono

Tópico	Mesófilos		Otras bacterias Gram negativas	
	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono
Media	1466.66667	66.6666667	22.2222222	0
Varianza	0.01234568	0.01234568	0.01234568	0.0003456
Observaciones	1	1	1	1
Coeficiente de correlación de Pearson	-1		0.75592894	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	2		2	
Estadístico t	12.1551802		15.1185789	
P(T<=t) una cola	0.00335016		0.00217325	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558		2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.00670031		0.0043465	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273		4.30265273	

CUADRO NRO. 10

COMPARACIÓN DE UFC/M³ DE AIRE EN EL AMBIENTE DE RECIÉN NACIDOS B
DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO, ANTES
Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE OZONO

	Mesófilos Aerobios totales		Coliformes totales		E. coli		Otras Bacterias Gram negativas	
	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje	(UFC/m ³)	Porcentaje
Antes de la aplicación de Ozono	133	100	0	0.0	0	0.0	22	100
Después de la aplicación de Ozono	56	42.1	0	0.0	0	0.0	0	0
Disminución	77	57.9	-	-	-	-	22	100
T Student	8.141		-		-		6.611	
Valor p	0.015		-		-		0.007	

Prueba T Student para comparar promedios de UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B, del Servicio de Neonatología del Hospital Honorio Delgado, antes y después de la aplicación de ozono

Recién Nacidos B	Mesófilos		Otras bacterias Gram negativas	
	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono	Antes de la aplicación de ozono	Después de la aplicación de ozono
Media	133.333333	55.6	22.2222222	0.1
Varianza	0.01234568	0.00345679	0.01234568	0.01
Observaciones	1	1	1	1
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.75592899		-0.5	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	2		2	
Estadístico t	8.14155539		6.61106717	
P(T<=t) una cola	0.00737668		0.0035234	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558		2.35336343	
P(T<=t) dos colas	0.01475335		0.00704681	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273		3.18244631	

Anexo 4: Proyecto de investigación

Universidad Católica de Santa María

“IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA”

Facultad de Medicina Humana



PROYECTO DE TESIS

**Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección
en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional**

Honorio Delgado - Arequipa 2017

Proyecto de Tesis presentado por:

SARAH GABRIELA FERNÁNDEZ SUÁREZ

Arequipa - Perú

2017

2. PREÁMBULO

Las infecciones nosocomiales o intrahospitalarias son un problema de salud pública debido a la frecuencia con la que se producen, la morbilidad y la mortalidad que provocan, así mismo imponen una carga muy importante para el personal que labora en el hospital, para los sistemas de salud y sobre todo perjudican al paciente.

Existen medidas aplicadas en los ambientes hospitalarios que tienen el fin de disminuir la incidencia de estas infecciones y la colonización de microorganismos en diferentes ambientes de un hospital para evitar la propagación de las infecciones intrahospitalarias.

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno presente en la atmósfera de modo natural. La terapia médica actual con ozono encuentra sus orígenes en el dentista alemán E.A. Fisch, quien utilizó el agua ozonizada por primera vez con funciones desinfectantes. Hoy en día este uso se extiende a todo tipo de ambientes y es así que mediante sus propiedades bactericidas y bacteriostáticas inhibe la proliferación y el crecimiento de microorganismos

Dado que ninguna bacteria anaerobia, virus, protozoos u hongo pueden vivir en una atmósfera con alta concentración de oxígeno, todas las patologías causadas por estos agentes patógenos son potencialmente prevenibles mediante la acción del ozono.

Es así que este trabajo de investigación propone demostrar las propiedades del Ozono aplicables a disminuir la carga bacteriana de ambientes hospitalarios.

3. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de Investigación

3.1.1. Enunciado del problema

Determinar cuál será la efectividad del Ozono como método de desinfección bacteriana en ambientes del Servicio de Neonatología en el hospital Regional Honorio Delgado, Arequipa 2017

3.1.2. Descripción del problema

3.1.2.1. Área del conocimiento

- 3.1.2.1.1. Área general: Ciencias de la Salud
- 3.1.2.1.2. Área Específica: Medicina Humana
- 3.1.2.1.3. Especialidad: Microbiología ambiental
- 3.1.2.1.4. Línea: Uso del Ozono como método de desinfección

3.1.2.2. Análisis u operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD /CATEGORÍA	ESCALA
Ambiente hospitalario	Ambiente estudiado	- Unidad de cuidados Intensivos Neonatología - Ambiente de Recién Nacidos A - Ambiente de Recién Nacidos B - Atención Inmediata del Recién Nacido - Tópico	Cualitativa
Ozono	Presencia	Si	Cualitativa
	No presencia	No	
Recuento de microorganismos bacterianos	Presencia	UFC/m ³	Cuantitativa
	Ausencia	UFC/m ³	Cuantitativa

3.1.2.3. Interrogantes básicas

- 3.1.2.3.1. ¿Cuál será la efectividad del Ozono como método de desinfección bacteriana en ambientes del Servicio de neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado – Arequipa 2017?
- 3.1.2.3.2. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de UCIN (Unidad de cuidados Intensivos Neonatología) del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.3. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos A del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.4. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.5. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del Recién Nacido del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.6. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.7. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de UCIN (Unidad de cuidados Intensivos Neonatología) del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono?
- 3.1.2.3.8. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos A del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono?

3.1.2.3.9. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono?

3.1.2.3.10. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del Recién Nacido del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono?

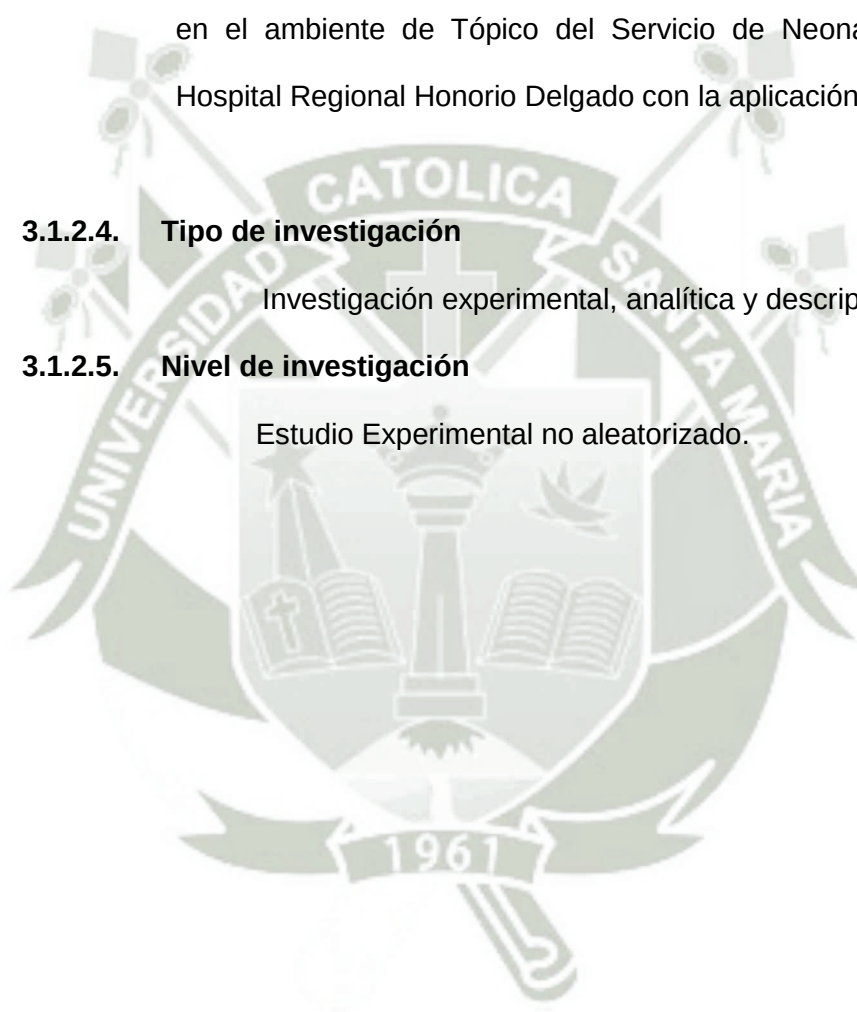
3.1.2.3.11. ¿Cuál será el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono?

3.1.2.4. Tipo de investigación

Investigación experimental, analítica y descriptiva

3.1.2.5. Nivel de investigación

Estudio Experimental no aleatorizado.



2. Justificación del problema

Durante el proceso de resolución de las patologías de los pacientes hospitalizados, existen diversas complicaciones, dentro de ellas la más frecuente, la adquisición de infecciones nosocomiales causadas por microorganismos propios del hospital.

A pesar de los esfuerzos mantenidos y las buenas prácticas del personal de salud por mantener un ambiente estrictamente libre de microorganismos, existe el riesgo de que los pacientes puedan contraer infecciones nosocomiales dado que son muchos los factores que intervienen para cumplir este objetivo. El aire, como parte del ambiente en el que se encuentran los pacientes y el personal de salud que labora en los mismos contiene cierta cantidad de microorganismos, los cuales pueden ser disminuidos gracias a la aplicación de Ozono en los ambientes.

Mediante esta investigación se verificará la efectividad del Ozono como como método de desinfección, aplicado a ambientes donde se necesita trabajar con la menor cantidad de microorganismos para evitar infecciones nosocomiales, y evitar complicaciones que deterioren más el estado de salud de los pacientes que se encuentran hospitalizados.

El estudio es contemporáneo ya que no se cuentan con muchos estudios específicos que demuestren la efectividad de Ozono aplicado como método de desinfección, método que puede reemplazar a otras técnicas de desinfección, las cuales puede ser dañinas para la salud del personal que labora en dichos ambientes. Así mismo el estudio es factible ya que se cuenta con el material necesario tanto para la recolección de muestras como para el análisis de las mismas, y las facilidades brindadas por el

personal que labora dentro de las instalaciones para desarrollar la investigación.

El estudio aportará información relevante no solo para la realización personal de este proyecto, sino también información para la comunidad científica y para el personal que labora en estos ambientes, brindando datos los cuales pueden ser aplicados para establecer la garantía sanitaria en cuanto a la calidad microbiológica del aire de estos y otros ambientes el hospital.

Finalmente el estudio tiene una motivación personal ya que realizando este tipo de estudios podemos encontrar factores importantes que intervienen para garantizar la calidad microbiológica de los ambientes del Servicio de Neonatología, y motivar así al personal que labora en dichas locaciones a tomar medidas preventivas para evitar la diseminación de microorganismos y asegurar el tratamiento exitoso y sin complicaciones que nuestros pacientes.

3. Marco conceptual

3.3.1. OZONO

El Ozono es un gas de color azul tenue, cuya molécula está compuesta por 3 átomos de oxígeno, la cual se forma al separar el oxígeno en sus dos átomos, las cuáles se unen a otra molécula de oxígeno gaseoso y es así que se forma el ozono (O₃) (1)

Se describe de forma científica desde 1785, fue descubierto mientras el químico holandés Martinus Van Marum, realizaba trabajos y experimentos con electricidad, notó que al pasar una chispa eléctrica a través del aire aparecía un gas con un olor característico. Después de 50 años, el profesor de la universidad de Basilea, Christian Friedrich Schonbein, notó un olor similar a acre el cual se presentaba en las tormentas eléctricas después de la caída de un rayo, es así que por la característica de tener un olor peculiar lo llamó Ozono, de la palabra griega ozein, 'tener olor'. (2)

Durante estos últimos años la aplicación del ozono se realiza en diferentes campos: desde la preocupación de los científicos por su disminución en la ozonósfera debido al cambio climático, su uso como tratamientos y tecnologías ecológicas, así como la aplicación del mismo en el ámbito de la salud mediante la “ozonoterapia”. Es así que el ozono se convierte en un elemento cada vez más demandado por la sociedad

El Ozono se presenta como un gas natural a aproximadamente 20 a 30 Km de altura sobre la Tierra, ahí tiene una concentración de 10 – 20 partes por millón (ppm). Forma un anillo que rodea a la Tierra

formando la capa de Ozono y ozonosfera. Cuando se encuentra a esta concentración sirve como un filtro para la radiación de alta frecuencia, absorbiendo los rayos y evitando que lleguen a la superficie terrestre. Al nivel de la superficie terrestre el ozono se encuentra diluido a una concentración de 0.001 – 0.003 ppm siendo así un gas no tóxico para el ser humano. El umbral a partir del cual el ozono puede ser percibido por el olfato humano es 0.01 ppm. (3)

Así como encontramos ozono en la naturaleza el cual se forma por descargas eléctricas en las tormentas y por la radiación ultravioleta; también se puede generar mediante aparatos generadores de ozono. Los generadores de ozono, llamados también ozonificadores, descomponen el oxígeno del aire y posteriormente lo convierten en Ozono.

El ozono, caracterizado por sus acciones como deodorizante y bactericida, es utilizado como renovador del aire en ambientes cerrados, así mismo se utiliza para la esterilización y el tratamiento de agua. Existe un interés creciente acerca de la aplicación del ozono para el tratamiento del agua, esto es por sus propiedades oxidantes, las cuales degradan y eliminan ciertas sustancias orgánicas o minerales no deseables, también es usado debido a sus propiedades bactericida y viricida.

Verner Von Siemens, en 1857 y gracias a la ayuda del moderno “tubo de inducción magnética” construyó el primer aparato de ozonización, el cual fue utilizado para purificar agua y producir agua potable. Desde entonces se ha ido modificando la tecnología para su aplicación. (2)

Las principales ventajas que aporta el ozono para su uso en agua son:

- Elimina los olores y sabores del agua.
- No deja residuos.
- Es compatible con otros tratamientos.
- No afecta al pH.
- No colorea el agua.

3.3.1.1. Características

A temperatura normal el ozono se encuentra en forma de gas en disolución inestable en el aire o en el oxígeno descomponiéndose relativamente rápido y convirtiéndose nuevamente en oxígeno (O_2);

En el agua presenta gran solubilidad, medida ésta por el coeficiente de equilibrio entre la fase líquida y la fase gaseosa para unas mismas condiciones de presión y temperatura

Es posible mantener una parte de ozono en el agua siempre que tengamos una fuente que aporte ozono para neutralizar la acción de materias reductoras que se van formando, y así se obtiene agua pura y apta para ser utilizada. (4)

En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es inestable; aumentando dicha inestabilidad por aumento de temperatura y humedad. (4)

En conclusión podemos decir del ozono:

- Es de fácil descomposición.

- En estado gaseoso es ligeramente azul; azul oscuro en fase líquida y rojo oscuro en fase sólida.
- Presenta estructura molecular típicamente angular entre los tres átomos de oxígeno que componen su molécula.
- A igualdad de condiciones, es más estable en el agua que en el aire

3.3.1.2. Características (4)

- | | |
|---|--------------------------|
| • Peso molecular | 48 g/mol |
| • Temperatura de condensación | - 112 °C |
| • Temperatura crítica | - 12.1 °C |
| • Temperatura de fusión | - 192.5 °C |
| • Presión crítica | 54 atm |
| • Densidad (líquido a -182 °C) | 1,572 gr/cm ³ |
| • Peso del litro de gas (a 0 °C y 1 atm.) | 2,144 gr |
| • Es 1,3 veces más pesado que el aire. | |

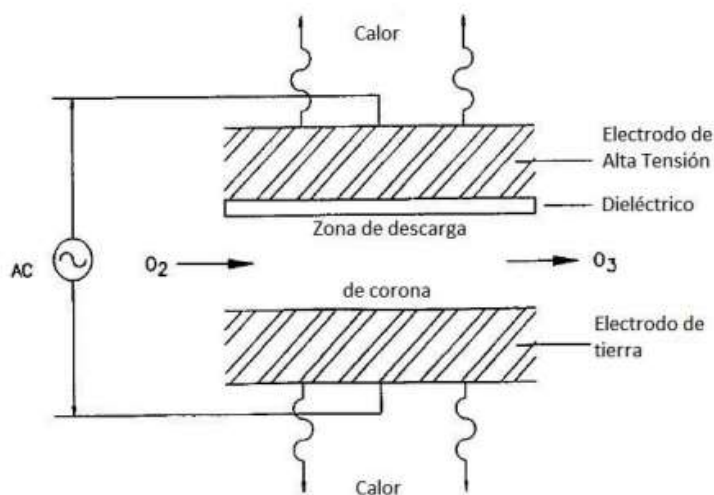
3.3.1.3. Forma de obtención

Los principales métodos de generación de ozono son:

- A) **Electrólisis:** mediante la electrólisis de ácido sulfúrico. No tiene tan buen rendimiento y no es comúnmente utilizado (consume 2 a 5 veces mas energía que las descargas eléctricas). También se utiliza la electrólisis del ácido perclórico concentrado.
- B) **Generación fotoquímica:** se utiliza la reacción del oxígeno con luz UV (140 -190 nm). Este método no se utiliza de manera industrial por su bajo rendimiento ($O_3 < 1 \text{ g/ m}^3$) y su alto

consumo de energía, sin embargo este método es el método de producción natural de ozono estratosférico.

- C) **Generación radioquímica:** mediante radiación que se obtiene de isótopos radioactivos. Es un proceso complejo por lo que no es utilizado de manera industrial.
- D) **Descarga de alto voltaje:** el método empleado habitualmente es el método de “plasma frío”, el oxígeno pasa a través de un campo eléctrico (generado entre un electrodo de media tensión – diferencia de potencial de 10 a 20 kV- y un electrodo de media tensión), generándose diversas especies químicas excitadas o no (átomos, iones, radicales, etc) que se recombinan para formar ozono. Para evitar la formación de arcos eléctricos (que provocarían un aumento de la temperatura perjudicial para la producción de ozono) se sitúa un dieléctrico de espesor uniforme junto a uno de los electrodos. Los electrodos deben refrigerarse (usualmente con agua; los generadores de ozono de baja producción a escala de laboratorio pueden refrigerarse con aire). Es decir el aire pasa a través de tubos de vidrio cuya superficie está metalizada entre los que se origina una descarga de alta diferencia de potencial (aproximadamente 15 kV) y alta frecuencia (50 Hz) la cual actúa sobre las moléculas de dióxígeno provocando la formación de ozono. (5)



Fuente: Fernández J, Integración de un sistema de desinfección de agua para el área de lavamanos de un quirófano por medio de ozono, Mexico DF, 2015

3.3.1.4. Aplicaciones

Debido a las características oxidantes de ozono y su capacidad para romper moléculas de doble enlace y anillos aromáticos (mecanismo denominado ozonolisis), el ozono tiene múltiples aplicaciones tales como:

- **Deodorización:**

El ozono es usado como agente desodorante no solo en el campo de los alimentos sino también es utilizado para el tratamiento de los residuos así como restos humanos, baños, hospitales, hogares para ancianos, almacenes, etc.

El proceso de deodorización mediante el uso de ozono se lleva a cabo mediante la descomposición de la oxidación y a su vez su neutralización de los alimentos que poseen compuestos que generan mal olor. Generalmente el mal olor es producido por

microbios, y el ozono actúa simultáneamente como desinfectante y desodorizante. (6)

- **Desinfección:**

Mediante la aplicación de ozono se consigue la inactivación de bacterias, virus, hongos, levaduras y protozoos. Esta acción ocurre dado que el ozono interrumpe la integridad de la envoltura de la célula bacteriana por oxidación de los fosfolípidos y lipoproteínas de su membrana. (6)

- **Tratamiento del agua:**

El fundamento de su uso para el tratamiento de agua potable reside en su capacidad de eliminación de bacterias y virus, sedimentos reproducidos, eliminación de sabores y malos olores; oxidación de sulfamidas, cianuros y algas; eliminación de precursores de trihalometano y oxidación de materias orgánicas: por ejemplo fenoles, detergentes y pesticidas.

El ozono es considerado un potente germicida dado que luego de su acción son pocos los microorganismos residuales que persisten en el agua tratada.

La turbiedad del agua se elimina por ozonización a través de una combinación de oxidación química y neutralización de carga. Las partículas coloidales que causan turbiedad son mantenidas en suspensión por partículas de carga negativas que son neutralizadas por el ozono. El ozono además destruye los materiales coloidales por medio de la oxidación de materias orgánicas. (6)

- **Conservación de alimentos:**

El ozono también es aplicado para la conservación de alimentos en cámaras frigoríficas y almacenes para conservar productos como: carne, pescado, frutas, verduras, quesos, embutidos, etc.

Su misión principal es la de reducir o eliminar el índice bacteriológico que se da en los sistemas de almacenamiento y como consecuencia conseguir mayor durabilidad de los alimentos tanto en estado de refrigeración, congelación o almacenaje en fresco y eliminando (oxidando) bacterias para no permitir el enquistamiento en carnes u otros, formación de mohos, etc. (6)

- **Aplicación en la medicina:**

La Ozonoterapia, es una técnica alternativa válida y complementaria, la cual consiste en la aplicación de una mezcla del gas ozono como elemento catalizador y de Oxígeno. Resultado de esta combinación electro física se obtiene un gas que será aplicado a diferentes concentraciones según la patología de cada paciente, aliviando sus molestias

El Centro de Investigaciones del Ozono de Cuba realiza investigaciones, hace más de 25 años, acerca de las aplicaciones y los tratamientos con ozono que se pueden brindar a los pacientes, entre los que se encuentran:

- Tratamiento de hernia discal, tanto cervicales como lumbares, patología que provoca mucho dolor. Mediante la inyección de una mezcla de

ozono en la zona afectada se logra una disminución de la lesión aliviando el dolor que refiere el paciente.

- Tratamientos en pacientes con artrosis, artritis o tendinitis. El ozono tiene la propiedad de inhibir algunas sustancias que provocan el dolor actuando como antiinflamatorio, así mismo tiene un acción vasodilatadora y regeneradora de tejidos.
- Mediante tu aplicación tópica como pomadas, el ozono, sirve para combatir afecciones cutáneas causadas por hongos o bacterias. Se ha demostrado la efectividad de estas pomadas en el impétigo, enfermedad frecuente en niños.
- Su uso en oftalmología crece cada vez más como tratamiento complementario en los casos de pacientes con retinosis pigmentaria, así mismo se están realizando estudios para el tratamiento de algunos tipos de cáncer en estadio preclínico

Recientemente se han realizado investigaciones acerca del ozono como oxigenante del tejido muscular a través de la circulación sanguínea para lograr un efecto beneficioso sobre algunos tumores, este tratamiento se presenta como complemento de la quimioterapia y la radioterapia. (1)

- **Uso en Odontología**

La primera vez que se utilizó ozono en el ámbito de odontología fue por el dentista alemán E. Afish. Actualmente utiliza agua ozonizada la cual tiene efectos desinfectantes y es aplicada previamente a la realización de cirugías orales, se utiliza también como refuerzo de aporte de oxígeno en heridas quirúrgicas y para tratar canales endodónticos y alvéolos. (1)

3.3.1.5. Mecanismo de acción

3.3.1.5.1. Efecto Bactericida y Esporicida

Lo efectos desinfectantes locales, antiviral y antibacterianos del ozono se dan debido a su capacidad germicida, la cual se explica por su poder oxidante sobre las paredes bacterianas, dicho esto el ozono se convierte en un germicida general de amplio espectro frente al cual no actúan los mecanismos de resistencia microbiana. Antes se pensaba que la generación de H_2O_2 era el responsable de la eliminación de microorganismos, pero actualmente existen nuevas hipótesis que aseguran que el H_2O_2 es un intermediario en la formación de agentes con mayor potencia oxidante como el ozono.

El mecanismo de acción como desinfectante se da de la siguiente manera:

- El ozono actúa sobre la pared o membrana de la célula produciendo una reacción del doble vínculo de los lípidos resultantes. Y las células se descomponen.
- El ozono actúa sobre la superficie de la célula del microbio.
- La enzima del microbio se oxida.

- Como el ozono actúa sobre la pared de la célula, la permeabilidad de la célula cambia. (7, 8)

3.3.1.5.2. Efecto Viricida

El ozono actúa sobre las proteínas de la envoltura del virus oxidándolas y modificando su estructura tridimensional. Cuando esto sucede el virus no se puede anclar a las células al no reconocer su punto de anclaje; al encontrarse el virus desprotegido y sin poder reproducirse, muere.

La concentración para conseguir un efecto viricida es menor que la necesaria para conseguir un efecto bactericida; esto porque la envoltura vírica es inferior a la de la bacteriana. (8, 9)

3.3.1.5.3. Efecto Fungicida

En hongos, el ozono inhibe el crecimiento celular en ciertas etapas, las células primogénitas son las más sensibles. (8, 9)

3.3.2. ESTERILIZACIÓN, DESINFECCIÓN y ANTISEPSIA

3.3.2.1. ESTERILIZACIÓN

El término esterilización se refiere al procedimiento mediante el cual se eliminan todos los microorganismos (incluyendo esporas bacterianas resistentes).

El calor húmedo (generado en el autoclave), el óxido de etileno y la exposición prolongada a sustancias químicas, pueden lograr la esterilización.

Es importante conocer las características del material o equipo que se va esterilizar, para poder elegir el método de esterilización más adecuado.

La esterilización también es empleada para la preparación de medios de cultivo y para el tratamiento de los desechos de las áreas clínicas y de los laboratorios de bacteriología. (10, 11)

MÉTODO	CONCENTRACIÓN O NIVEL
Esterilizantes físicos	
Vapor a presión	121 °C o 132 °C durante intervalos de tiempo variable
Filtración	Tamaño de poro de 0.22 a 0.45 um; filtros HEPA (filtros de aire para partículas de alta eficiencia)
Radiación ultravioleta	Exposición variable a la luz de 254 nm de longitud de onda
Radiación ionizante	Exposición variable a radiación gamma
Radiación de radiofrecuencia	Exposición variable a microondas
Esterilizantes por vapor de gas	
Oxido de etileno	450 – 1.200 mg/L a 29 °C a 65°C durante 2 – 5 h
Vapor de formaldehído	2-5 % a 60°C a 80 °C
Vapor de peróxido de hidrógeno	30% a 55°C a 60°C
Gas de plasma	Gas peróxido de hidrógeno muy ionizado.
Esterilizantes químicos	
Acido peracético	0,2%
Glutaraldehído	2%

Fuente: Murray, P.R., Rosenthal K.S., Pfaller M.A. Microbiología médica, 7th ed. España: Elsevier; 2009

3.3.2.2. DESINFECCIÓN

Desinfección es el procedimiento que se realiza mediante agentes químicos o físicos y el cual tiene como objetivo la lisis de muchos, más no de todos, los microorganismos.

Muchos artículos que se emplean en los pacientes, pisos, mesas, camillas, etc, deben ser sometidos a desinfección y limpieza cuando son contaminados con sangre u otros fluidos corporales, o restos de cultivos bacterianos. (10, 11).

Existen 3 niveles de desinfectantes:

3.3.2.2.1. Desinfectantes de alto nivel:

Utilizados para objetos que van a ser empleados en procedimientos invasivos y que no pueden soportar ciertos tipos de esterilización; es decir germicida que destruye todos los patógenos bacterianos excepto grandes números de esporas bacterianas. Dentro de este grupo tenemos: el calor húmedo, y el uso de líquidos como el glutaraldehído, peróxidos de hidrógeno, ácido peracético y compuestos con cloro. (12)

3.3.2.2.2. Desinfectantes de nivel intermedio

Utilizados para limpiar superficies e instrumentos en los que es poco probable la contaminación con esporas bacterianas y microorganismos muy resistentes; en otras palabras, es un germicida que destruye todos los patógenos microbianos excepto las endosporas bacterianas. Se considera que son útiles para instrumentos y dispositivos semicríticos como por ejemplo: endoscopios flexibles de fibra óptica, laringoscopios, espéculos, etc. Dentro de este grupo tenemos: alcoholes, compuestos con yodóforos, compuestos fenólicos. (12)

3.3.2.2.3. Desinfectantes de bajo nivel

Se utiliza para tratar instrumentos y dispositivos no críticos, como los manguitos de presión arterial, electrodos, estetoscopios. Son germicidas que destruyen la mayoría de las bacterias vegetativas y los virus con

cubierta lipídica o de tamaño medio. Estos instrumentos entran en contacto con los pacientes, pero no penetran las superficies mucosas ni tejidos estériles. Dentro de este grupo los compuestos de amonio cuaternario. (12)

MÉTODO	CONCENTRACIÓN (NIVEL DE ACTIVIDAD)
Calor	
Calor húmedo	75 °C a 100°C durante 30 minutos (elevada)
Líquido	
Glutaraldehído	2-3,5% (elevada)
Peróxido de hidrógeno	3-25% (elevada)
Formaldehído	3-8% (elevada/ intermedia)
Dióxido de cloro	Variable (elevada)
Ácido peracético	Variable (elevada)
Compuesto de cloro	100 – 1,000 ppm de cloro libre (elevada)
Alcohol (etílico, isopropílico)	70 – 95% (intermedia)
Compuestos fenólicos	0,4 – 5% (intermedia /baja)
Compuestos yodóforos	30-50 ppm de yodo libre/L (intermedia)
Compuestos de amonio cuaternario	0,4-1,6% (baja)

Fuente: Murray, P.R., Rosenthal K.S., Pfaller M.A. Microbiología médica, 7th ed. España: Elsevier; 2009

3.3.2.3. DESCONTAMINACIÓN

Se denomina descontaminación al procedimiento que permite reducir la carga microbiana sobre una superficie, objeto o dispositivo para usarse a niveles seguros. (11)

3.3.2.4. ANTISEPSIA

Un antiséptico es aquel agente químico utilizado sobre tejidos vivos para inhibir microorganismos, mientras que los desinfectantes se emplean sobre superficies inanimadas. Sin

embargo un mismo agente químico puede ser empleado como desinfectante (solución de alta concentración) o antiséptico (solución a baja concentración); por consiguiente, jamás un antiséptico debe emplearse como desinfectante, aunque algunos desinfectantes (en concentraciones menores) si pueden utilizarse como antisépticos. (10, 11)

3.3.2.5. ACTIVIDAD BACTERIOSTÁTICA

Implica prevenir la multiplicación bacteriana posterior a la exposición al agente y la actividad reproductiva del microorganismo se reinstala una vez que se retira o se diluye el agente. (11)

3.3.2.6. ACTIVIDAD BACTERICIDA

Actividad bactericida significa un daño celular irreversible. (11)

3.3.3. MICROORGANISMOS

Un microbio, también llamado microorganismo, es un ser vivo, o un sistema biológico, que solo puede visualizarse con el microscopio. La ciencia que estudia los microorganismos es la microbiología.

Los microorganismos viven de forma aislada o en grupos de células, también comprende a los virus, que son microscópicos pero no son celulares.

Los microorganismos tienen una gran importancia y ejercen influencia tanto física como química en el planeta Tierra. Se encargan de realizar los ciclos de elementos químicos indispensables (carbono, nitrógeno, azufre, hidrógeno y oxígeno).

Fue el biólogo holandés, Antonie van Leeuwenhoek, en 1674 cuando al observar una gota de agua bajo el lente de su microscopio, que descubrió un mundo formado por pequeños “animálculos”. 100 años después el

biólogo danés Otto Muller organizó las bacterias en géneros y especies. En 1840 el anatomopatólogo alemán Friedrich Henle propuso que los microorganismos provocaban la aparición de enfermedades en los humanos y posteriormente en 1880 esa teoría fue comprobada por Robert Koch y Louis Pasteur.

El mundo descubierto por Antonie van Leeuwenhoek era muy complejo formado por bacterias y protozoos del mismo tamaño. Actualmente la microbiología ha crecido mucho, existen muchos tipos de microorganismos que viven en el interior, en la superficie o alrededor del ser humano, los cuales son capaces de provocar graves enfermedades. Para poder ser capaces de entender y organizar toda esta información la microbiología ha dividido a estos microorganismos en 4 grupos: virus, bacterias, hongos y parásitos. (12, 13)

3.3.3.1. Microorganismos patógenos

Algunos microorganismos son patógenos, es decir causan enfermedades a personas, animales y plantas. No obstante la mayoría de microorganismos no son perjudiciales y tienen roles importantes en la biosfera.

Los microorganismos viven millones de años más tiempo sobre la tierra que el ser humano. Para que el hombre pueda sobrevivir se tiene que mantener un equilibrio adecuado con la flora de microorganismos con los que cohabitamos, este grupo de microorganismos es conocido como “flora interna” y se encuentra en las superficies corporales expuestas al medio ambiente (piel y mucosas).

En ciertas ocasiones este delicado equilibrio se rompe, ya sea por las barreras de contención o por disminución de las defensas, lo que termina en una invasión y proliferación bacteriana dentro del ser humano, originando enfermedades e infecciones.

Los problemas que causa una infección dependen del tipo de patógeno, el modo en que se transfiere, dosis o concentración de patógenos, persistencia de los microorganismos y la resistencia del organismo infectado. (14)

3.3.3.2. Bacterias

Las bacterias son microorganismos procariotas (unicelulares) sencillos, no poseen membrana nuclear, mitocondrias, aparato de Golgi ni retículo endoplásmico. Solo se pueden visualizar con microscopio, las más pequeñas miden 0,1 – 0,2 μm de diámetro, mientras que las más grandes alcanzan varias micras de longitud.

Las bacterias se pueden clasificar según su aspecto macroscópico y microscópico, por el crecimiento y las propiedades metabólicas características, por su antigenicidad y por último por su genotipo.

Generalmente poseen una pared celular y esta se compone de peptidoglicano. Muchas bacterias disponen de flagelos o de otros sistemas de desplazamiento y son móviles. (12)

3.3.4. MESOFILOS

Los microorganismos llamados mesófilos, son aquellos cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 15 y los 35 °C .

Por el contrario los organismos psicófilos son los que se desarrollan en temperaturas frías; y los microorganismos termófilos son los que crecen a altas temperaturas.

Dentro del grupo de organismos mesófilos se incluyen a las bacterias, mohos y levaduras que se pueden desarrollar a 30 °C en las condiciones establecidas. (15)

Estos microorganismos mesófilos se encuentran en el suelo, el cuerpo de los animales, la superficie del mar, etc.

Mediante la cuantificación de aerobios mesófilos podemos tener una aproximación de la carga microbiana presente en una muestra a pesar de que no podemos obtener información precisa y concreta acerca de las especies predominantes. Su conocimiento y determinación son importantes en el ámbito de calidad sanitaria, adicionalmente, suele brindar información con respecto a la existencia de prácticas incorrectas, tales como vertidos o manipulación inadecuada. (15)

3.3.5. COLIFORMES

El grupo coliformes engloba especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común.

Debido a que existe un gran porcentaje de enfermedades que se transmiten vía fecal - oral llegando a los organismos por medio de los alimentos y del agua, necesitamos contar con algún microorganismo que sea indicador de contaminación fecal.

Este grupo de microorganismos deben ser constantes, abundantes y exclusivos de la materia fecal, así mismo deben contar con características que les permitan sobrevivir de igual manera que los patógenos

intestinales, pero con la capacidad de desarrollarse fuera del intestino.

(16)

Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente:

- *Enterobacter*
- *Escherichia*
- *Citrobacter*
- *Klebsiella*.

3.3.5.1. Coliformes totales

No todos los microorganismos coliformes son de origen fecal, es por eso que el grupo de coliformes se divide en dos: los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales aquellos de origen intestinal.

Los podemos encontrar fácilmente dispersos en el medio ambiente (por ejemplo, en el suelo y las plantas) y generalmente no causan enfermedades. (17)

3.3.5.2. Coliformes fecales

Son llamados también, termotolérantes, ya que pueden soportar altas temperaturas logrando crecer hasta con una temperatura de 45 °C.

Los coliformes fecales son bacilos Gram – negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas.

La mayor especie en el grupo de coliformes fecal es *Escherichia coli* (E. coli.), aunque también podemos distinguir otras especies tales como: *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*, los dos últimos se asocian a contaminación procedente de la vegetación, aunque también pueden ser hallados en el intestino.

Su presencia es un indicativo de contaminación de origen fecal de la muestra y por lo tanto tiene una gran capacidad de provocar enfermedades. (17)

3.3.5.3. Hábitat

Los microorganismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat predominantemente dentro del intestino, esto aplica a la mayoría de las especies que involucra.

Estas bacterias generalmente se encuentran en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente, es decir seres homeotermos, pero también las podemos encontrar en la naturaleza, en el suelo, en semillas y distribuidas en vegetales. (17, 18)

3.3.5.4. Características (17, 18)

- Estas bacterias fermentan la lactosa a una temperatura de 35 – 37°C produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas
- Pueden ser aerobias o anaerobias facultativas
- Son oxidasa negativo
- No forman esporas
- Presentan actividad de la enzima B – galactosidasa
- Son resistentes a las sales biliares
- Algunas tienen una cápsula prominente (Enterobacter y Escherichia) mientras que otras están rodeadas de una capa viscosa difusible y suelta

3.3.5.5. Identificación

La hidrólisis de la lactosa es considerada la prueba más importante para la identificación de este grupo de bacterias. Gracias a la enzima B- galactosidasa rompen al disacárido. Posteriormente ambos monosacáridos (glucosa) son metabolizados por el ciclo glicolítico y el ciclo del citrato. Los productos de este ciclo metabólico son ácidos y CO₂.

Para realizar la determinación de la enzima B-galactosidasa se utilizan medios cromógenos como el agar chromocult. (17, 18)

dfdsad

3.3.6. *Escherichia coli*

Escherichia coli es el miembro más frecuente e importante del género *Escherichia*. es habitante normal del tracto gastrointestinal y es muy común aislarlo en cultivos de heces.

Cuando las cepas de *Escherichia coli* adquieren cierto material genético, pueden llegar a ser patógenas. Causando muchas enfermedades como gastroenteritis, e infecciones extraintestinales como infecciones el tracto urinario, meningitis y sepsis.

La primera vez que fue descrita, fue en 1885 por Theodore von Escherich, bacteriólogo alemán, quien la denominó *Bacterium coli commune*. Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor (12, 19)

3.3.6.1. Características

- Bacilos gram negativos anaerobios facultativos

- El lipopolisacárido consiste en un polisacárido externo somático O, un núcleo polisacárido (antígeno común) y el lípido A (endotoxina)
- *Escherichia coli* puede cultivarse fácilmente de las heces en condiciones aerobias. En medios selectivos, como agar MacConkey, *Escherichia coli* usualmente aparecen como colonias rosadas, lo que indica que el organismo fermenta la lactosa. También se debe realizar una identificación bioquímica adicional, ya que hasta el 10 % de *Escherichia coli* no fermentan la lactosa o fermentan la lactosa de forma relativamente lenta.
- Fermentadores: oxidasa negativo. La prueba de identificación bioquímica más útil para *Escherichia coli* es la prueba de indol, que es positiva en hasta 99 % de cepas de E. coli. Estas bacterias producen indol a partir de triptófano en 21 +/- 3 horas y 44 +/- 0.5 °C (12)

3.3.6.2. Patogenia e inmunidad

Escherichia coli posee una amplia gama de factores de virulencia. Además de tener factores generales de la familia Enterobacteriaceae poseen dos grupos de factores de virulencia especializados: adhesinas y exotoxinas.

En la siguiente tabla se especifican los factores de virulencia especializados (12):

Bacteria	Adhesinas	Exotoxinas
<i>Escherichia coli</i> enterotoxigénica	Antígenos del factor de colonización	Toxina termolábil (LT-1), Toxina termoestable (STa)
<i>Escherichia coli</i> enteropatógena	Pili formadores de haces (Bfp), intimina	
<i>Escherichia coli</i> enteroagregativa	Fimbras adherentes agregantes	Toxina termoestable enteroagregante, toxina codificada por plásmidos
<i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica	Bfp, intimina	Toxina de Shiga
<i>Escherichia coli</i> enteroinvasiva	Antígeno del plásmido invasivo	Hemolisina

3.3.6.3. Epidemiología

Podemos encontrar grandes cantidades de *Escherichia coli* en el tubo gastrointestinal. Aunque pueden tener un comportamiento como patógenos oportunistas, cuando invaden la cavidad peritoneal, la mayor parte de *Escherichia coli* causan enfermedad digestiva y extraintestinal lo hacen porque han adquirido factores de virulencia codificado por plásmidos, islotes de patogenicidad o en ADN de bacteriófagos.

Resulta difícil distinguir entre las cepas de *Escherichia coli* patógenas y las no patógenas en una placa de cultivo o por resultados de las pruebas bioquímicas; para poder distinguir entre ellas, se deben emplear técnicas de identificación adicionales, que generalmente se limitan a las pruebas de laboratorio de investigación.(20)

3.3.7. MEDIOS DE CULTIVO

Anton van Leeuwenhoek, en 1674 observó por primera vez en la historia, bacterias y protozoos en una gota de agua utilizando el microscopio. Casi

después de 200 años Pasteur logró cultivar bacterias en un laboratorio en un medio de cultivo compuesto de extractos de levaduras, azúcar y sales de amoníaco.

El cultivo es el proceso de proliferación de microorganismos al proporcionarles un entorno con condiciones apropiadas. Los microorganismos en proliferación producen réplicas de sí mismos y necesitan los elementos presentes en su composición química. Los nutrientes deben proporcionar estos elementos en una forma que sea accesible desde el punto de vista metabólico. Los factores que deben controlarse durante la proliferación incluyen nutrientes, pH, temperatura, aireación, concentración de sales y fuerza iónica del medio.

Aunque las pruebas que permiten la detección rápida de los antígenos microbianos y las pruebas moleculares basadas en los ácidos nucleico han sustituido a los medios de cultivo en la detección de muchos gérmenes, la capacidad de cultivarlos en laboratorio sigue teniendo una gran importancia en todos los laboratorios clínicos. (13, 21, 22)

3.3.7.1. Definición

Se denomina medio de cultivo al material alimenticio, que es capaz de brindar todas las necesidades para el desarrollo y crecimiento de microorganismos; mientras que el crecimiento de los mismos se denomina Cultivo.

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 presión de oxígeno adecuada, 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. (21, 22)

3.3.7.2. Agar

El agar es un polisacárido extraído de algas marinas que es singular para el cultivo microbiano por su resistencia a la acción microbiana y porque se disuelve a 100 °C pero no forma placas de gel hasta que se encuentra por debajo de 45 °C, las células pueden suspenderse en el medio a 45 °C y enfriar con rapidez dicho medio de cultivo hasta que adquiera la consistencia de gel, sin lesionar a las bacterias.

El agar es un elemento solidificante muy empleado para la preparación de medios de cultivo. (13, 22)

3.3.7.3. Agar Nutritivo

El agar nutritivo es un medio de cultivo usado normalmente como rutina para todo tipo de bacteria. Es muy útil porque permanece sólido incluso a relativamente altas temperaturas. Además, el crecimiento bacteriano en este agar lo hace en la superficie, por lo que se distinguen mejor las colonias pequeñas. (22)

3.3.7.3.1. Fundamento

Medio de cultivo no selectivo, en el cual la pluripectona y el extracto de carne constituyen la fuente de carbono, nitrógeno y aportan nutrientes para el desarrollo bacteriano. El agregado de cloruro de sodio mantiene el balance osmótico y el agar es el agente solidificante. (22)

3.3.7.3.2. Composición

El agar nutritivo contiene normalmente (p/v):

- 0,5% de peptona;

- 0,3% de extracto de carne/extracto de levadura;
- 1,5% de agar;
- 0,5% de cloruro de sodio;
- agua destilada;

pH casi neutro (6,8) a 25 °C

3.3.7.4. Agar Chromocult

Es un Agar que permite la rápida identificación de enzimas bacterianas mediante el uso de sustratos cromógenos. En este Agar los sustratos cromógenos ya se encuentran incluidos en el medio de cultivo (22)

3.3.7.4.1. Fundamento

- La interacción de determinadas peptonas, piruvato, sorbitol y buffer fosfato garantiza el crecimiento rápido de las colonias.
- Gracias al Tergitol se inhibe el crecimiento bacteriano de bacterias Gram positivas y algunas Gram negativas, sin embargo este no tiene efecto sobre el crecimiento de las bacterias coliformes. (22)
- Sustratos cromógenos:

- Identificación de coliformes

La enzima característica de coliformes, la B- D-galactosidasa escinde el sustrato de GAL- salmón y provoca que el color rojo del salmón de las colonias coliformes

- Identificación de *Escherichia coli*

El sustrato X- glucorónico se usa para la identificación de B- D glucoronidasa, la cual es característica de E. Coli.

Escherichia coli escinde ambos (GAL- Salmón y X- Glucorónico) y así sus colonias se tornan de color azul

oscuro o violeta. Estas son fácilmente distinguibles de otras colonias de coliformes las cuales crecen de color rojo salmón.

Adicionalmente para la confirmación de las colonias añadiendo triptófano se provoca la reacción de indol. (22)

3.3.7.4.2. Composición (g/litro)

- Peptonas 3.0
- Clorhidrato de sodio 5.0
- Dihidrógeno fosfato de sodio 2.2
- Dihidrógeno fosfato de di-sodio 2.7
- Piruvato de sodio 1.0
- Triptófano 1.0
- Agar – agar: 10.0
- Sorbitol 1.0
- Tergitol 7 0.15
- Mixtura cromógena 0.4

3.3.7.4.3. Evaluación

Se incubación debe realizarse por 24 horas a 35 °C de forma aeróbica. (22)

- *Escherichia coli*: colonias azul oscuro o violetas
- Coliformes totales: colonias rojo salmón (reacción con GAL- Salmón) y colonias azul oscuro o violetas (*Escherichia coli*).
- Otros Gram Negativos: colonias de colores más claros, excepto que tengan actividad de B-D- glucoronidasa las cuales aparecen de un color azul claro o turquesa.

Para confirmar la presencia de *Escherichia coli*, se pueden aplicar gotas del reactivo Kovacs (reactivo de indol); si la colonia cambia de color a rojo cereza se confirma la reacción positiva a indol.

3.3.8. SURFACE AIR SYSTEM (SAS)

SAS es un sistema completo para el muestreo microbiológico de aire y superficies incluyendo instrumentación para aplicaciones basadas en el muestreo de aire activo, acomodando una o dos placas con medio de cultivo

El sistema SAS hace uso de placas Petri listas para usar o placas de contacto para realizar el monitoreo biológico de control de superficie y aire en cualquier ambiente.

Vacías o listas para usar las placas de Petri y las placas de contacto se embalan adecuadamente para muestras clasificadas, controladas, ambientales u ocasionales en diferentes entornos que ofrecen un programa de muestreo rentable (23)

3.3.8.1. Fundamento

El aire muestreado se hace incidir sobre un medio de cultivo determinado, según se pretendan realizar cultivos de bacterias u hongos. Posteriormente se procede a la incubación a una temperatura adecuada y finalmente se efectúa el conteo de colonias expresando el resultado en ufc/m³ (unidades formadoras de colonias por metro cúbico) (24, 25)

El aire es aspirado a una velocidad constante durante un tiempo variable o determinado a través de una tapa de acero con una serie de agujeros, basada en diseño especial. El flujo laminar resultante que

dirige el flujo aéreo hacia la superficie del plato de contacto o la placa

Petri. (24, 25)



4. Análisis de antecedentes investigativos

- **Autor:** Schwartz, A; Martínez-Sánchez, G.

Título: La ozonoterapia y su fundamentación científica

Resumen: “En los últimos años la ozonoterapia como método terapéutico efectivo ha obtenido un mayor desarrollo y difusión. Rusia y Cuba la tienen reconocida en su normativa; en 14 de las 17 Comunidades Autónomas españolas está regulada; y en Italia cuatro Regiones han señalado los criterios para su práctica, además de dos decisiones judiciales favorables. La ozonoterapia se caracteriza por la simplicidad de su aplicación, alta efectividad, buena tolerancia, y con prácticamente ausencia de efectos colaterales.

El presente documento basándose en los últimos libros y artículos científicos sobre el tema, hace una actualización sobre los hallazgos recientes que justifican desde el punto de vista científico, las aplicaciones médicas del ozono. Durante largo tiempo en el pasado la aplicación del ozono en la práctica médica no era muy aceptada por las ideas infundadas sobre su toxicidad en relación con las altas concentraciones empleadas en la industria. Como todo medio de curación, la ozonoterapia es dependiente de la dosis. Es importante conocer que en la práctica clínica las concentraciones de ozono son inferiores a las tóxicas en varios órdenes de magnitud. En el diapasón de estas concentraciones el ozono actúa como medio terapéutico y muestra propiedades immuno-moduladoras, anti-inflamatorias, bactericidas, antivirales, fungicidas, analgésicas y otras. El número de sociedades científicas y trabajos de corte clínico, incluidos estudios de meta-

análisis se incrementan cada vez más. Al mismo tiempo se refuerzan los esfuerzos por regularizar esta práctica médica.”

Fuente: Scwhartz A, Martínez-Sánchez G. La ozonoterapia y su fundamentación científica. Revista Española de Ozonoterapia 2012; 2(1): 17.

- **Autor:** Adolfo Amador*, Mayra Bataller, Lidia A. Fernández, Ivonne Méndez, Irán Fernández, Caridad Ramos.

Título: Desinfección de agua con ozono en círculos infantiles en La Lisa, Ciudad de La Habana. Gestión del Proyecto y valoración crítica.

Resumen: “El agua potable puede ser contaminada con microorganismos durante su distribución y almacenamiento. El objetivo del presente trabajo es presentar la gestión y la valoración crítica de un proyecto para asegurar una adecuada desinfección en el punto de uso en todos los círculos infantiles del municipio La Lisa, en Ciudad de La Habana. Esto es una garantía de salud para niños de 1 a 5 años de edad y sustituye el método tradicional de desinfección de hervir el agua, con una significativa reducción del consumo de energía. Previamente, se llevó a cabo un estudio medioambiental para evaluar fuentes contaminantes de la región con una posible incidencia en las aguas de abasto a los círculos infantiles y un análisis de las redes hidráulicas para la instalación de los equipos en cada círculo infantil, considerando los tanques y cisternas para el almacenamiento del agua potable. Unos 120 ozonizadores fueron diseñados, producidos, instalados y evaluados en 20 círculos infantiles por el Centro de

Investigaciones del Ozono durante marzo a julio del 2009. Los parámetros controlados fueron la concentración de ozono disuelto (mayor de 0,3 mg/L) y la calidad microbiológica del agua (NC: 93-02-1985). La evaluación del desempeño durante varios meses mostró un 17% de equipos con dificultades, los cuales fueron reevaluados. Se estableció un procedimiento para la evaluación en el monitoreo y el mantenimiento. Además, se realizó un estudio epidemiológico con esta población infantil correspondiente a unos 2000 niños. El diagnóstico clínico, la atención médica especializada y las orientaciones de medidas higiénico-sanitarias contribuyeron al decrecimiento del porcentaje de niños con parasitismo y enfermedades gastrointestinales. Se constató que la ozonización del agua en el punto de uso favorece al trabajo del personal encargado de esta labor en los círculos.

El estimado del costo anual para la desinfección del agua con el empleo del Ozono y-F resultó mucho menor que el método térmico (hervir el agua con hornilla eléctrica y gas licuado)."

Fuente: Amador A, Bataller M, Fernández LA, Méndez I, Fernández I, Ramos C. Desinfección de agua con ozono en círculos infantiles en La Lisa, Ciudad de La Habana. Gestión del Proyecto y valoración crítica. Revista CENIC. Ciencias Biológicas 2010.

- **Autor:** Romely Cornejo Roque.

Título: Evaluación del proceso de desinfección de una planta de incubación de pollos broiler mediante el uso de ozono, Islay, Mollendo, Arequipa, 2015.

Resumen: “Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar cuantitativamente los principales microorganismos, como mesófilos aerobios totales, coliformes totales, *Escherichia coli* y hongos antes y después del uso de ozono como desinfectante, en la planta de incubación de la empresa PRODMIL S.A ubicada en Mollendo Islay provincia de Arequipa. El presente estudio se llevó a cabo para determinar si el ozono interfiere o interrumpe el metabolismo de las células bacterianas, a través de la inhibición y el bloqueo de la operación metabólica del sistema de control enzimático. Finalmente para demostrar la disminución de la carga bacteriana en cada ambiente de la incubadora. Se trabajó en dos oportunidades dentro de los principales ambientes de la planta de incubación, se procedió a realizar el muestreo de cada uno de los ambientes para esto se utilizó el SAS (surface air system). Para el análisis de laboratorio se usó agar nutritivo, para la determinación de mesófilos aerobios totales, y para el caso de *Escherichia coli* y coliformes totales se optó por un medio cromogénico como es el Chromocult, haciendo su diferenciación mas fácil, ya que las colonias de coliformes se tiñen rojo y las de *Escherichia coli* de un tono azul. Y por último agar Saboraud para la siembra de hongos. Se analizó e aire sin ozono, como normalmente se encuentra la planta de incubación. Después de colocó un dispensador de ozono en cada ambiente con el dispositivo SAS. Antes del tratamiento con ozono en los diferentes ambientes los resultados de unidades formadoras de colonias (UFC) fueron: su estimación fue numerada a las 24 y 48 horas de incubación con un promedio de: para mesofilos aerobios totales la cantidad fue de 339 UFC y 500 UFC a las 48 horas. En cuanto a

coliformes totales y *Escherichia coli* 3 UFC a las 24 y 48 horas. Por ultimo en hongos y levaduras el resultado fue 306 a las 24 y 353 a las 48 horas.

Después del uso de ozono como desinfectante los resultados de unidades formadoras de colonias disminuyeron notablemente_ en mesofilos aerobios los resultados a las 24 horas fueron 117 UFC y a las 48 horas 272 UFC. Para coliformes totales y *Escherichia coli* a las 24 horas y 48 horas 0 UFC. Y finalmente para hongos y levaduras a las 24 horas 11 UFC y a las 48 horas 31 UFC. Al análisis estadístico aplicando T student los resultados mostraron que hay diferencia significativa, en mesófilos aerobios totales a la 24 horas de incubación en valor hallado entre el promedio general de las muestras antes y después del uso de ozono fue $T = 7,235$ y a las 48 horas el valor $T = 7,235$ a un grado de libertad y a un parámetro límite de 6.3137. para coliformes totales y *Escherichia coli* a las 24 horas de incubación el valor hallado entre le promedio general de las muestras antes y después del uso de ozono es $T = 7.234$ y a las 48 horas el valor $T = 7.235$ a un grado de libertad y a un parámetro límite de 6.3137. para hongos y levaduras a las 24 horas de incubación el valor hallado es 10.365 y a las 48 horas el valor 121.537 a un grado de libertad y a un parámetro límite de 6.3137. Se concluye en este trabajo que bajo la acción desinfectante del ozono en la planta de incubación, la carga bacteriana disminuye.”

Fuente: Cornejo R. F., Evaluación del proceso de desinfección de una planta de incubación de pollos broiler mediante el uso de Ozono Islay, Mollendo, Arequipa, 2015, Tesis para optar el título

de Médico Veterinario y zootecnista, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, 2015

5. Objetivos

3.5.1. Objetivo general

3.5.1.1. Determinar la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado - Arequipa 2017

3.5.2. Objetivos específicos

3.5.2.1.1. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de UCIN (Unidad de cuidados Intensivos Neonatología) del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono

3.5.2.1.2. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos A del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono

3.5.2.1.3. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono

3.5.2.1.4. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del Recién Nacido del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono

3.5.2.1.5. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado sin la aplicación de ozono

3.5.2.1.6. Especificar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de UCIN (Unidad de cuidados Intensivos

Neonatología) del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono

3.5.2.1.7. Especificar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos A del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono

3.5.2.1.8. Especificar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Recién Nacidos B del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono

3.5.2.1.9. Especificar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Atención Inmediata del Recién Nacido del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono

3.5.2.1.10. Determinar el recuento microbiológico en UFC/m³ de aire en el ambiente de Tópico del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado con la aplicación de ozono

6. Hipótesis

Dado que el Ozono tiene capacidad bactericida; es probable que luego de su aplicación en los ambientes del Servicio de Neonatología, la cantidad de microorganismos en el ambiente sea menor comparada con la cantidad antes de la aplicación del mismo.

4. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

4.1.1. TÉCNICA: Observación Experimentada

4.1.2. INSTRUMENTOS: ficha de recolección de datos, Surface Air System (SAS), Equipo de Ozono

4.1.3. MATERIALES:

4.1.3.1. Material de laboratorio

- Agar nutritivo
- Agar Chromocult
- Frascos de vidrio pirex de 250 ml
- Balanza electrónica de 0,1 gramos
- Placas Petri descartables
- Guantes estériles
- Bolsas estériles
- Barbijo
- Gorro
- Botas descartables
- Alcohol al 99%
- Gasas estériles
- Lupa
- Lámpara
- Agua destilada
- Mechero
- Mandil

4.1.3.2. Equipos y maquinaria

- Incubadora 37° C
- SAS (Surface Air System)
- Equipo de ozono
- Autoclave

4.1.3.3. Otros materiales:

- Cámara fotográfica

- Cinta métrica
- Computadora
- Calculadora
- Lapiceros
- Tijeras
- Plumón indeleble
- Extensión eléctrica

2. Campo de verificación

4.2.1. Ubicación espacial

Instalaciones del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado - Arequipa

4.2.2. Ubicación temporal

Enero- Marzo 2017.

4.2.3. Unidades de estudio

4.2.3.1. Universo: Ambientes del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza (UCIN – Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología, Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Atención Inmediata del Recién Nacido)

4.2.3.2. Tamaño de la Muestra: aire extraído mediante el equipo SAS de los diferentes ambientes ya mencionados

4.2.3.3. Procedimiento de muestreo: Muestreo por conveniencia: se realizó dos tomas de muestra dentro de los ambientes ya descritos; antes y después de la aplicación de Ozono.

3. Estrategia de recolección de datos

4.3.1. Organización

Se solicitará el permiso correspondiente al Hospital Regional Honorio Delgado para la realización del proyecto de investigación, una vez obtenido el permiso se realizará la coordinación con el jefe del Servicio de Neonatología del Hospital Regional Honorio Delgado para poder acceder a las instalaciones del Servicio, acordando una fecha y hora.

Se tomarán dos muestras en los ambientes del Servicio (UCIN – Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología, Recién Nacidos A, Recién Nacidos B, Atención Inmediata del Recién Nacido, Tópico). Una muestra previa a la aplicación de Ozono y otra después de su aplicación.

Una vez recolectadas las muestras mediante el equipo SAS, se incubarán para su posterior lectura.

Obtenidos los resultados se realizará el análisis e interpretación de los mismos.

4.3.2. Recursos

4.3.2.1. Humanos

- Investigadora
- Asesor
- Personal especialista en laboratorio

4.3.2.2. Materiales

- Agar nutritivo
- Agar Chromocult
- Frascos de vidrio pirex de 250 ml
- Balanza electrónica de 0,1 gramos
- Placas Petri descartables
- Guantes estériles

- Bolsas estériles
- Barbijo
- Gorro
- Botas descartables
- Alcohol al 99%
- Gasas estériles
- Lupa
- Lámpara
- Agua destilada
- Mechero
- Mandil
- Incubadora 37° C
- SAS (Surface Air System)
- Equipo de ozono
- Autoclave
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Computadora
- Calculadora
- Lapiceros
- Tijeras
- Plumón indeleble
- Extensión eléctrica

4.3.2.3. Financieros

4.3.2.3.1. Autofinanciado

4.3.3. Validación de los instrumentos

No se requiere validación del instrumento

4.3.4. Criterios o estrategia para el manejo de resultados

Los resultados obtenidos serán analizados estadísticamente mediante el uso de cuadros de análisis de varianza y pruebas estadísticas como T de student, aplicadas mediante el programa IBM SPSS Statistics.22.0

5. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividades	Ene - 17				Feb-17				Mar-17			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Elección del tema												
2. Revisión bibliográfica												
3. Aprobación del proyecto												
4. Ejecución												
5. Análisis e interpretación												
6. Informe final												