



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Y COMERCIAL**

TESIS

**DESINFECCIÓN DE INDUMENTARIAS CONTAMINADAS
MEDIANTE AIRE OZONIFICADO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN
DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI) DEL
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS,
SURQUILLO-LIMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL Y COMERCIAL**

AUTORES:

Bach. JORGE LUIS QUISPE CISNEROS

Bach. LUIS JUNIOR CURI HUANCA

LIMA – PERÚ

2018

ASESOR DE TESIS

MG. RAÚL GUALBERTO QUISPE TAYA

JURADO EXAMINADOR

MG. EDMUNDO JOSE BARRANTES RIOS

Presidente

MG. DENIS CHRISTIAN OVALLE PAULINO

Secretario

MG. DANIEL VICTOR SURCO SALINAS

Vocal

DEDICATORIA

Dedicado a las personas que se involucraron enteramente y apoyaron nuestra formación profesional a través de sus consejos, enseñanza y motivación. Las mismas que nos encaminan para lograr nuestros objetivos a través de disciplina, pasión y perseverancia como pilares.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien nos brinda fuerza, voluntad y un día más para seguir luchando.

A nuestros familiares por el apoyo incondicional.

A los docentes quienes se involucraron enteramente con el gran compromiso de formar profesionales.

RESUMEN

La presente investigación titulada ***“Desinfección de indumentarias contaminadas mediante aire ozonificado en el área de recepción de la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Surquillo-Lima”***, se generó a partir de que las contaminaciones hospitalarias son consideradas como aquellas que se adquieren en un área de salud en la cual no existía ningún período de incubación en el paciente, y son capaces de generar complicaciones en pacientes y personal de salud que tenga contacto directo o indirecto con fuentes potenciales de diseminación y contagio de microorganismos patógenos.; por tanto el objetivo que nos propusimos fue la de determinar el efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la unidad de cuidados intensivos del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.

Para lo cual se realizaron en laboratorio pruebas de distintas concentraciones de ozono en la higienización y desinfección de las indumentarias hospitalarias a las cuales se le hicieron pruebas de incubación aplicando las Normas AOAC para medir la carga microbiana de gérmenes viables (UFC). Posterior a esto se realizaron pruebas estadísticas, prueba de F, para contrastar las hipótesis. Se evaluaron las UFC de los gérmenes viables.

Palabras claves: ozono, desinfección, coliformes, ionizado, gérmenes viables.

ABSTRACT

This research entitled "**Disinfection of contaminated clothing by ozonated air in the reception area of the intensive care unit (ICU) of the National Institute of Neoplastic Diseases, Surquillo-Lima**" was generated from the hospital contamination are considered as those that are acquired in a health area in which there was no incubation period in the patient, and are capable of generating complications in patients and health personnel who have direct or indirect contact with potential sources of spread and spread of pathogenic microorganisms .; Therefore, the objective we set was to determine the effect of ozonated air in controlling the microbial load of contaminated clothing in the intensive care unit of the National Institute of Neoplastic Diseases.

To this end, tests of different concentrations of ozone in the sanitation and disinfection of hospital apparels were performed in the laboratory to which incubation tests were performed applying the AOAC Standards to measure the microbial load of viable germs (CFU). After this, statistical tests, F test, were performed to test the hypotheses. CFUs of viable germs were evaluated.

Keywords: ozone, disinfection, coliforms, ionized, viable germs.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....	i
ASESOR DE TESIS	ii
JURADO EXAMINADOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xv
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Justificación del estudio	19
1.4. Objetivos de la investigación	19
1.4.1. Objetivo general.	19
1.4.2. Objetivos específicos.	19
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes nacionales.	21
2.1.2. Antecedentes internacionales.	26
2.2. Bases teóricas de las variables	32
2.2.1. Variable Independiente: Aire Ozonificado	32
2.3. Definición de términos básicos.....	60
III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	63
3.1. Hipótesis de la investigación	63
3.1.1. Hipótesis general.	63
3.1.2. Hipótesis específicas.	63
3.2. Variables de estudio	63

3.2.1.	Definición conceptual.....	63
3.2.2.	Definición operacional.	64
3.3.	Tipo y nivel de la investigación.....	65
3.4.	Diseño de la investigación.....	65
3.5.	Población y muestra de estudio.....	66
3.5.1.	Población.....	66
3.5.2.	Muestra.....	66
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	66
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	66
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	67
3.7.	Métodos de análisis de datos.....	67
IV.	RESULTADOS.....	68
4.1.	Resultados para la Contrastación de la Hipótesis General.....	68
4.1.1.	Resultados de la concentración de Ozono de 1 ppm en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.....	68
4.1.2.	Resultados de la concentración de Ozono de 3 ppm en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.....	75
4.1.3.	Resultados de la concentración de Ozono de 5 ppm en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.....	82
4.2.	Resultados para la Contrastación de las Hipótesis Específicas.....	89
4.2.1.	Aire ozonificado sobre carga microbiana de indumentarias.....	89
4.2.2.	Concentración de aire ozonificado sobre el total de la carga microbiana de indumentarias.....	96
4.2.3.	Tiempo de contacto del aire ozonificado sobre la carga microbiana de indumentarias.....	103
V.	DISCUSIÓN.....	110
5.1.	Discusión de los resultados para la contrastación de la Hipótesis General.....	110
5.2.	Discusión de los resultados para la contrastación de las Hipótesis Específicas.....	110
5.2.1.	Discusión sobre el aire ozonificado sobre carga microbiana de indumentarias.....	110
5.2.2.	Discusión sobre la concentración de aire ozonificado sobre el total de la carga microbiana de indumentarias.....	111

5.2.3. Discusión sobre el tiempo de contacto del aire ozonificado sobre la carga microbiana de indumentarias.....	112
VI. CONCLUSIONES	113
VII. RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	115
ANEXOS	120
ANEXO 1. Matriz de Consistencia	121
ANEXO 2: Matriz de operacionalización	122
ANEXO 3: Ficha de registro de muestras	123
ANEXO 4: Procedimiento de Toma de muestras y estudio microbiológico del Laboratorio Microbiológico del INEN.....	124
ANEXO 5: Reporte de Resultado de Laboratorio microbiológico del INEN.....	142
ANEXO 6: Resumen total de análisis de laboratorio con aplicación del tratamiento con ozono.....	143
ANEXO 7: Propuesta de valor	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de sistematización de datos muestras sin la aplicación de ozono.	24
Tabla 2. Matriz de sistematización de datos para muestras con la aplicación de ozono.	25
Tabla 3. Resultados de la experimentación.....	31
Tabla 4. Potencial de oxidación de diferentes desinfectantes.....	34
Tabla 5. Características y propiedades fisicoquímicas.	35
Tabla 6. Rangos olfativos del ozono.....	36
Tabla 7. Tiempo de vida del ozono a diferentes temperaturas.....	36
Tabla 8. Composición del aire.	40
Tabla 9. Comparación de fuentes de generación del ozono.	41
Tabla 10. Eficiencia y gasto de energía de los diferentes métodos de generación de ozono.....	42
Tabla 11. Límites OHSAS para el uso de ozono en aire.....	45
Tabla 12. Definición operacional de las variables.....	64
Tabla 13. Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 1 ppm – 5 kg indumentarias contaminadas.	69
Tabla 14. Resumen Estadístico Comparación de Carga inicial (UFC/ml) & Carga final (UFC/ml)	71
Tabla 15. Comparación de las desviaciones estándar.....	71
Tabla 16. Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 3 ppm – 5 kg indumentarias contaminada.....	76
Tabla 17. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga inicial UFC/ml & Carga final.....	77
Tabla 18. Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras	78
Tabla 19. Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 5 ppm – 5 kg indumentarias contaminada.....	83

Tabla 20. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml.....	84
Tabla 21. Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml.	85
Tabla 22. Resultados de la exposición de concentración de Ozono sobre gérmenes viables 5 kg indumentarias contaminadas.	90
Tabla 23. Resumen Estadístico del Comparación de Dos Muestras – Gérmenes Viables iniciales UFC/ml & Gérmenes Viables finales UFC/ml.....	91
Tabla 24. Comparación de Desviaciones Estándar de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.....	95
Tabla 25. Resultados de la exposición de concentración de Ozono sobre la carga total microbiana - 5 kg indumentarias contaminadas.....	97
Tabla 26. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga total inicial UFC/ml & Carga total final UFC/ml.....	99
Tabla 27. Comparación de Desviaciones Estándar.....	102
Tabla 28. Resultados de la exposición de tiempo de contacto y la concentración de Ozono sobre la carga microbiana - 5 kg indumentarias contaminadas.	104
Tabla 29. Resumen Estadístico de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml).....	106
Tabla 30. Tabla ANOVA de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml).....	106
Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de ozonización (0.5 ppm por 30 min)	31
Figura 2. Configuración espacial de la molécula de ozono.....	33
Figura 3. Configuración espacial de la molécula de ozono.....	33
Figura 4. Rutas genéricas de transmisión.....	50
Figura 5. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.	70
Figura 6. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.....	73
Figura 7. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	73
Figura 8. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	73
Figura 9. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.	78
Figura 10. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.....	80
Figura 11 Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	80
Figura 12. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.	81
Figura 13. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.	85
Figura 14. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.....	87
Figura 15. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	87
Figura 16. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.	88
Figura 17. Frecuencia de las cargas microbianas de gérmenes viables iniciales y finales.	92
Figura 18. Tendencias de las cargas microbianas de gérmenes viables inicial y final.	94
Figura 19. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.	94
Figura 20. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.....	94
Figura 21. Frecuencia de las cargas microbianas totales iniciales y finales.	98
Figura 22. Tendencias de las cargas totales microbianas inicial y final.....	101
Figura 23. Caja y Bigotes de las cargas totales microbiológicas iniciales y finales....	101

Figura 24. Gráficos de cuantiles de las cargas total microbiológicas iniciales y finales.	101
Figura 25. Gráficos ANOVA para el tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	108
Figura 26. Medias de Fisher del tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	109
Figura 27. Gráfico de caja y bigotes del tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales.....	109

INTRODUCCIÓN

La investigación se desarrolló debido a que en un área crítica del hospital denominado unidad de cuidados intensivos (UCI) del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, caracterizado por recibir pacientes en condiciones de alta complejidad y contener en dicha área microorganismos altamente resistentes por esa misma causa de recibir generalmente enfermos con diversas patologías e infecciones, busca estudiar el impacto de la ozonización en las indumentarias altamente contaminadas con la finalidad de reducir su carga microbiana y sus posibles efectos adversos.

Permitirá conocer una alternativa de desinfección responsable con el medio ambiente al ozono en aire para su uso en hospitales demostrando de esta forma su eficacia como desinfectante bajo las condiciones en las que se plantea. Aportando información científica valiosa sobre un nuevo método de desinfección y su viabilidad de poder profundizar sus estudios en diversas áreas específicas con la finalidad de hacer frente al problema latente que son infecciones cruzadas, todo ello para beneficio de la sociedad en conjunto, mejorando el bienestar del personal de salud, pacientes y trabajadores que directa e indirectamente tienen relación con nuestra población de estudio

En términos generales éstas son las razones que han impulsado para realizar la investigación con el propósito de que los resultados de ésta servirán a las personas relacionadas con el área respectiva (inocuidad), así como a los investigadores de todos los niveles que deseen explorar y buscar alternativas de mejorar la calidad de vida de pacientes y aplicar un enfoque medioambiental.

La Hipótesis planteada fue el uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

El método general utilizado en la investigación fue el método científico.

El objetivo general planteado en la investigación fue determinar el efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

El contenido del informe está estructurado en siete capítulos, de la siguiente manera:

CAPÍTULO I, Contiene el planteamiento del problema, abarcando la caracterización de la problemática, formulación del problema, objetivos de la investigación, justificación e importancia y delimitación del problema de la investigación

CAPÍTULO II, Guarda relación con el desarrollo del marco teórico, comprendiendo los antecedentes de la investigación, teoría científica que fundamente el estudio, y el marco teórico conceptual.

CAPÍTULO III, Abarca la parte metodológica de la investigación, en la que incluye el tipo y nivel, el método y diseño de investigación, población y muestra, procedimientos de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis y procesamiento de datos.

CAPÍTULOS IV y V, Detallan el análisis e interpretación de los resultados y las discusiones de la relación de las concentraciones de ozono y la desinfección microbiana de las prendas de uso intrahospitalarios.

CAPÍTULOS VI y VII. Finalmente, en estos capítulos se han establecido las respectivas conclusiones y recomendaciones obtenidas.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las contaminaciones hospitalarias son consideradas como aquellas que se adquieren en un área de salud en la cual no existía ningún período de incubación en el paciente (Macedo & Blanco, 2015), capaz de generar complicaciones en pacientes y personal de salud que tenga contacto directo o indirecto con fuentes potenciales de diseminación y contagio de microorganismos patógenos.

El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas es un centro hospitalario público peruano administrado por el Ministerio de Salud, donde asisten diversos tipos de pacientes propias de enfermedades cancerígenas, en particular una de las áreas más críticas es específicamente la unidad de cuidados intensivos, considerada como un área crítica por existir un alto riesgo de propagación de microorganismos multirresistentes, precisamente por el ingresos de pacientes con múltiples enfermedades y en estados más críticos, la cual dentro de su estadía utilizan diversos recursos como en particular indumentarias o ropa hospitalaria de uso diario.

Al considerarse la ropa un vehículo de contaminación y tomando en cuenta a los pacientes de esta área en situación crítica y muchas veces hospederos de múltiples infecciones, es que se llega a cuestionar la integridad de las personas que se relacionan directa e indirectamente primero con el área de acopio de esta ropa que se caracteriza por tener un diámetro de 2 metro de largo por 2 metros de ancho, la cual sirve de depósito de utensilios de los pacientes, además se encuentra un lavadero para la limpieza de pisos y muebles de la unidad de cuidados intensivos y principalmente con las indumentarias altamente contaminadas, involucradas en serie de actividades como: recojo de ropa contaminada, donde se recolecta la ropa contaminada manualmente por

personal designado. clasificación, donde se dispone la ropa de acuerdo al nivel de suciedad o contaminación en bolsas plásticas rojas. Trasladado, donde la ropa se transporta hacia el área de lavado ubicado en el sótano del hospital una vez usada por estos pacientes a través de un coche de transporte no hermético pasando en su trayecto por sitios como pasadizos de alto tránsito de pacientes y personal de asistencia, zonas comunes como el ascensor de carga por donde transita visitantes, comida, ropa contaminada y pacientes en pre y post operatorio. Lavado y desinfección, donde se realiza procedimientos físicos y químicos para el adecuado tratamiento de la ropa en la cual existe riesgos de contaminación al personal de lavandería a causa de la manipulación de estas indumentarias altamente contaminadas. Es así como podemos sistematizar un entorno contaminado y con un riesgo potencial latente.

Por esa razón se plantea estudiar este problema y buscar una alternativa que mitigue o elimine estos riesgos inherentes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima?

¿Cuál es la concentración del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima?

¿Cuál es el tiempo de contacto del aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima?

1.3. Justificación del estudio

La presente investigación desarrollada en un área crítica del hospital denominado unidad de cuidados intensivos (UCI) del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, caracterizado por recibir pacientes en condiciones de alta complejidad y contener en dicha área microorganismos altamente resistentes por esa misma causa de recibir generalmente enfermos con diversas patologías e infecciones, busca estudiar el impacto de la ozonización en las indumentarias altamente contaminadas con la finalidad de reducir su carga microbiana y sus posibles efectos adversos.

La investigación también busca plantear como alternativa de desinfección responsable con el medio ambiente al ozono en aire para su uso en hospitales demostrando de esta forma su eficacia como desinfectante bajo las condiciones en las que se plantea. Aportando información científica valiosa sobre un nuevo método de desinfección y su viabilidad de poder profundizar sus estudios en diversas áreas específicas con la finalidad de hacer frente al problema latente que son infecciones cruzadas, todo ello para beneficio de la sociedad en conjunto, mejorando el bienestar del personal de salud, pacientes y trabajadores que directa e indirectamente tienen relación con nuestra población de estudio.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

Determinar el efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

1.4.2. Objetivos específicos.

Determinar el efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Determinar la concentración del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Establecer el tiempo de contacto del aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales.

Menéndez (2017), desarrolló la investigación "*Eficiencia de las micro nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017*" para optar el grado de ingeniera ambiental en la universidad privada Cesar Vallejo, en el cual en resumen nos habla del impacto y las causas que conllevan las aguas residuales o efluentes hospitalarios que engloba mezclas de medicamentos, detergentes, antisépticos, solventes y hasta materia orgánica donde producto de ello se convierte en residuos patógenos. En este problema poco estudiado también se recalca la poca importancia que se da a este tema, las escasas y en muchos casos inadecuadas plantas de tratamiento que existen dejando así latente este problema, bajo este entorno la autora plantea en la tesis medir el nivel de eficiencia de las nano-burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de estas aguas. Que es básicamente una forma de capturar los sólidos(contaminantes) suspendidos en los líquidos llevándolos a la superficie, estas nano burbujas pueden ingresar en los pequeños espacios de los contaminantes circundándolos en su totalidad en una esfera de pequeñas burbujas y haciéndolo flotar, sostiene que tomando en cuenta que debido al colapso de las micro burbujas se crean radicales libres reactivos las que ofrecen un grado de efectividad en la purificación y tratamiento de las aguas residuales, en este desarrollo de ondas expansivas y OH radicales originados por este colapso se logra inactivar coliformes y eliminar *E. coli*.

El autor planteó como objetivo general: Determinar cómo es la eficiencia de las micro- nano burbujas de ozono-aire durante el tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias y uno de sus objetivos específicos más rescatables, determinar cómo mejoran los parámetros (conductividad

eléctrica, pH, SST y turbiedad) después de la aplicación de micro - nano burbujas de ozono y aire. (Menéndez, 2017)

Siendo de esta forma su hipótesis general: La aplicación de micro - nano burbujas de ozono-aire no es constante durante el tratamiento y una de sus hipótesis específicas El tratamiento con micro - nano burbujas de ozono-aire mejora las características físicas del agua. La conclusión a la que arriba el autor es que se acepta la hipótesis general, porque según las pruebas estadísticas la eficiencia no es constante en los intervalos de tiempo 0-5, 5-10 y 10-15 minutos y que estadísticamente la turbiedad, conductividad eléctrica y PH si mejoran con la aplicación del tratamiento con micro - nano burbujas ozono-aire. (Menéndez, 2017).

El tipo de investigación que realizó es aplicativo, adoptando un diseño preexperimental con un enfoque cualitativo, utilizando instrumentos como análisis de laboratorio, fichas de control y análisis de muestras para luego ser analizadas en programas de análisis estadístico (SPSS, Excel). La población utilizada fueron aguas residuales hospitalarias, el tamaño de la muestra fue 40 litros para el proceso experimental y 4 litros para el análisis inicial, la técnica de muestreo usada fue no probabilística por conveniencia. (Menéndez, 2017)

Fernández (2017) desarrolló la investigación "*Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes del servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado – Arequipa 2017*", nos resume acerca del problema que resulta las infecciones nosocomiales o intrahospitalarias por sus consecuencias de morbilidad y mortalidad que provoca, siendo un riesgo no solo para el paciente sino también para el personal que labora en el área y todo el sistema de salud en general; induce también que existen medidas aplicadas a ambientes hospitalarios que tiene como fin disminuir infecciones y colonización de microorganismos, siendo una alternativa el ozono y su poder de desinfección gracias a sus propiedades bactericidas y bacteriostáticas inhiben la proliferación y crecimiento de microorganismos, su funcionalidad de fundamenta en que ninguna bacteria anaeróbica, virus, protozoos u hongo puede vivir en una atmosfera con alta concentración de oxígeno siendo el ozono una forma

alotrópica de este elemento. su trabajo fue desarrollado para determinar el grado de efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes Neonatológicos del hospital Regional Honorio Delgado, de esta forma se impartió con la determinación de carga microbiana del aire en los ambientes del área mencionada la cual fue medida en UFC/m³ antes y después de la aplicación del ozono durante un periodo de 30 minutos.

El autor planteó como objetivo general determinar la efectividad del Ozono como método de desinfección en ambientes del Servicio de Neonatología en el hospital Regional Honorio Delgado, Arequipa 2017, de esta forma siendo su hipótesis general:

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. Por consiguiente el autor llega a la conclusión siguiente, 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, y que 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. (Fernández S. G., 2017)

El nivel de investigación es analítica y descriptiva, a través del diseño experimental, con enfoque cuantitativo, el universo fue 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), el tamaño de muestra es el aire extraído mediante equipo SAS de los diferentes ambientes ya mencionado, el procedimiento de muestreo es por conveniencias, se realizó dos tomas de muestra dentro de los

ambientes ya descritos, estos fueron antes y después de la aplicación del ozono. El instrumento que se utilizó fue la ficha de recolección de datos, a través de cultivos de agar utilizando placas Petri medidos por Surface air system (SAS). (Fernández S. G., 2017)

Tabla 1.

Matriz de sistematización de datos muestras sin la aplicación de ozono.

Ambiente	Número de placa	SINOZONO							
		Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
				<i>E. coli</i>		Coliformes		Otras Gram negativas	
		UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3
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	8	12	133	0	0	0	0	2	22

Fuente: Fernández, S. G. (2017).

Descripción: En la tabla mostrada referente a la tesis titulada Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado-Arequipa 2017 se observa los resultados de las muestras realizadas antes de la aplicación del ozono como desinfectante, contabilizando así en un principio la cantidad de los diversos tipos de bacterias que contiene el sitio de estudio en sus diversas áreas.

Tabla 2.

Matriz de sistematización de datos para muestras con la aplicación de ozono.

Ambiente	Número de placa	CON OZONO							
		Agar Nutritivo		Agar Chromocult					
				<i>E. coli</i>		Coliformes		Otras Gram negativas	
		UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3	UFC/placa	UFC/m3
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

Fuente: Fernández, S. G. (2017).

Descripción: en la tesis titulada Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes del Servicio de Neonatología en el Hospital Regional Honorio Delgado-Arequipa 2017 se puede observar a través de la siguiente tabla después de haber realizado el experimento con la aplicación del ozono y su eficiencia en los distintos tipos de bacterias y lugares que se aplicaron, por ejemplo, la reducción en la unidad de cuidados intensivos de en la placa número 6 de 967 a 233 UFC/m3 reduciendo de un 100% a un 22% después de haber realizado el mencionado experimento.

Gonzales (2014) realizó la investigación “*Diseño e implementación de un sistema antiséptico aplicado a la desinfección en hospitales mediante el uso de ozono*” para optar el grado de ingeniero electrónico, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. En resumen, nos habla sobre la problemática de los centros de salud respecto a la enfermedades nosocomiales o intrahospitalarias y su impacto en las personas que adquieren estas enfermedades. recalca que existen métodos para la desinfección de los ambientes en los hospitales como desinfectantes líquidos y la luz ultravioleta, y una última opción poca estudiada que es el ozono como desinfectante. En la tesis se plantea diseñar e implementar un sistema generador de ozono a la desinfección de habitaciones en los hospitales, de esta forma aprovechar el ozono debido a su alto potencial oxidante y su capacidad de

eliminar toda clase de bacterias, el nivel de desinfección depende en gran medida de la concentración del ozono en el ambiente, el tipo de bacteria y el tiempo de exposición. El mencionado diseño cuenta con una etapa de control tanto con la lógica del programa y la interfaz del usuario y una etapa de potencia para la obtención de altos voltajes (mayor a 10 000V) necesarios para generar ozono esto conectado a un capacitor cilíndrico con una entrada de oxígeno gaseoso la cual ingresará a una caja acrílica la cual simula el ambiente de hospital sobre la cual se realizará la exposición de 3 tipos de bacterias durante un tiempo determinado.

El autor planteó como objetivo general, diseñar un equipo capaz de generar ozono a fin de desinfectar las habitaciones de los hospitales bajo un tiempo y concentración determinados por el tipo de ambiente; y uno de los objetivos más rescatables es verificar que a mayores concentraciones de ozono las bacterias son eliminadas en un menor tiempo de exposición. Las conclusiones fueron las siguientes, el primero respondiendo al objetivo general menciona que luego de la implementación del equipo y posterior a las pruebas y mediciones realizadas se pudo verificar que el *Flyback* utilizado tiene un comportamiento lineal en el rango de 1 kHz a 3 kHz, mientras que en el rango de 3 kHz a 7 kHz el comportamiento no mantiene una proporcionalidad. Y la otra conclusión indica que con una concentración de ozono de 250ppb durante un tiempo de exposición de 2 horas no hubo acción desinfectante del ozono, puesto que hubo un gran crecimiento de las bacterias, sin embargo, para la concentración de 500ppb durante 4 horas de exposición el nivel de desinfección fue del 100% para la *Escherichia Coli* y *Pseudomona aeruginosa*, mientras que para la *Staphylococcus aureus* fue del 99.999%. (Gonzales, 2014)

2.1.2. Antecedentes internacionales.

Taípe (2016), en su investigación titulada "*Afectación de los desechos hospitalarios en la salud del personal. Elaboración de un manual para el manejo de los desechos hospitalarios en el dispensario de dos mangas del seguro social campesino del Península de Santa Elena*" de Universidad de Guayaquil, del país de Ecuador. Nos habla acerca del manejo de los desechos hospitalarios en el mencionado hospital, y su incidencia en la salud del personal donde uno de los

factores a medir son el grado de conocimiento de bioseguridad que estos tiene, así como sus consecuencias para luego determinar alternativas de solución para hacer frente a esta problemática latente.

Uno de los problemas específicos clave que podemos rescatar para nuestra investigación es ¿a qué clases de accidentes y riesgos esta propenso el personal de salud por el manejo inadecuado de los desechos hospitalarios?, aquí se puede evidenciar como factor crítico la insalubridad y ambiente deficiente la cual genera consecuencias como sanidad inadecuada, ropa de trabajo sucia y servicios deficientes, para lo cual es importante enfatizar en las infecciones y sus mecanismos de transmisión, ya que el personal está ampliamente expuesto debido al factor mencionado. Por lo que se llegó a la conclusión de que el riesgo potencial expuesto el personal es al riesgo biológico la cual se traduce en la presencia de una serie de microorganismos en los desechos generados, principalmente: salmonella, pseudomonas, estreptococos y estafilococos. Acotando también que no solo el personal está expuesto, sino que el ambiente laboral dentro se vuelve más inseguro al no darle especial importancia al cumplimiento íntegro de normas y bioseguridad y manejo de desechos.

El trabajo mencionado tuvo un tipo de investigación la cual es descriptiva, exploratoria, mixta y proyectiva, usando un método deductivo, inductivo, análisis y síntesis. Su población será todo el personal del dispensario y su muestra representa el 100% de estas personas. La técnica de recolección de datos es a través de encuestas y observación. (Taípe, 2016).

Gómez & Godoy, (2015); en su investigación que lleva por título "*Integración de un sistema de desinfección de agua para el área de lavamanos de un quirófano por medio de ozono*" del instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México D.F. nos habla sobre la importancia de la asepsia y esterilidad de un quirófano con la finalidad de prevenir infecciones, partiendo de que los pacientes y personal médico e instalaciones son medios frecuentes de estos agentes, impidiendo de esa forma la apropiada salud del paciente.

El ozono considerado en estudios de investigación como un desinfectante poderoso y su bondad de no producir compuestos tóxicos con riesgo para la salud como los trihalometanos, a partir de ello se realizó un lavamanos ubicado junto al quirófano con la finalidad de disminuir la concentración de bacterias adquirida por contacto reciente con pacientes. (Gómez & Godoy, 2015).

Uno de los objetivos más rescatables de la investigación es: controlar la concentración de ozono para garantizar la esterilidad de un sistema de suministro de agua para quirófano. Donde se llegó a la conclusión que si es posible mantener la concentración de ozono disuelto en agua de acuerdo a los límites sugeridos por la US EPA (0.3mg/l) a través de un control todo o nada con la activación de válvulas solenoides al suministro de gas en el contactor. (Gómez & Godoy, 2015).

En cuanto a la metodología (Gómez & Godoy, 2015) mencionaron:

De acuerdo, al planteamiento del problema, primero se buscaron las condiciones en las cuales el agua queda libre de patógenos, que están marcadas por la US EPA, después fue necesario conocer las características con las que cuenta el agua del suministro; las cuales están descritas en la NOM-127 SSA. Existen varios métodos para la desinfección de agua, entre ellos la cloración y la ozonización, ésta última destaca por ser más eficiente que la cloración. (p.63).

En consecuencia, se buscaron las concentraciones necesarias de ozono para poder desinfectar agua. Dado que el ozono es un gas y el agua un líquido, se identificaron los métodos de disolución de gases en líquidos. El método más eficiente para esto es el inyector tipo Venturi, que consta de dos entradas, una de líquido y la otra del gas. Por el principio de funcionamiento del efecto Venturi, se decidió controlar el paso de ozono al sistema. (p.63).

Existen muchos tipos de válvulas, pero ya que el ozono es un gas muy reactivo, se escogieron de pellizco o manguito para no dañar la válvula. Es necesario un sensor que tome lecturas del ozono, para encontrar la

concentración y compararla con el set point para llevar a cabo el control; por lo que se escoge un fotómetro UV BMT 964. (p.64).

Para suministrar el ozono al sistema, es necesario de un generador de ozono, ya que debe ser generado in situ; se utilizó uno comercial. Como la producción de ozono en un generador no es la ideal desde un inicio, es necesario esperar a que la producción se estabilice y ya después se inyecta al sistema, por lo que se incluye un arreglo de válvulas para poder utilizar el mismo analizador. (p.64).

Para tomar las decisiones de control se escogió un microcontrolador Arduino UNO rev3. En el microcontrolador se introdujo la señal del analizador, que debió ser escalada y analizada por el programa para así tomar las acciones de control que darán los elementos finales de control, los cuales son las electro- válvulas. (p.64).

Kenneth (2005) en su artículo titulado “*El ozono, desinfección de áreas SARS-contaminadas*” desarrollado por el laboratorio Enviro Labs., desarrollado en Hong Kong, china. Menciona acerca del comentado brote del síndrome respiratorio agudo severo (SARS) dispersado en todo el mundo en el año 2003 y su incidencia sobre un ambiente cerrado ya que su transmisión se desarrolla a través de gotitas por medio de la respiración o estornudos, para lo cual existe la necesidad de un método de desinfección fiable esencialmente para las zonas de alto riesgo. Por un lado, se describe a la radiación UV, siendo su mecanismo de acción el causar daños en el ADN/ARN de las células de los microorganismos a través de radiación electromagnética de una longitud de onda determinada, pero su sistema resulta deficiente porque solo puede desinfectar aire cerca de las lámparas UV, limitando así su capacidad de penetración. Otro método también conocido es la limpieza de aire a través de filtros de alta eficiencia para partículas de aire (filtro HEPA) la cual puede capturar partículas de hasta 0.3 micras de longitud, pero no resulta eficaz en virus de longitud manométrica siendo esa la sencilla razón de no ser un buen candidato. También se pueden considerar los desinfectantes químicos, pero estos

generalmente resultan difíciles de descomponer, dejando residuos químicos tóxicos con peligro para la salud humana.

En un panorama completamente diferente tenemos al ozono, conocido por matar microorganismos de manera eficaz, usado ampliamente en la mayoría de ciudades modernas. Aunque los estudios para el uso de ozono en aire son relativamente limitados, existen resultados experimentales donde indican que podría ser un desinfectante eficaz tanto en aire como en agua, donde generalmente se evidencia efectos de altas concentraciones de ozono en patógenos como *E.coli* y *S. aureus* con una tasa de mortalidad del 99.99% para ambas especies. Aparte de su poder oxidante también resulta un método amigable con el medio ambiente ya que no genera residuos porque una vez generado al cumplir su función, se descompone en oxígeno la cual se integra a la atmósfera. En contraste a la radiación UV y filtro HEPA, el ozono tiene la capacidad de penetrar a cada esquina de la habitación, por lo que podría desinfectar toda la habitación de manera efectiva. Aunque teóricamente se convierte en un desinfectante ideal, existe la gran necesidad de ser probadas en entornos reales a través de procesos experimentales, bajo situaciones diversas la cual se traduce en más exploración. (Kenneth, 2005).

El artículo muestra una evaluación acerca de la eficacia de desinfección del ozono en la desinfección en una sala de conferencias. Se realizó en una habitación de 12 metros cuadrados, como generalmente se emplea altos niveles de ozono para matar virus, bacterias y esporas se aísla seres humanos, plantas y animales, el generador tiene una capacidad de entre 0.5 a 5 ppm, se colocó también un ventilador para asegurar la buena distribución del ozono. Se cierran puertas y ventanas y comienza el proceso de ozonización, se controla la concentración a través de un sensor, lo que ayudó también a realizar las pruebas en diferentes niveles 0,5 2.5 y 5 ppm para poder determinar el valor óptimo para matar la mayor cantidad de microorganismos posible. Una vez concluido el proceso se apaga el generador y el nivel de ozono comienza a descender, por ende, pasa a la auto descomposición a oxígeno, dicho sea de paso, no es recomendable ingresar a la

habitación hasta que sus niveles se reduzcan a 0.02 ppm la cual se logra ese nivel después de una hora de apagado el equipo. (Kenneth, 2005).

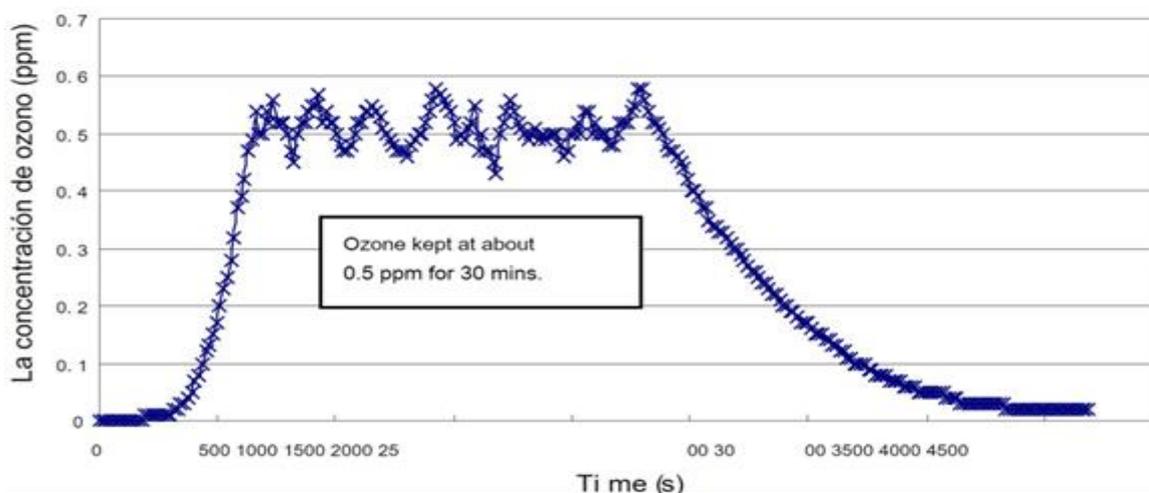


Figura 1. Proceso de ozonización (0.5 ppm por 30 min)
Fuente: (Kenneth, 2005)

(Kenneth, 2005) indica que la cantidad de bacterias en el aire se midió antes y después de la experimentación, la medición se llevó a cabo usando un muestreador de una tapa Anderson N-6 con tryptone soya agar (oxoide) en placa Petri. Se tomaron 283 litros de aire para cada muestreo. La placa Petri se encubo a 35 °C durante 48 horas antes de contabilizar. La eficiencia de la ozonización realizada en diferentes niveles se muestra a continuación:

Tabla 3.
Resultados de la experimentación.

Concentración de ozono	0.5 ppm	2.5	5 ppm
Antes de la ozonización	593	612UF	552
Después de la ozonización	169	42	57
% de Reducción	71.5%	93.1%	89.6%

Fuente: (Kenneth, 2005)

Según la tabla 3 se puede decir que a mayor concentración incrementa el efecto desinfectante del ozono, es decir, más del 90% de las bacterias en el aire podrían reducirse a 2.5 ppm de concentración sin embargo la adición de la concentración a 5 ppm no es beneficioso. En comparación a otros estudios

realizados donde se demuestra una eliminación del 99.99% de bacterias, en el caso de este estudio solo se llegó a un 93% solamente, esto se debe a que la sala de conferencia no estaba sellada al 100%, las puertas debían abrirse brevemente durante cada muestreo (para colocar el plato de agar) lo que permite una inevitable interacción del aire interior con exterior (Kenneth, 2005)

En conclusión, los datos experimentales demuestran que el ozono es eficaz para reducir las bacterias transportadas por el aire. Se redujo a más del 90% de las bacterias después de la ozonización. Como los virus son generalmente más susceptibles al ozono que las bacterias, se puede suponer que los virus se eliminan en mayor porcentaje. Es importante considerar que el ozono tiene una capacidad de penetración y un potente poder oxidante por lo que su eficiencia de desinfección es superior a la radiación UV y filtros HEPA. Por lo tanto, se recomienda el uso de ozono en la desinfección de SARS en ambientes contaminados. (Kenneth, 2005).

2.2. Bases teóricas de las variables

En este apartado se estudia los conceptos básicos referente a las variables de estudio, así como conocer más a profundidad sus propiedades y especificaciones necesarias para llevar a cabo la investigación.

2.2.1. Variable Independiente: Aire Ozonificado

2.2.1.1. Concepto.

El ozono es un gas que no tiene color a concentraciones pequeñas, formada por tres átomos de oxígeno, siendo altamente inestable, gracias a ello actúa como un gran desinfectante y oxidante. Esta característica se relaciona también con la fácil descomposición a su forma habitual la cual es oxígeno normal (O_2), en el aire es muy volátil y es poco soluble en el agua. Su gran inestabilidad es característica esencial de su poder como desinfectante de alta eficiencia microbicida con tiempos de desinfección relativamente cortos. (Martínez & Rubio, 2007)

El concepto anterior coincide en gran parte con el concepto de Hernández (2010) en el desarrollo de su investigación donde menciona que el ozono es una forma alotrópica del oxígeno, es decir con mucha relación en sus propiedades, gracias a ello un oxidante muy energético con estudios que comprueban su eficacia en oxidación de materias orgánicas e inorgánicas, su poder oxidante la cual es mayor a la del cloro haciéndolo también más eficaz en la eliminación de olor, sabor y color del agua, así como la eliminación de virus, bacterias y otros microorganismos en el cual recalca el poder de oxidación del ozono en 2,07 voltios a comparación del cloro que es de 1,36 voltios.

2.2.1.2. Efecto químico del ozono.

Desde el punto de vista químico Durrant. P.J. y Durrant, B Citado por Bautista (2012) indica que este peculiar gas proveniente del oxígeno vendría a ser una de sus variedades alotrópicas y su configuración espacial se caracteriza por una longitud de enlace y un ángulo de enlace mostrados en la figura 2.

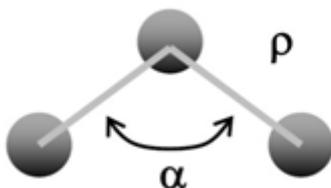


Figura 2. Configuración espacial de la molécula de ozono.
Fuente: Bautista 2012

Donde $a = 0.126 \pm 0.002$ nm y $P = 127 \pm 3^\circ$. Como ya se mencionó el ozono es un gas de elevado poder oxidante, obtenido a partir de oxígeno puro mediante la siguiente reacción química (figura 2) Esta se trata de una reacción altamente endotérmica, la cual nos indica que requiere gran cantidad de energía en forma de calor con un valor de +284,5 KJ/mol, y a su vez es no espontánea +161,3 KJ/mol según (Rodríguez, 2003) citado por (Bautista, 2012).



Figura 3. Configuración espacial de la molécula de ozono.
Fuente: Bautista 2012

Por otro lado, Pérez, 2008 en el artículo científico “*El ahorro de agua en las lavanderías industriales con la tecnología del ozono*”, indica que “...es, después del flúor, el compuesto más oxidante, debido a su facilidad de captar electrones. De rápida descomposición y a igualdad de condiciones más estable en agua que en aire” (p. 7).

Indica Pérez, 2008 que “a una temperatura de -12°C condensa a un líquido azul intenso. En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es trece veces más soluble en agua que el oxígeno, pero debido a la mayor concentración de oxígeno en aire, este se encuentra en el agua en mayor medida que el ozono”. (p.7).

Para poder apreciar mejor el poder de oxidación con relación a otros compuestos se muestra una tabla donde se fundamenta que debido a su elevado potencial redox, el ozono es un oxidante químico muy potente, propiedad que puede ser utilizada para la degradación de compuestos contaminantes o para la desinfección de agua. Como se muestra a continuación. (Fernández, 2015).

Tabla 4.
Potencial de oxidación de diferentes desinfectantes.

Compuesto	F ₂	O ₃	H ₂ O ₂	MnO ₃	Cl ₂	ClO ₂
Pot. Redox	2.85	2.07	1.76	1.68	1.36	0.95

Fuente: (Fernández, 2015)

2.2.1.3. Características del ozono.

Gracias a investigaciones realizadas como se pudo ver en el apartado anterior, se puede decir que el ozono es un gas a temperatura ambiente, de un color azul pálido e inestables lo cual se puede traducir en fácil descomposición una vez generada o volatilidad, recomendándose que la forma que desee generarse para cualquier fin se debe producirse in situ, para su aplicación (Pérez, 2008).

Tabla 5.
Características y propiedades fisicoquímicas.

Fórmula molecular	O ₃
Característica principal	Gas oxidante
Peso molecular	48.0 mol
Concentración	De hasta 18% por el peso en oxígeno
Punto de ebullición	-111.9°C
Punto de fusión	-192.7°C
Temperatura crítica	-12.1°C
Presión crítica	54.6 atmósferas
Densidad	2.14 kg O ₃ /m ³ a 0oC y 1013 mbar
Densidad relativa (al aire)	1.7
Solubilidad en agua	3 ppm a 20°C
Calor de formación	144.7 kJ/mol
Ángulo de enlace	116°
Potencial electroquímico	-2.07 V
Factor de Conversión	1 mg/m ³ equivale a 0.51 ppm
Punto de destello	no aplicable
Temperatura de auto ignición	No aplicable
Inflamabilidad	Inflamable, pero vigoroso para apoyar la combustión
Productos peligrosos de la descomposición	Ninguno

Fuente: (Martínez 2007)

En la tabla 5 se muestran las principales características y propiedades fisicoquímicas del ozono en fase gaseosa y los criterios de debemos conocer al momento de interactuar con el elemento, así como sus peligros que debemos tener en cuenta, para conocer este detalle más a profundidad en los capítulos posteriores se hablará sobre los riesgos para la salud, así como las fuentes de exposición.

Por otro lado, el interés creciente por usar ozono tanto en áreas de la industria y fines diversos relacionados a la descontaminación ambiental hizo que

en los setenta y nueve congresos de Instituto Americano de Ingenieros Químicos realizada en marzo de 1975 se aprobó la siguiente tabla. (Jingquan, 2014).

Tabla 6.
Rangos olfativos del ozono.

Intensidad de olor	Partes por millón	Mgs O ₃ /m ³ aire
sin olor	0	0
Trazas Definido	0.5 a 1	1 a 2
Fuerte	1 a 3	2 a 6
	5 a 10	10 a 20

Fuente: (Jingquan, 2014)

Existen estudios donde se relaciona al tiempo de vida del ozono con variables como la temperatura, esta tabla nos da una aproximación de cómo difiere el tiempo de vida del ozono en fase gaseosa respecto a diferentes grados centígrados de temperatura.

Tabla 7.
Tiempo de vida del ozono a diferentes temperaturas.

Temperatura °C	Tiempo de vida media
-50	3 meses
-35	18 días
-25	8 días
20	3 días
120	1.5 horas
250	1.5 segundos

Fuente: (Sánchez, 2014)

2.2.1.4. Tiempo de contacto:

El tiempo de contacto del aire ozonizado se usa para determinar cómo afecta su aplicación bajo condiciones específicas respecto a un lapso de tiempo determinado, en este caso para medir el nivel de desinfección en función de los tipos y la cantidad de microorganismos. El tiempo de contacto también se usa para poder comparar la efectividad de desinfección respecto a otros compuestos usados para el mismo fin.

A continuación, se muestra el tiempo de contacto necesario para la inactivación del 99% de los microorganismos a 5°C. Para la bacteria *E. coli* se usó desinfectantes como libre (pH 6-7), Cloraminas (pH 8-9), dióxido de cloro (pH 6-7) donde su tiempo de inactivación fueron 0.0034-0.005, 95-180, 0.4-0.75, 0.02 respectivamente. De la misma forma para el virus polio con tiempos de inactivación de 1.1-2.5, 770-3740, 0.2-6.7, 0.1-0.2 respectivamente. (Ozonotech, 2019).

2.2.1.5. Concentración de ozono.

Existen varias técnicas analíticas para la determinación de la concentración de ozono, tanto para la dilución en fase acuosa como para la fase gaseosa. Las unidades de la concentración del ozono serán en mg/l o g/m³. A continuación se presentan algunos métodos para la medición de ozono.

2.2.1.4.1. Método yodométrico.

Método que consiste en el burbujear el ozono en fase gas (O₃) en una solución de yoduro de potasio (KI). La forma en la que se estima el flujo másico de ozono consiste en la liberación de yodo de la solución de yoduro de potasio. En esa reacción el elemento activo es la molécula de O₂ liberado de la molécula de O₃. (Jingquan, 2014).

2.2.1.4.2. Absorción de luz UV.

Este método también es conocido como fotometría UV, puede ser utilizado para medir la concentración de ozono presente en un gas, pero también puede medirse en solución acuosa. Esta técnica consiste en la medición de la atenuación de un haz de luz UV ($\lambda = 254\text{nm}$, $l_{\text{m}} = 10^{-9}\text{m}$) al atravesar una celda de absorción, que contiene una muestra del gas o líquido que se desea analizar. La medición se hace a través de una comparación de la señal proveniente del sensor de muestra y la proveniente del sensor de referencia (Jingquan, 2014).

2.2.1.4.3. Método amperométrico.

Es un método que puede ser empleado para mediciones continuas y automatizadas de ozono residual en agua. Para poder realizar la medición se usa un cátodo de oro, un ánodo de plata, un electrolito y una membrana de teflón como membrana selectiva. Operándose de la siguiente manera: El ozono disuelto en agua logra ingresar a la membrana y el electrolito hasta colocarse en la superficie del cátodo. Teniendo, así como resultado una conducción de corriente eléctrica la cual será proporcional a la concentración del ozono disuelto en el agua. (Jingquan, 2014).

2.2.1.5 Ventajas y desventajas de su uso.

El ozono si bien es cierto tiene muchas características que pueden servir de mucha ayuda entorno a muchas áreas industriales y a fines también tiene limitantes en muchos aspectos para su uso, consideradas como restricciones, muy importantes para poder evaluar la viabilidad de su uso en una u otra área. A continuación, se muestran las ventajas del ozono en agua (Martínez & Rubio, 2007).

- Mata los microorganismos más efectivamente que el cloro.
- Oxida hierro y manganeso, lo cual permite remover color.
- Es uno de los químicos desinfectantes más eficientes.
- Requiere un tiempo de contacto relativamente corto.
- No genera THMs.
- Es un producto natural (oxígeno activado).
- Desinfección sin dejar sabores desagradables permanentes en el agua.
- No existe riesgo de sobredosificación.
- No produce subproductos halogenados, excepto en agua con alta concentración de bromo.
- No requiere de manejo de productos químicos.
- Bajo costo de operación.

A continuación, se muestran algunas desventajas estudiadas en la aplicación del Ozono en agua (Martínez & Rubio, 2007)

- La generación de ozono requiere de una alta cantidad de energía y debe ser generado en el lugar donde se va a aplicar.
- Ozono en altas concentraciones es altamente corrosivo y tóxico.
- La cantidad de ozono disminuye rápidamente con pH alto y a altas temperaturas.
- Produce material biodegradable que debe ser controlado.

2.2.1.6. Medios de generación.

A raíz del descubrimiento del ozono y sus bondades y conocidas, se vio maneras a lo largo de la historia de poderlos generar a través de técnicas de laboratorio o comúnmente llamadas artificiales, a continuación, se muestra las diversas formas de poder hacerlo:

2.2.1.6.1. Efecto corona.

Es un efecto que comúnmente sucede en los conductores de alta tensión y se manifiesta en forma de círculo lumínico a sus alrededores ya que los conductores suelen ser de sección circular, el círculo adopta una forma de corona, de ahí el nombre, se manifiesta en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables. Para obtener ozono por este método, es necesario tener electrodos que permita manejar campos eléctricos superior a 20 KV/cm, sin que suceda una descarga sostenible. Estos niveles de campos eléctricos proporcionan la energía necesaria para disociar las moléculas de oxígeno que formaran ozono. (Jingquan, 2014)

La realización del proceso de formación de ozono se efectúa en una celda de descarga diseñada por dos electrodos, un dieléctrico y un espacio por donde circula el oxígeno, tener en cuenta que con la producción de ozono hay un proceso paralelo que es la descomposición del ozono. (Jingquan, 2014)

El efecto corona comparado con la eficiencia del proceso fotoquímico, resulta más alta en 2-15 %, a una intensidad de corriente de 1 a 1.3 Acm-2, existe también la posibilidad de usar aire cambio de oxígeno. La composición del aire es de aproximadamente 78% de N₂ y 21% de O₂ siendo el resto otros gases. La presencia de nitrógeno (N₂), que es en gran proporción, es afectada por la descarga eléctrica al momento en que se realiza la formación de ozono, producto de esta presencia se llegan a generar compuestos NO_x. (Jingquan, 2014)

A continuación, se muestra la composición del aire limpio y seco para tener una mejor noción acerca de los componentes y las concentraciones que contiene, ya que gran parte de la producción de ozono se hace a partir del aire.

Tabla 8.
Composición del aire.

COMPONENTES PRINCIPALES	PORCENTAJE EN VOLUMEN	PORCENTAJE EN PESO
NITRÓGENO	78.09	75.53
OXÍGENO	20.95	23.14
ARGÓN	0.93	1.284
DIÓXIDO DE CARBONO	0.032	0.046

Fuente: (Jingquan, 2014)

En el proceso de formación se va a generar principalmente el óxido nítrico, luego de varias reacciones se irán generando los derivados denominados óxidos de nitrógeno. Estos son compuestos tóxicos, por lo que se debe evitar la exposición de estos gases. La potencia de generación de ozono con aire como fuente va desde 15 hasta 20 Whg-l, sin embargo, con oxígeno puro la potencia va desde 9 hasta 20 Whg-l. La literatura señala como factores experimentales que afectan a la eficiencia del proceso corona para la producción de O₃ a la temperatura del gas entrante, el contenido de oxígeno, la presencia de contaminantes en forma de gas, la energía eléctrica y el flujo de gas. (Jingquan, 2014)

Tabla 9.
Comparación de fuentes de generación del ozono.

Compuesto	Alimentado por aire (%)	Alimentado por oxígeno (%)
NO	0.7-8.4	-
O3	0.5-3.0	2-15

Fuente: (Jingquan, 2014)

2.2.1.6.2. Método electroquímico para la generación.

Cuando se irradia con UV a la molécula de O₂, esta absorbe la radiación electromagnética, estas se separan por 2 átomos de oxígeno. seguidamente, el átomo de oxígeno se une con una molécula de oxígeno diatómico para producir una molécula del ozono. La generación de O₃ por radiación UV es recomendada para la producción de ozono a pequeña escala o a nivel laboratorio. Una gran ventaja de esta técnica es su facilidad de control de velocidad de producción de ozono mediante el control de la fuente de poder de la lámpara. (Jingquan, 2014).

2.2.1.6.3. Método por electrolisis de agua.

Existe una nueva tecnología para la producción de ozono que hace referencia a una forma electroquímica de generación. A comparación de los procesos convencionales como el proceso corona u fotoquímico que generan una baja producción del ozono y generan contaminantes de óxido de nitrógeno, estos procesos pueden generar alta concentraciones comparados a los procesos convencionales y es posible la eliminación de varios contaminantes orgánicos resistentes. (Jingquan, 2014).

Para realizar un mejor análisis de la importancia de estos principales métodos en diversas circunstancias de acuerdo a lo relatado anteriormente, se muestra un cuadro que hace una comparación con respecto a concentraciones y consumo energético tanto en ozono generado a partir del efecto corona con oxígeno, de la misma forma a partir de aire y por último a través del método electroquímico. (Jingquan, 2014).

Tabla 10.

Eficiencia y gasto de energía de los diferentes métodos de generación de ozono.

Método de generación	Concentración de O₃ (mg/m³)	Consumo energético (Whg-1 de O₃)
Corona (con aire)	0.5-3.0	15-20
Corona (con O ₂)	2-15	9-20
Electroquímico	15-40	50-100

Fuente: (Jingquan, 2014)

En la investigación de Jingquan (2014) se mencionan las principales ventajas de producir ozono con un sistema electrolítico las cuales son:

- No hay contaminación iónica porque el agua de alimentación es disociada por una membrana de intercambio iónico. (Jingquan, 2014)
- El agua del proceso que está siendo desinfectada es la fuente de oxígeno para la generación de ozono, por lo tanto, no se introduce ningún contaminante exterior al sistema que está siendo tratado. (Jingquan, 2014).
- El ozono se disuelve en el agua de proceso tan pronto como se forma en el proceso, y para lograr la ozonización de los contaminantes, haciendo funcionar la celda bajo presión pueden producir concentraciones de ozono relativamente altas (Jingquan, 2014).

2.2.1.7. Aplicaciones del ozono.

2.2.1.7.1. El Ozono en la industria.

En la industria, el ozono ha encontrado un significativo número de aplicaciones, estas directamente relacionadas con su poder oxidante, que es sinónimo de desinfección en muchos casos. Para purificar el agua sustituyendo al cloro, elimina el mal olor y sabor en este uso. Su uso también está enfocado para esterilizar, purificar y eliminar el mal olor del aire, según últimas investigaciones también se pudo concretar su uso para blanquear maderas, ceras, aceites y textiles. Existen otros campos igual de importantes, tal es el caso de la industria alimenticia, donde se centra en la conservación de los alimentos, para la cual el ozono

complementa la acción de las bajas temperaturas en las cámaras frigoríficas, el papel del ozono consiste en evitar la proliferación de bacterias y mohos y, por lo tanto, la alteración del producto final. (Martínez & Rubio, 2007).

2.2.1.7.2. El uso del ozono en la medicina.

El uso de ozono también se desarrolla en esta área, siendo diversas sus aplicaciones, su auge se fundamenta en la existencia de bacterias que normalmente existen en un área médica, siendo las más principales, anaeróbicas, virus, protozoarios y hongos, muchas de estas sobreviven a desinfectantes tradicionales, es ahí donde ingresa el ozono, por lo tanto, investigaciones afirman que las enfermedades causadas por cualquiera de estos agentes son potencialmente curables con el ozono. Esta es la base de la oxigenoterapia, terapia oxidativa y auto - hemoterapia. (Martínez & Rubio, 2007)

2.2.1.7.3. Desinfección del agua.

Como se conoce, desinfectar el agua se traduce a eliminar de ella microorganismos patógenos, cuando se desinfecta de manera tradicional, se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades utilizando el agua como vehículo pasivo. El ozono ofrece una desinfección más efectiva y elimina sub - productos causantes de evolución de microorganismos patógenos (Martínez & Rubio, 2007).

2.2.1.8. Fuentes de exposición.

Existen diversas maneras en los que a altas concentraciones de ozono puede causar efectos sobre nuestro cuerpo humano, es por ello su importancia en conocerlo, a continuación, se muestra efectos que causa referente a los medios de contacto.

2.2.1.8.1. Inhalación.

El ozono en contacto con el aparato respiratorio puede generar principalmente dolor de garganta, tos, dolor de cabeza, jadeo y dificultad respiratoria (INSHT, 2018). Tomando en cuenta que estos síntomas están en función a una exposición prolongada o muy fuerte, estos límites ya están establecidos tanto por la NIOSH, así como las OSHAS, de las cuales se toma referencia en el apartado siguiente enfocado a la normativa.

Las medidas preventivas que se recomiendan son buena ventilación, extracción o protección respiratoria, pero en caso de una inminente exposición se sugiere brindar medidas de primeros auxilios brindándole abundante aire limpio y reposo, y posteriormente brindar asistencia médica. (INSHT, 2018).

2.2.1.8.2. Contacto con la piel y ojos.

El ozono en contacto con la piel solo existirá peligro si este se diluye con un líquido y estos se encuentran a bajas temperaturas para la cual como medida preventiva se recomienda el uso de guantes de frío, pero en el caso de una exposición que ocasione congelación aclarar con abundante agua. En el caso de los ojos, su exposición puede causar enrojecimiento y dolor, por lo que la medida preventiva es el uso de pantallas faciales o protector ocular combinada con protección respiratoria. En caso haya una exposición fuera de los límites se sugiere enjuagar con agua abundante durante varios minutos y seguidamente proporcionar asistencia médica. (INSHT, 2018).

2.2.1.9. Normativa.

Según indican el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2018) para trabajo pesado los límites son de 0.05 ppm o 0.1 mg/m³, trabajo moderado 0.08 ppm o 0.16mg/m³, trabajo ligero 0.1 ppm o 0.2 mg/m³ estos límites para un trabajo continuo de 8 horas laborales, pero de tratarse de un contacto en altas concentraciones necesariamente se establecen rangos máximos de 0.2 ppm

o 0.4 mg/m³ donde el tiempo máximo de exposición directa es de 2 horas como máximo.

Por otro lado, el Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHAS) también rigen sus parámetros recomendados para determinados fines, los cuales se muestran en la siguiente tabla 11.

Tabla 11.
Límites OHSAS para el uso de ozono en aire.

Exposición	Límites
Olor detectable tos/irritación	0.01 -0.05ppm
8min	1 ppm
1 min	10 ppm
Limites OSHA 8h	0.1 ppm
Limites OSHA 15 min	0.3 ppm
Concentración mortal en < 1 min	10 000 ppm

Fuente: (Jingquan, 2014)

2.2.1.10. Destrucción del ozono residual.

En la investigación de Fernández J. (2015) indica que Parte del ozono que se genera en el proceso de ozonificación llega a no difundirse en el agua la cual es expulsado, esto se le conoce como gas residual, dicho de otra manera, la concentración del ozono gas en la salida no utilizable suele ser superior a una concentración mínima establecida por la NIOSH y OSHAS. Entonces a través de un mecanismo el gas de salida es recolectado y el ozono transformado nuevamente en oxígeno antes de ser liberado a la atmósfera.

Existen diversos métodos para este proceso los cuales son:

a. Destrucción térmica

Consiste en realizar un proceso de calentamiento a una temperatura entre 300-350 °C a un tiempo relativamente corto, por lo general cinco segundos, cabe mencionar que es un método muy usado en Europa. (Fernández J., 2015)

b. Destrucción termo catalítica

Entendiéndose este proceso como la agregación de una sustancia para aumentar la velocidad de reacción química, para la destrucción del ozono se usa los catalizadores metálicos como los basados en paladio, manganeso que pueden operar a temperaturas tan bajas como 29°C, mientras que los óxidos metálicos como el óxido de níquel que operan a temperaturas entre 50 y 70°C. (Fernández J., 2015).

c. Adsorción y reacción sobre carbón activo granular (GAC)

Entendiéndose a la adsorción como un proceso donde se usa un sólido para quitar una sustancia soluble en agua, en la práctica para el caso del ozono según la investigación de Fernández J. (2015) indica que no es un método recomendable porque existe una combustión lenta ya que el carbón se consume existiendo así formación de partículas finas carbonosas que pueden ocasionar riesgos de explosión en las condiciones de operación.

d. Reutilización del ozono residual

Existen formas de hacer que el ozono residual no se destruya y se realice un proceso de recirculación, en el caso de un lavado en el que se pretenda usar existen métodos que permiten usar mecanismos como sistemas de recirculación de inyección o también llamado inyección de brazo lateral realizados a través de señales de control (Rice, Cardis, & Hook, (s.f)).

2.2.2. Variable Dependiente: Carga microbiana

cuando mencionamos la carga microbiana nos referimos al grado de contaminación microbiana en términos de tipos y números de estas mismas que se puede encontrar en un dispositivo u objeto antes de su esterilización o desinfección, la cual posteriormente a través de un proceso físico o químico se reduce el número de microorganismos la cual garantiza su manipulación o uso. (Minsa 2002).

Por otro lado, Valencia (2008) en su investigación define la carga microbiana como aquellos tipos y números de microorganismos que contaminan un objeto en específico, estos pueden ser piel, organismos, indumentarias, etc.

2.2.2.1. La carga microbiana, fuente principal de infecciones intrahospitalarias.

Como ya sabemos el producto de un ambiente, objeto o paciente con alto grado de carga microbiana es causa principal de una infección cruzada, la cual se desarrolla en el propio hospital, ya que, por la cantidad de pacientes infectados, estos albergan una diversidad de patógenos las cuales de manera indirecta o directa puede llegar a personas vulnerables.

El estudio científico de las infecciones cruzadas tiene su origen en la primera mitad del siglo XVIII la cual comenzó a estudiarse por médicos escoceses. En 1740 Sir John Pringle realizó las primeras observaciones acerca de la infección cruzada y dedujo que ésta era la consecuencia de la masificación hospitalaria, la cual se traduce que, si existe mayor cantidad de pacientes infectados, hay una alta probabilidad de existir un nivel mayor de carga microbiana. (Espinoza, 2010).

En 1843 el médico Oliver Wendell Holmes en su trabajo *On the contagiousness of Childbed Fever* mencionó que las infecciones ubicadas en el aparato genital de las gestantes eran propagadas físicamente a través de los médicos a gestantes a partir de los materiales infectados en las autopsias que practicaban o de las mujeres infectadas que atendían, así mismo dictó reglas de higiene en torno al parto. En 1861 el eminente médico húngaro Ignacio Felipe Semmelweis publicó sus trascendentales hallazgos sobre el origen nosocomial de la fiebre puerperal, los cuales demostraron que las mujeres cuyo parto era atendido por médicos, resultaban infectadas 4 veces más a menudo que las que eran atendidas en su casa por parteras, Semmelweis consiguió una notable reducción en la mortalidad materna a través de un apropiado lavado de manos por parte del personal asistencial, pilar fundamental en que se asienta hoy en día la prevención de las infecciones cruzadas. (Nodares, 2002).

2.2.2.2. Reservorios y fuentes.

2.2.2.2.1. Humanos.

A. Pacientes

Se da cuando el paciente colonizado se pone en contacto con personal de salud o individuos, por lo que a través de este medio se disemina los patógenos a pacientes y personas vulnerables concretándose de esa forma la contaminación cruzada. Cabe mencionar que la flora bacteriana de estos pacientes colonizados cambia de forma rápida y en muchos de los casos generan mayor resistencia a los antibióticos. (Macedo & Blanco, 2015).

B. Personal de salud

Es importante tener en cuenta que la piel es un portador de flora normal, pero es poco frecuente que porten y diseminen patógenos nosocomiales. Los patógenos más reconocidos son *Streptococcus aureus* a partir de portación nasal y EBHA a partir de faringe, recto y vagina, por lo tanto, los trabajadores con infecciones respiratorias altas y con erupciones cutáneas tienen riesgo aumentado de transmisión, además es vital tener en cuenta que la flora hospitalaria que se desarrolla en el personal o dentro de un hospital es por lo general multi - resistencia a los antibióticos. (Macedo & Blanco, 2015).

2.2.2.2.2. No humanos.

A. Reservorios y fuentes ambientales

Una fuente no humana pero poco habitual de diseminación de patógenos que puede desencadenar en contaminación cruzada son sistemas de agua, paredes y pisos siempre y cuando acumulen suciedad suficiente ocasionando un foco para albergar patógenos. (Macedo & Blanco, 2015).

B. Dispositivos médicos

Algunos se contaminan durante su uso y otros durante su manufacturación. La mayoría de las contaminaciones ocurren cuando los dispositivos permanecen húmedos, por ej. por procedimientos de desinfección que no son adecuados. Los patógenos involucrados son muchos e incluyen micobacterias atípicas que colonizan válvulas cardíacas protésicas y el agente de Creutzfeld-Jacob que coloniza electrodos implantables. (Macedo & Blanco, 2015).

C. Soluciones

Algunos agentes muestran considerable tropismo por ciertos fluidos. Por ej.: soluciones de dextrosa colonizadas por bacterias que pueden fijar nitrógeno atmosférico (ej.: *Enterobacter*); soluciones que contienen lípidos pueden ser colonizadas por muchos microorganismos, pero sobre todo *S. epidermidis* y *Malassezia*; desinfectantes, como el cloruro de benzalconio y los iodóforos que se contaminan con *Burkholderia cepacia*. Los fluidos intravenosos en las unidades de cuidados intensivos pueden contener *P. aeruginosa* y *S. maltophilia*. (Macedo & Blanco, 2015).

2.2.2.3. Vías de transmisión.

Existen vías por las cuales se realiza la proliferación, es decir la expansión de estos microorganismos patógenos que pueden desencadenarse en infecciones cruzadas, las cuales podrían afectar a otros pacientes, visitantes, personal médico o cualquier individuo expuesto de forma directa o indirecta a los puentes de contagio, en la siguiente grafica se muestra las rutas genéricas de transmisión desde un paciente colonizado desde la cual podría llegar a un paciente susceptible y acarrear en el peor de los casos la incuantificable perdida de la vida.

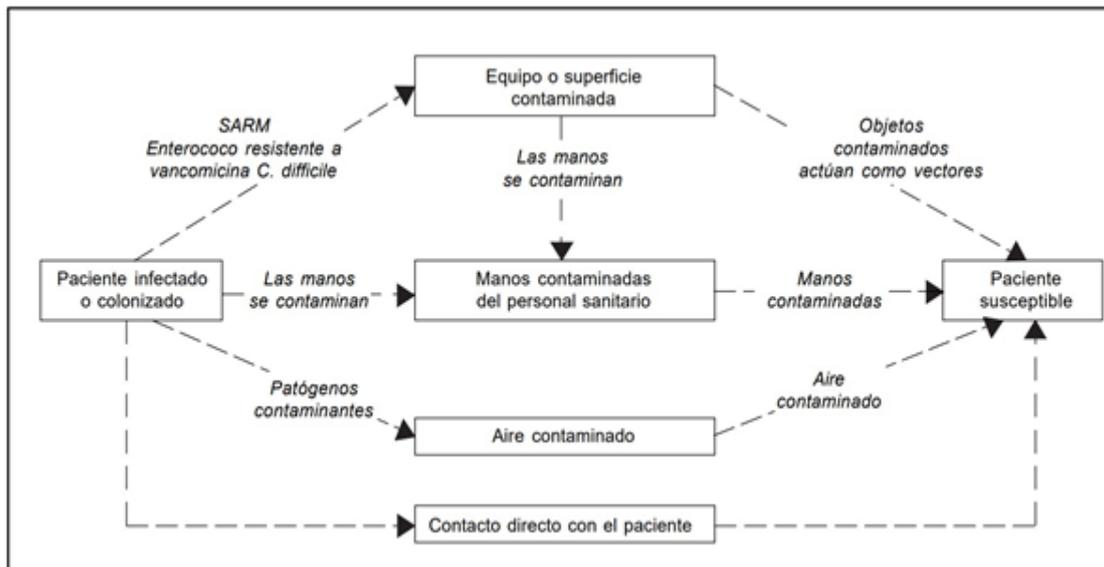


Figura 4. Rutas genéricas de transmisión.
Fuente (Baptista & Zamorano, 2011)

Después de conocer las rutas genéricas de transmisión, la cual nos indican desde un paciente infectado que rutas tomar para llegar a un paciente susceptible, ahora debemos de tener en cuenta, a través de esas rutas específicamente que medio usara para transportarse, se conocen cinco rutas principales de transmisión, las cuales se muestran a continuación. (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.3.1. Transmisión por contacto.

Este tipo de transmisión que desencadena en la diseminación de patógenos se dará siempre y cuando exista un nexo entre la persona colonizada u objeto contaminado y la interacción con alguna persona susceptible, objeto o ambiente libre de estos microorganismos. Existen formas claramente establecidas por las que puede ocurrir contaminación cruzada por contacto. Estas son:

a) Contacto directo

Este hecho sucede cuando existe contacto físico entre una persona contaminada y una persona susceptible, se considera contacto directo cuando se realicen acciones de tocar, besar, relaciones sexuales, secreciones y heridas, sin ninguna protección. (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

Es preciso recalcar que la infección por contacto directo comúnmente se lleva a cabo por malas prácticas, como por ejemplo no usar las medidas barreras como son los guantes, las batas, botas, etc.

b) Contacto indirecto

Se considera contacto indirecto cuando no hay un contacto físico, por lo contrario, existe vehículos que hacen llegar los patógenos de un paciente colonizado hacia un paciente susceptible, hay que tener en cuenta que es la forma más frecuente de transferir m.o, esto generalmente ocurre por coger objetos contaminados, como equipos o dispositivos que se usaron para el paciente y no llego a ser esterilizado o desinfectado adecuadamente.” (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.3.2. Transmisión respiratoria por gotitas de Plugge.

Gotitas plugge o también denominado gotitas de saliva, son diminutas partículas que expende de una personal al hablar, respirar toser o estornudar, por lo que representa medio de contagio de gérmenes infecciosos de un individuo a otro o demás personas a su alrededor. Es la vía más común de trasmisión en lugares concurridos ya que las gotitas de plugge se esparcen al aire cuando una persona realiza las acciones mencionadas antes infectando a los que se encuentran a su alrededor. (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

Estas mencionadas gotitas alcanzan distancias de 0.9m a 1 metro, generándose a si el contagio a una o más personas alrededor, la viabilidad de una infección dependerá del tipo de microorganismo que posea el paciente infectado y también de factores ambientales como humedad, temperatura y densidad de las secreciones respiratorias. (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.3.3. *Transmisión respiratoria aérea.*

Sucede cuando en un ambiente se encuentran partículas en forma de gotas o contenidos en partículas de polvo inferiores o iguales a 5 micrones, las cuales contiene diferentes tipos de microorganismos a la espera de un sistema inmunológico débil para poder ser infectado, tener en cuenta que los fáciles de transportarse a través de corrientes de aire llegando así a zonas susceptibles (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

Las medidas para prevenir estas formas de diseminación es básicamente tener un buen sistema de ventilación, cabe mencionar que los microorganismos transmitidos por esta vía son peligrosos pudiendo generar hasta la muerte. También hay que tener muy en cuenta las medidas de bioseguridad. Los microorganismos más habituales que podemos considerar son *Mycobacterium, tuberculosis*, virus del sarampión, virus de la rubéola, y varicela. (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.3.4. *Transmisión por vehículo común.*

Se da cuando de forma indirecta se transmiten patógenos a través de alimentos, agua, los medicamentos, superficies y equipos médicos. La característica que tiene esta forma de transmisión es que con un solo material puede llegar a varios individuos. Ello se puede prevenir usando de forma establecida medidas de limpieza y desinfección diaria, en especial aquellos elementos que rodean los pacientes infectados, así como equipos usados en sus intervenciones o actividades diarias (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.3.5. *Transmisión por vectores.*

Se considera transmisión por vectores cuando un agente (persona o animal) transporta y transmite un patógeno a un paciente, es una forma de transmitir poco común porque en la unidad de salud se controla arduamente la aparición de estos vectores que por lo general son artrópodos tales como mosquitos, moscas, ratas, etc. Cabe mencionar que no es preciso descartar al personal de salud como un

vector por estar en interacción continua con los pacientes (Duarte & Alda Sarubbi, 2007).

2.2.2.4. Contaminación en ropa hospitalaria.

“La ropa hospitalaria usada puede contener gran número de microorganismos en suciedad de sangre, materia fecal, vómitos y otros fluidos corporales, y pueden llegar a contener entre 10^6 y 10^8 ufc/cm².” (Ministerio de Salud Pública, 2006.p,9).

El riesgo de enfermedad si es correctamente manipulada, transportada y lavada es mucho menor. La clave principal para la manipulación de ropa sucia es: no agitarla para evitar generación de aerosoles con agentes infecciosos, evitar el contacto del cuerpo o ropa personal con la ropa sucia y Colocar en bolsa o carro de transporte en el punto de uso. (Ministerio de Salud Pública, 2006.p.9).

2.2.2.4.1. Proceso de manipulación de ropa previa que ingresa al lavadero.

Existen procesos que debe cumplir el personal de lavandería y ropería previas al proceso de lavado tales como el recojo, clasificación y traslado.

a) Recojo de ropa contaminada

En este proceso se realiza a través del personal de lavado o ropería, la cual consiste en recolectar de cada una de las áreas toda la ropa que cumplió su rol de uso, para ello debe tener en cuenta consideraciones como: evitar sacudir violentamente o tirar la ropa hospitalaria sucia al suelo, ello contribuiría a esparcir los patógenos que pueden estar adheridos en la ropa y generar vías de contacto indirecto al diseminarlo por todo el ambiente. (INEN, 2018).

Por parte del personal, este debe usar barreras de protección para evitar contaminarse, está prohibido que otra persona no autorizada manipule la ropa

hospitalaria hasta su llegada a la zona de manipulación y está terminantemente prohibido el conteo de ropa hospitalaria sucia en los ambientes destinados a la atención y tratamiento de pacientes. (INEN, 2018).

b) Clasificación de la ropa

Las prendas usadas en el hospital por lo general se clasifican en función al nivel de suciedad que estas presentan: tales como suciedad liviana, mediana, pesada y suciedad muy pesada por lo que requieren diferente tipo y/o intensidad de lavado según este criterio, realizar este tipo de clasificaciones permite usar una fórmula de lavado más óptima ayudando de esa forma a reducir el desgaste de los textiles, alargando su vida útil (MSP, 2018).

El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (2017) establece claramente que se denomina ropa sucia a toda prenda o elemento textil generada en los diferentes ambientes asistenciales y/o administrativos como cumplimiento de las funciones de asistencia de la salud, en la cual existe ropa hospitalaria sucia de bajo riesgo a la que se denomina como aquella prenda sin fluidos corporales o sin contacto con material bio-contaminado, por lo que no representa un riesgo para la salud humana y ambiente, y ropa hospitalaria sucia de alto riesgo a la que se denomina como aquella prenda contaminadas o bio-contaminadas en contacto con material bio-contaminado tales como sangre, heces, saliva u otras secreciones corporales.

Se establece también que toda ropa sucia se debe colocar en bolsas impermeables (bolsas plásticas biodegradables) y de ser posible en recipientes con tapa, ubicadas en espacios destinados para este fin (cuarto séptico) hasta ser trasladada a lavandería, teniendo en cuenta que la ropa sucia de bajo riesgo debe ponerse en bolsas de color negro, y la ropa sucia de alto riesgo debe ponerse en bolsas de color rojo. (INEN, 2018).

c) Transporte de ropa sucia

Se considera transporte de ropa sucia al traslado de la ropa hospitalaria de las diferentes dependencias de la unidad médica bajo condiciones asépticas que garanticen su protección, por la sencilla razón que toda ropa sucia utilizada en atención de pacientes es potencialmente contaminada. (MSP, 2018).

El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (2017) establece que la ropa sucia debe retirarse por lo menos una vez al día de cada dependencia o área, en el caso del INEN se realizan todos los días en el siguiente horario, turno mañana: de 7:00am a 9:00am, de 9:30 a 11:00am y de 11:30am a 1:00pm; y para el turno tarde y noche los horarios son los siguientes: de 3:30pm a 5pm, de 6:30pm a 8:00pm, de 8:30pm a 9:30pm. También menciona que esta actividad debe realizarse lo más rápido posible para evitar que estos coches permanezcan demasiado tiempo en áreas asistenciales, pasillos, ascensores a fin de minimizar algún tipo de contaminación en los ambientes. (INEN, 2018).

2.2.2.4.2. Carros de transporte.

Estos móviles permiten transportar la ropa a todos los ambientes del centro asistencial, pero es importante tener puntos en cuenta al momento de realizar esta actividad como: evitar arrastrar las bolsas con ropa hospitalaria sucia para que no se rompan, al momento del traslado estos coches deben estar completamente cerrados y debidamente rotulados la cual funciona como una señal de advertencia para evitar la propagación de microorganismos, los coches de traslado deben ser lavables, desinfectables y exclusivos para ropa sucia, nunca se debe transportar ropa sucia en el mismo coche utilizado para el transporte de la ropa hospitalaria limpia y el lavado y desinfección de coches debe ser diario a cargo de personal de lavandería y ropería. (INEN, 2018).

2.2.2.5. Tipos de riesgos.

1) Riesgos para los pacientes

En la actualidad existen reportes que están surgiendo (noticias e investigaciones) donde surge la gran probabilidad que la ropa puede ser fuente de infección para los pacientes, esto podría ser crucial en muchos casos donde existen pacientes sumamente vulnerables. La relación entre ropa contaminada e infección de pacientes no está clara aun, esto se debe a que los microorganismos que se implicaron en los reportes también fueron hallados en diversas fuentes ambientales por lo que quizá la ropa se contaminó por dichas fuentes luego del lavado (MSP, 2018).

2) Riesgos biológicos para el personal

Los reportes de infecciones relacionados a ropa contaminada son por lo general de poca ocurrencia. Ésta en algunos casos fue asociada a la incorrecta manipulación de ropa sucia, aunque siempre está latente por no existir investigaciones que desfasen esta probabilidad o que la solidifiquen, cabe mencionar que han sido reportadas escasas veces transmisión de microorganismos al personal por medio de la ropa sucia a través de contacto directo o aerosoles por su manipulación, tales como Bacterias, virus, hongos incluyen la mayoría de ellos las infecciones documentadas y reportadas en trabajadores de lavandería han incluido Fiebre, Salmonella, infección por hongos, hepatitis A, sarampión o sarna, pero aun como ya se mencionó no hay un punto de descarte o aprobación basada en estudios científicos, por lo que de forma indirecta también es muy difícil cuantificar si afecta a los pacientes o en que magnitud pueden perjudicar su salud o dificultando su recuperación (MSP, 2018).

2.2.2.6. Métodos que evitan la diseminación de microorganismos.

Entendiendo a la diseminación como el esparcimiento o dispersión de algo por distintos lugares, existen métodos que favorecen a la minimización o eliminación total de microorganismos, las cuales son:

A. Esterilización

Significa el nivel más alto de seguridad, Consiste en la destrucción o eliminación de cualquier tipo de vida microbiana de objetos inanimados, incluyendo esporas de hongos y bacterias. Se efectúa por diferentes métodos que incluyen: Agentes Físicos: (calor seco y húmedo, radiaciones con rayos gamma y electrones). Agentes Químicos: (gases de óxido de etileno y formaldehído; líquidos como el ácido par acético; y en combinación como el gas plasma obtenido del peróxido de hidrogeno). Estos 2 métodos se pueden hacer a través de 2 sistemas de esterilización, Temperatura alta (por calor seco y húmedo, radiaciones), Temperatura baja (gases, líquidos o combinados como el gas plasma) (Acosta & Stempliuk, 2008).

B. Desinfección

La desinfección es el proceso físico o químico por medio del cual se logra eliminar los microorganismos de formas vegetativas en objetos inanimados, sin que se asegure la eliminación de esporas bacterianas. Todo artículo semicrítico que no pueda ser esterilizado, debe ser sometido a desinfección de acuerdo al criterio de indicación, según el protocolo validado. (Acosta & Stempliuk, 2008).

C. Sanitización

Proceso aplicable a la limpieza por el cual el número de contaminantes o microorganismos que se encuentran en una superficie orgánica o inorgánica se reduce a un nivel de seguridad, este nivel se refiere a la cuenta equivalente a menos

100 organismos por 10cm² en los utensilios sanitizados. Este proceso es necesario y de gran importancia antes de realizar una descontaminación o esterilización, dado que la carga microbiana se disminuye al eliminar los restos de materia orgánica adherida a la piel o superficie de cuerpo inanimados. (Acosta & Stempliuk, 2008).

2.2.2.7. Los microorganismos patógenos.

Agente biológico patógeno es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas. Hay muchos factores que influyen en el desarrollo de enfermedades. Sin embargo, las enfermedades no pueden ocurrir a menos que estén presentes los siguientes elementos: un agente susceptible, un patógeno y un ambiente favorable. Algunas enfermedades no ocurren si no hay un vector que las transmita, lo que es común en las enfermedades causadas por virus, las cuales pueden transmitirse por insectos o nematodos. (EcuRed, 2018).

2.2.2.7.1. Bacterias.

Son Microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0,5 y 5 μm , por lo general) y diversas formas incluyendo esferas, barras y hélices. Las bacterias son procariotas y, por lo tanto, a diferencia de las células eucariotas de los animales y las plantas no tienen núcleo ni orgánulos internos. (Kenneth, 2005).

Clasificación de bacterias

- **Bacterias gram positivas**

La pared celular de todas las bacterias se compone de peptidoglucano que es el responsable de la rigidez estructural y de la resistencia a la presión osmótica interna bacteriana, estos microorganismos contienen una estructura relativamente simple, de 15-50 nm de grosor^{6, 7}. Está formada por alrededor de 50% de

peptidoglucano, un 40-45% de polímero ácido (que hace que la superficie celular sea muy polar y tenga carga negativa) y un 5-10% de proteínas y polisacáridos. La capa de polímeros intensamente polar influye en la penetración de moléculas ionizadas favoreciendo la entrada de compuestos cargados positivamente (López, 2013).

- **Bacterias gram negativas**

La pared celular de estos microorganismos es mucho más compleja. Desde la membrana plasmática hacia el exterior consta de las siguientes estructuras: Un espacio periplásmico que contiene enzimas y otros componentes. Una capa de peptidoglucano de 2 nm de grosor que constituye el 5% de la masa de la pared celular; con frecuencia está unida a moléculas de lipoproteínas que se proyectan hacia el exterior. Una membrana externa formada por una bicapa lipídica similar en algunos aspectos a la membrana plasmática; contiene moléculas de proteínas y en su cara interna tiene lipoproteínas que están unidas al peptidoglucano. Otras proteínas forman canales transmembranales llenos de agua, denominados porinas, a través de la pared celular de las bacterias grampositivas y gramnegativas polisacáridos complejos, que forman componentes importantes de la superficie externa; son diferentes en distintas cepas de bacterias y son los principales determinantes de la antigenicidad del microorganismo (López, 2013).

2.2.2.7.2. Hongos.

Grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y las setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, animales y bacterias. Esta diferenciación se debe, entre otras cosas, a que poseen pared celular compuestas por quitina, a diferencia de las plantas, que contienen celulosa. Actualmente se consideran como un grupo heterogéneo, polifilético, formado por organismos pertenecientes por lo menos a tres líneas evolutivas independientes. (Cáceres, 2018).

2.2.2.7.3. Protozoos.

Son los animales más sencillos, por lo general microscópicos. Su protoplasma carece de divisiones, por lo cual se consideran organismos acelulares. Pertenece a los Protistas. A pesar de su pequeñez los protozoos ejercen una gran influencia en las actividades del hombre. No solo muchos de ellos son capaces de producir graves enfermedades como la disentería y el paludismo. Estructuralmente, se parecen a una célula de los animales pluricelulares o metazoos, aunque desde el punto de vista funcional son organismos completos que ejecutan todas las funciones esenciales, propias de la vida animal. Los protozoos constituyen animales primitivos, algunos de los cuales poseen la clorofila euglena. Por su estructura y funciones se asemejan a las plantas denominadas Algas, lo que confirma el origen común de los animales y las plantas. (Wegener, 2018).

2.2.2.7.4. Virus.

Es una partícula que sólo puede ser vista a través de un microscopio electrónico, compuesta por material genético, que necesita de una célula viva para poder multiplicarse; es mucho más pequeña que una bacteria y se considera un agente causante de enfermedades (patógeno). definen a los virus como parásitos intracelulares submicroscópicos, compuestos por ARN o por ácido desoxirribonucleico (ADN) -nunca ambos- y una capa protectora de proteína, o bien de proteínas, lípidos (grasas), y glúcidos (azúcares). Son formas acelulares, o sea, no son células vivas, perjudicando en muchos casos a su huésped. (Gómez L., 2018).

2.3. Definición de términos básicos

a) Método de ozonización en aire

Es un tratamiento a partir de oxígeno diatómico convertido en ozono por medio de un proceso generalmente corona, la cual incurre en cantidades de energía considerables para tal reacción. generado con la finalidad de dispersar esta

sustancia en el ambiente para la desinfección de microorganismos y eliminación de olores principalmente. (Kenneth, 2005)

b) Microorganismos viables

El que es capaz de replicarse o de transferir material genético, es decir son aquel microorganismo vivo y cultivable en los medios de cultivo y en condiciones ambientales específicas (UE, 2005)

c) Tiempo de contacto

El tiempo de contacto se utiliza normalmente para determinar cómo afecta un desinfectante en un tipo de microorganismo y bajo condiciones específicas. Existen diferencias sobre la afectividad relativa de ciertos desinfectantes químicos en función del tipo de microorganismo. El tiempo de contacto CT se puede utilizar para comparar la afectividad de varios desinfectantes para ciertos microorganismos (Lentech, 2018)

d) Indumentaria Limpia

Se denomina a toda prenda o cualquier otro elemento textil que este correctamente lavada (libre de manchas, roturas, y libre de material biocontaminado) bacteriológicamente limpia, protegida y almacenada, que no ha estado en contacto con ningún paciente o medio contaminado.

e) Indumentaria sucia

Se denomina a toda prenda o elemento textil generada (usada) en los diferentes ambientes asistenciales y/o administrativos del INEN, en el cumplimiento de las funciones propias de la asistencia de salud.

La ropa hospitalaria se agrupa según su grado de suciedad y/o contaminación, calificándolas de:

- Bajo riesgo:

Se le denomina a toda prenda o elemento textil usada en las atenciones asistenciales sin evidencia de fluidos corporales o contacto con material bio-contaminado, por lo que no representa un riesgo adicional a la salud humana y ambiente.

- Alto riesgo o altamente contaminada:

Se le denomina a toda prenda o elemento textil usada en las atenciones asistenciales, contaminadas o bio-contaminadas en contacto con material bio-contaminado (sangre, heces, saliva u otras secreciones corporales)

f) Área de recepción

Ambiente destinado para el almacenamiento de la ropa hospitalaria sucia, la cual debe estar separado o distante del lugar donde se almacena la ropa hospitalaria limpia y de donde se ubican los pacientes, dicha zona deberá contar con una mínima ventilación y solo debe ser accesible para el personal autorizado. El personal no puede estar o ingresar con la misma ropa en ambos lugares.

g) Destrucción de microorganismos por ozono

Se realiza mediante la oxidación directa de la pared celular como principal modo de acción. Esta oxidación provoca la rotura de dicha pared propiciando así que los constituyentes celulares salgan al exterior de la célula. (Pérez, 2008)

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la investigación

3.1.1. Hipótesis general.

El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

3.1.2. Hipótesis específicas.

El efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Las concentraciones de aire ozonificado permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

El tiempo de contacto del aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Definición conceptual.

A. Definición conceptual de la variable independiente: Aire Ozonificado

Las variables independientes son las causantes de las reacciones en las variables dependientes para nuestro estudio son la Concentración de aire ozonificado, el tiempo de contacto y la cantidad de indumentarias contaminadas.

Aire ozonificado: El ozono es un gas que no tiene color a concentraciones pequeñas, formada por tres átomos de oxígeno, siendo altamente inestable, gracias a ello actúa como un gran desinfectante y oxidante (Martínez & Rubio, 2007)

B. Definición conceptual de la variable dependiente: carga microbiana

Las variables dependientes son las consecuencias de las acciones de las variables independientes en nuestro estudio son la carga microbiana de los gérmenes viables. Cuando mencionamos la carga microbiana nos referimos al grado de contaminación microbiana en términos de tipos y números de estas mismas que se puede encontrar en un dispositivo u objeto antes de su esterilización o desinfección, la cual posteriormente a través de un proceso físico o químico se reduce el número de microorganismos la cual garantiza su manipulación o uso. (Minsa 2002).

3.2.2. Definición operacional.

Tabla 12.

Definición operacional de las variables.

Variable Independiente: Aire ozonificado			
Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Unidades de medida
Concentración de ozono	1 – 3 – 5 ppm de ozono	Determinador de ppm	ppm
Tiempo de contacto	5 – 10 – 15 min	Cronometro	min
Cantidad de indumentarias contaminadas	5 kg	balanza	kg
Variable Dependiente: Carga microbiana			
Variable	Indicador	Instrumento de medición	Unidades de medida
Carga microbiana	Gérmenes viables	Normas AOAC	UFC/g

Fuente: Propia

3.3. Tipo y nivel de la investigación

Según Hernández R., Fernández C. y Baptista M. “La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar ... incluyendo la que tiene como justificación adelantos y productos tecnológicos y para las investigaciones de las que se derivan acciones ... parte del conocimiento generado por la investigación básica, tanto para identificar problemas sobre los que se debe intervenir como para definir las estrategias de solución” (2014, 42).

La investigación fue de tipo aplicada; en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas en la UCI; se aplicó aire ozonificado para mejorar el proceso de desinfección de las indumentarias contaminadas.

El nivel de investigación según Hernández, Fernández & Baptista (2014) está relacionado estrechamente con el estado del conocimiento del problema que se resumen en la disponibilidad de teorías y la perspectiva que se pretende dar al tema de estudio que vendría a ser el sentido que el investigador desea dar a su investigación. Dentro de las cuales existen cuatro niveles explicativos, descriptivos, correlacionales y explicativos. Para nuestro estudio nos enfocaremos en un nivel explicativo, porque permitirá explicar y establecer la relación de la variable independiente y la variable dependiente, son más estructuradas que los otros tipos de investigación, y que abarca en su propósito la exploración, la descripción y correlación con lo cual permite generar un sentido de entendimiento más completo. (pp. 89-99).

3.4. Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) el diseño de investigación es un plan realizado para obtener la información que se desea para responder al planteamiento del problema, el tipo de diseño que se elija dependerá en gran medida por el planteamiento del problema, formulación de la hipótesis, alcance de la investigación y tipo de investigación. importante también tener en cuenta que la calidad de una investigación radicará en el grado de aplicación del diseño como se concibió.

La investigación pertenece al diseño experimental factorial por realizarse la combinación de dos o más diseños factoriales, ello se traduce en la manipulación simultánea de dos a más variables independientes, la cual percibe el nombre de factores en el mismo experimento (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014.)

3.5. Población y muestra de estudio

3.5.1. Población.

Según Lepkowski (2008) citado por Hernández, Fernández & Baptista (2014, p.174) "...la población es el conjunto de todos los casos que concuerden con una serie de especificaciones"

Nuestra población está definida por todas las indumentarias altamente contaminadas denominadas, usadas por los pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Instituto de Enfermedades Neoplásica.

3.5.2. Muestra.

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014. p.175) la muestra, (...) "es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población"

Para nuestra investigación la muestra está definida por indumentaria contaminada usadas por pacientes de la unidad de cuidados intensivos, del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. El tipo de muestra es no probabilístico por conveniencia.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas de recolección de datos a usar es la experimentación porque en el estudio se manipulan intencionalmente una o más variables independientes y por considerarse una investigación experimental. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014.)

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestra los instrumentos a utilizar en nuestra investigación para medir nuestras variables.

- Fichas de registro de recolección de datos
- Determinador de ppm para determinar la concentración de ozono en aire.
- Cronometro para medir el tiempo de contacto del ozono en aire
- Balanza para medir la cantidad de batas contaminadas.
- Normas AOAC para medir la carga microbiana de gérmenes viables.

3.7. Métodos de análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico con el apoyo del software STATGRAPHICS 16.1, con el cual se desarrolla el procesamiento y análisis de datos que nuestra investigación concibe para las estimaciones y verificación de las hipótesis planteadas en la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados para la Contrastación de la Hipótesis General

4.1.1. Resultados de la concentración de Ozono de 1 ppm en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.

La tabla 13 reporta la carga inicial para los diferentes tratamientos, así como la carga final la que es procesada estadísticamente:

Tabla 13.

Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 1 ppm – 5 kg indumentarias contaminadas.

TRATAMIENTO	carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	tipos de microorganismos	tiempo de exposicion (min)	carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)	tipos de microorganismos despues del tratamiento
2	110	48 SCN, 62 S.aureus	5	50	34 SCN, 16 S.aureus
3	220	200 SCN, 20 BGN-NF	5	12	12 SCN
17	28	28 SCN	5	0	sin microorganismos
6	41	41 SCN	10	6	6 SCN
16	14	14 SCN	10	2	2 SCN
18	5	5 SCN	10	0	sin microorganismos
13	62	61 SCN, 1 streptomyces sp	15	21	21 SCN
14	42	41 SCN, 1 BGN-NF	15	0	sin microorganismos
19	44	6 BGN-NF, 38 SCN	15	6	6 SCN

LEYENDA: SCN staphylococcus cuagulasa negative BGN-F bacilo gram negativo fermentador CNA candida no albicans BGN.NF bacilo gram negativo no fermentador

a. Comparación de Dos Muestras - Carga inicial (UFC/ml) & Carga final (UFC/ml)

Muestra 1: Carga inicial (UFC/ml)

Muestra 2: Carga final (UFC/ml)

Selección de la Variable: Carga final (UFC/ml)

Muestra 1: 6 valores en el rango de 14.0 a 220.0

Muestra 2: 6 valores en el rango de 2.0 a 50.0

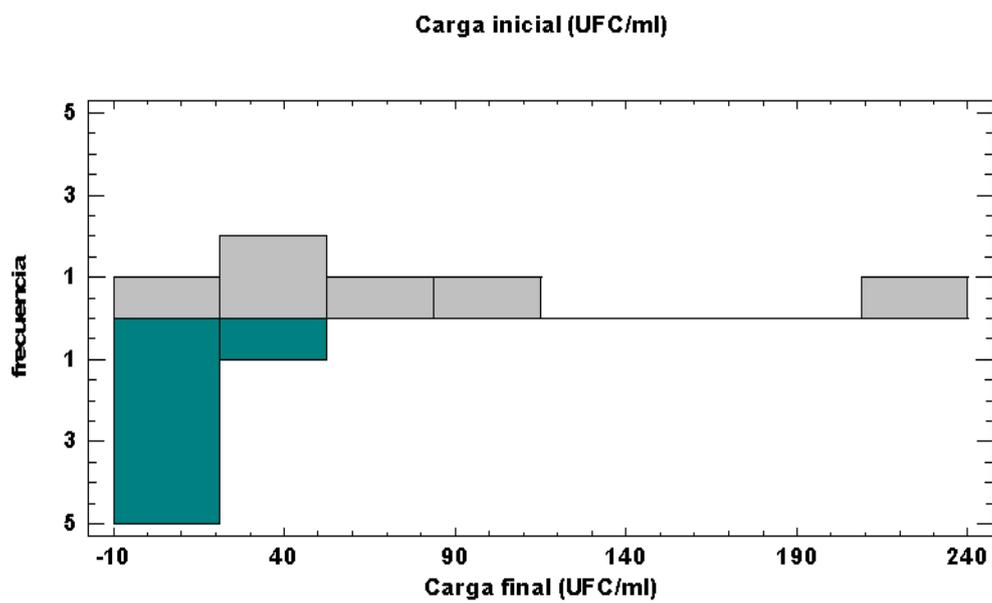


Figura 5. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.

Tabla 14.

Resumen Estadístico Comparación de Carga inicial (UFC/ml) & Carga final (UFC/ml)

	<i>Carga inicial (UFC/ml)</i>	<i>Carga final (UFC/ml)</i>
Recuento	6	6
Promedio	81.8333	16.1667
Desviación Estándar	74.8022	17.8484
Coefficiente de Variación	91.408%	110.403%
Mínimo	14.0	2.0
Máximo	220.0	50.0
Rango	206.0	48.0
Sesgo Estandarizado	1.58964	1.78465
Curtosis Estandarizada	1.24847	1.60957

b. Comparación de Desviaciones Estándar

Tabla 15.

Comparación de las desviaciones estándar

	<i>Carga inicial (UFC/ml)</i>	<i>Carga final (UFC/ml)</i>
Desviación Estándar	74.8022	17.8484
Varianza	5595.37	318.567
Gl	5	5

Razón de Varianzas = 17.5642

❖ **Intervalos de confianza del 95.0%**

Desviación Estándar de Carga inicial (UFC/ml): [46.6921; 183.461].

Desviación Estándar de Carga final (UFC/ml): [11.1411; 43.7753].

Razones de Varianzas: [2.45776; 125.521].

❖ Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis general

HI: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alternativa: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

$F = 17.5642$ valor-P = 0.00689941

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras, para construir los intervalos o cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas. De particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 2.45776 hasta 125.521. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%.

También se ejecutó una prueba F para evaluar una hipótesis acerca de las desviaciones estándar de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si el cociente de las desviaciones estándar es igual a 1.0 versus la hipótesis alternativa de que el cociente no es igual a 1.0. Puesto que el valor P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

Una forma de comprobar esta afirmación del rechazo de la hipótesis nula se puede observar en las gráficas siguientes

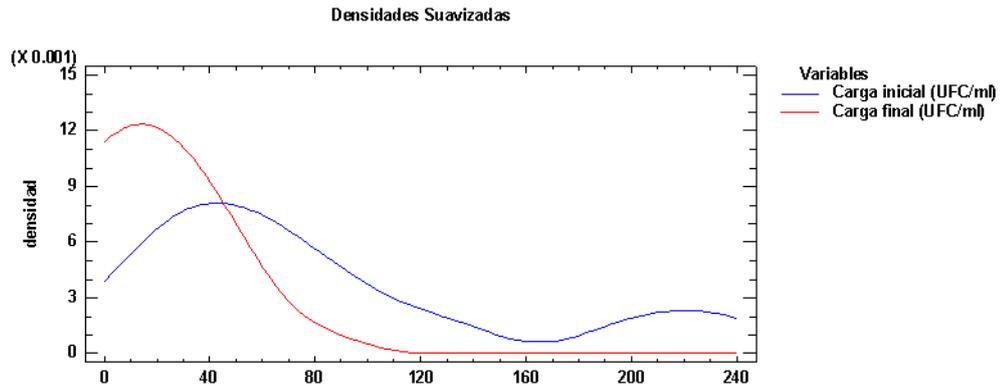


Figura 6. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.

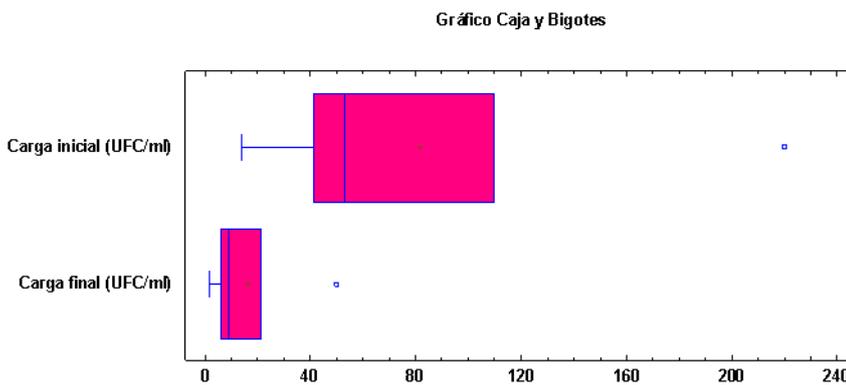


Figura 7. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

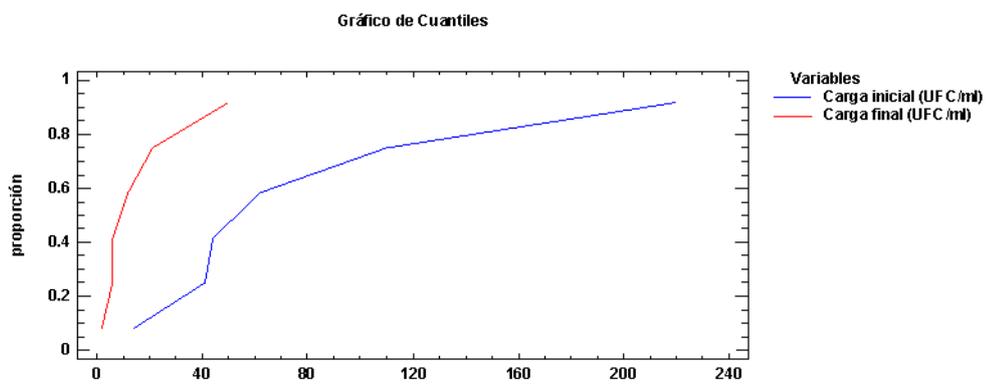


Figura 8. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

c. Comparación de Medianas

Mediana de muestra 1: 53.0

Mediana de muestra 2: 9.0

Hipótesis general

H1: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

❖ Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Hipótesis Nula: $\text{mediana1} = \text{mediana2}$

Hipótesis Alterna.: $\text{mediana1} \neq \text{mediana2}$

Rango Promedio de muestra 1: 8.83333

Rango Promedio de muestra 2: 4.16667

$W = 4.0$ valor-P = 0.0303477

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Esta opción ejecuta la prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankings promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%

**4.1.2. Resultados de la concentración de Ozono de 3 ppm
en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con
tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.**

En la tabla 16 se reporta la carga inicial para los diferentes tratamientos, así como la carga final la que es procesada estadísticamente.

Tabla 16.

Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 3 ppm – 5 kg indumentarias contaminada.

TRATAMIENTO	carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	tipos de microorganismos	tiempo de exposicion(mi n)	carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)	tipos de microorganismos despues del tratamiento
5	164	164 SCN	5	40	40 SCN
7	48	48 SCN	5	12	12 SCN
22	72	42 BGN-F, 6 BGN-NF, 24 SCN	5	9	6 BGN-NF, 4 SCN
9	44	44 S.aureus	10	14	14 S.aureus
15	24	24 SCN	10	5	5 SCN
23	6	1 SCN, 4 BGN-NF, 1CNA	10	1	1 SCN
11	6	6 SCN	15	0	sin microorganismos
20	>1000	>1000 SCN	15	68	68 SNC
24	620	620 SCN	15	58	6 SCN

LEYENDA: SCN staphylococcus cuagulasa negative BGN-F bacilo gram negativo fermentador CNA candida no albicans BGN.NF bacilo gram negativo no fermentador

a. Comparación de Dos Muestras - Carga inicial UFC/ml & Carga final

Muestra 1: Carga inicial UFC/ml

Muestra 2: Carga final UFC/ml

Selección de la Variable: Carga final UFC/ml

Muestra 1: 8 valores en el rango de 6.0 a 1001.0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 5.0 a 68.0

El procedimiento se diseñó para comprar dos muestras de datos a partir de ello se calcularon las medidas de tendencia central para gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

b. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga inicial UFC/ml & Carga final

Tabla 17.

Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga inicial UFC/ml & Carga final.

	<i>Carga inicial UFC/ml</i>	<i>Carga final UFC/ml</i>
Recuento	8	8
Promedio	247.375	28.125
Desviación Estándar	365.235	26.8511
Coficiente de Variación	147.644%	95.4706%
Mínimo	6.0	5.0
Máximo	1001.0	68.0
Rango	995.0	63.0
Sesgo Estandarizado	1.95127	1.08057
Curtosis Estandarizada	1.08682	-0.644279

La tabla anterior contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés, son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado, como se puede apreciar en la figura siguiente.

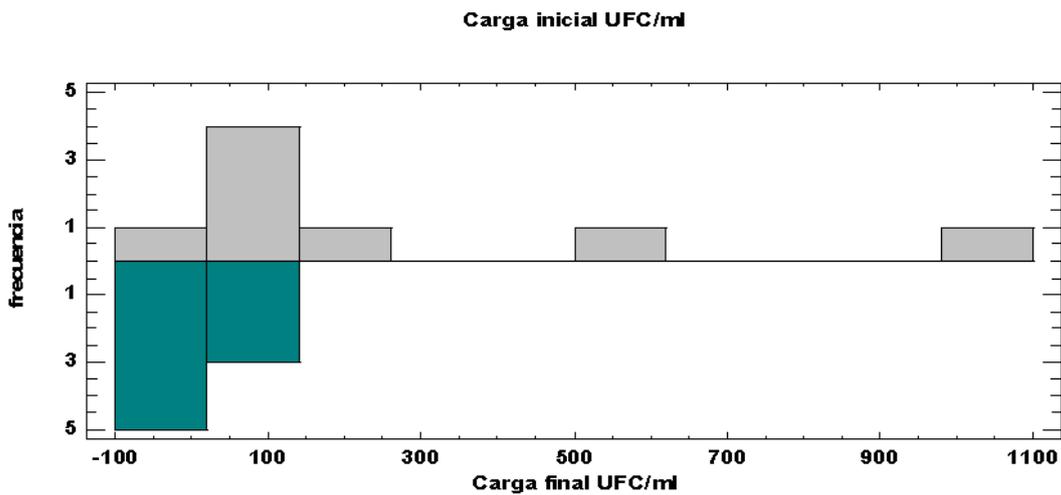


Figura 9. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.

c. Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras - Carga inicial UFC/ml & Carga final

Tabla 18. Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras

	Carga inicial UFC/ml	Carga final UFC/ml
Desviación Estándar	365.235	26.8511
Varianza	133397.	720.982
Gl	7	7

Intervalos de confianza del 95.0%.

Desviación Estándar de Carga inicial UFC/ml: [241.484; 743.353].

Desviación Estándar de Carga final UFC/ml: [17.7533; 54.6493].

Razones de Varianzas: [37.0419; 924.163].

Hipótesis general

HI: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

❖ Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alterna: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

$F = 185.021$ valor-P = 4.19882E-7

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras. También construyo los intervalos o cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas. De particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 37.0419 hasta 924.163, puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%. También se ejecutó la prueba F para evaluar la hipótesis acerca de las desviaciones estándar de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si el cociente

de las desviaciones estándar es igual a 1.0 versus la hipótesis alternativa de que el cociente no es igual a 1.0. Puesto que el valor P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna, las que se pueden expresar en los graficas siguientes.

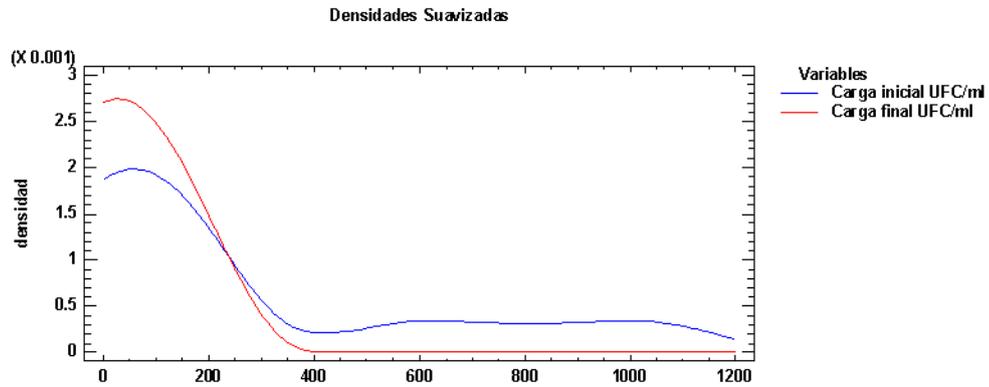


Figura 10. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.

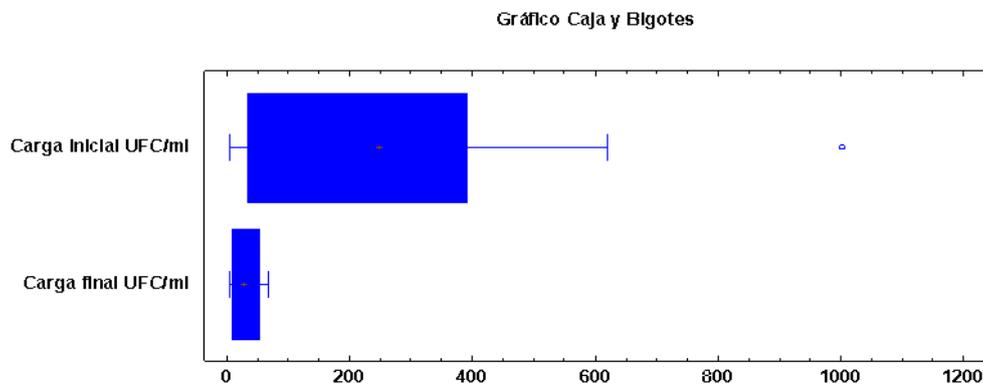


Figura 11 Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

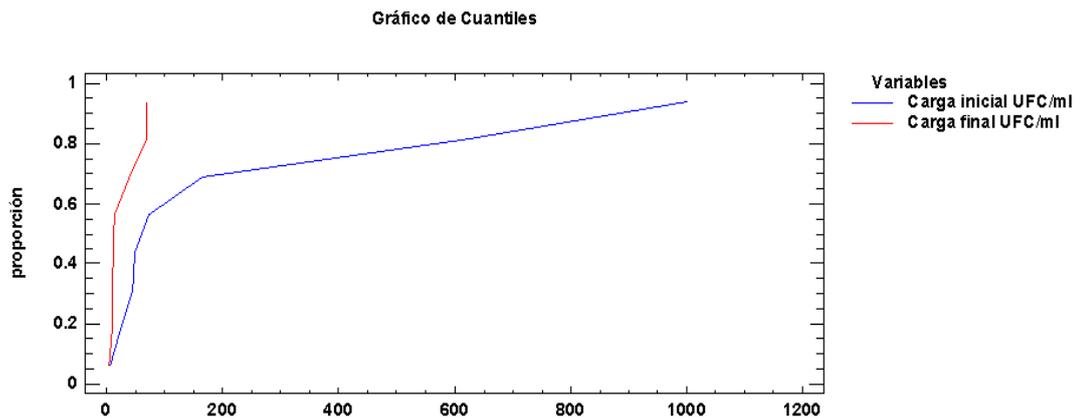


Figura 12. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

d. Comparación de medianas

Comparación de Medianas

Mediana de muestra 1: 60.0

Mediana de muestra 2: 13.0

Hipótesis general

H1: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Hipótesis Nula: mediana1 = mediana2

Hipótesis Alternativa: mediana1 \neq mediana2

Rango Promedio de muestra 1: 10.75

Rango Promedio de muestra 2: 6.25

$W = 14.0$ valor-P = 0.0656833

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Esta opción ejecuta la prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankings promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95.0%.

4.1.3. Resultados de la concentración de Ozono de 5 ppm en 5 kilogramos de indumentaria contaminada con tiempo de exposición de 5, 10 y 15 minutos.

Tabla 19.

Resultados de la exposición de concentración de Ozono de 5 ppm – 5 kg indumentarias contaminada.

TRATAMIENTO	Carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	Tipos de microorganismos	Tiempo de exposicion (min)	Carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)	Tipos de microorganismos despues del tratamiento
4	20	20 SCN	5	11	11 SCN
8	3	3 SCN	5	0	sin microorganismos
27	628	388GN-F, 260 SCN, 380 BGN-NF	5	18	6 GN-F, 12 BGN-NF
1	6	6SCN	10	0	sin microorganismos
10	34	10 BG-NF, 24 S.aureus	10	0	sin microorganismos
26	60	60 SCN	10	7	7 SCN
12	16	16 SCN	15	0	sin microorganismos
21	138	138 SCN	15	23	23 SCN
25	724	722SCN, 2 BGN-NF	15	22	22 SCN
LEYENDA: SCN staphylococcus cuagulasa negative BGN-F bacilo gram negativo fermentador CNA candida no albicans BGN.NF bacilo gram negativo no fermentador					

a. Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml

Muestra 1: Carga microbiana inicial UFC/ml

Muestra 2: Carga microbiana final UFC/ml

Selección de la Variable: Carga microbiana final UFC/ml

Muestra 1: 5 valores en el rango de 20.0 a 724.0

Muestra 2: 5 valores en el rango de 7.0 a 23.0

Se realizó los procedimientos para comprar dos muestras de datos, de calculó las estadísticas y gráficas para cada muestra, de sus medidas de tendencia central para para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

b. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml

Tabla 20.

Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml.

	<i>Carga microbiana inicial UFC/ml</i>	<i>Carga microbiana final UFC/ml</i>
Recuento	5	5
Promedio	314.0	16.2
Desviación Estándar	334.897	6.97854
Coefficiente de Variación	106.655%	43.0774%
Mínimo	20.0	7.0
Máximo	724.0	23.0
Rango	704.0	16.0
Sesgo Estandarizado	0.532955	-0.452064
Curtosis Estandarizada	-1.3577	-0.963085

La tabla anterior se construyó el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado, las que se pueden observar gráficamente.

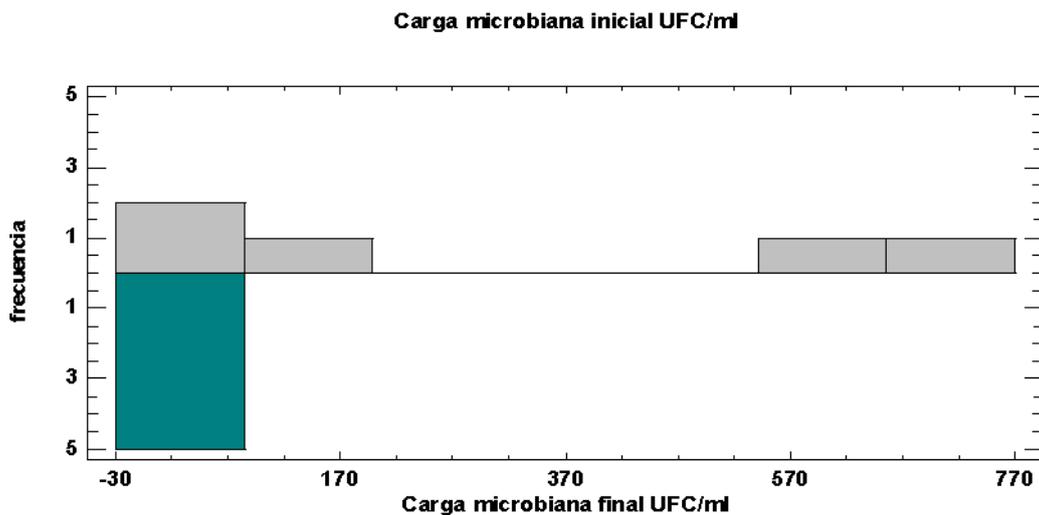


Figura 13. Frecuencia de las cargas microbianas iniciales y finales.

c. Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml

Tabla 21.

Comparación de Desviaciones Estándar de la Comparación de Dos Muestras - Carga microbiana inicial UFC/ml & Carga microbiana final UFC/ml.

	<i>Carga microbiana inicial UFC/ml</i>	<i>Carga microbiana final UFC/ml</i>
Desviación Estándar	334.897	6.97854
Varianza	112156.	48.7
Gl	4	4

Razón de Varianzas= 2303.0

Intervalos de confianza del 95.0%

Desviación Estándar de Carga microbiana inicial UFC/ml: [200.648; 962.345]

Desviación Estándar de Carga microbiana final UFC/ml: [4.18107; 20.0532]

Razones de Varianzas: [239.783; 22119.2]

Hipótesis general

HI: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Prueba F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alternativa: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

$F = 2303.0$ valor-P = 0.00000112996

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras y construyo los intervalos ó cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas. De particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 239.783 hasta 22119.2. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%. También se ejecutó la prueba F para evaluar la hipótesis acerca de las desviaciones estándar

de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si el cociente de las desviaciones estándar es igual a 1.0 versus la hipótesis alternativa de que el cociente no es igual a 1.0. Puesto que el valor P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna, las que se puede comprobarse en los gráficos siguientes.

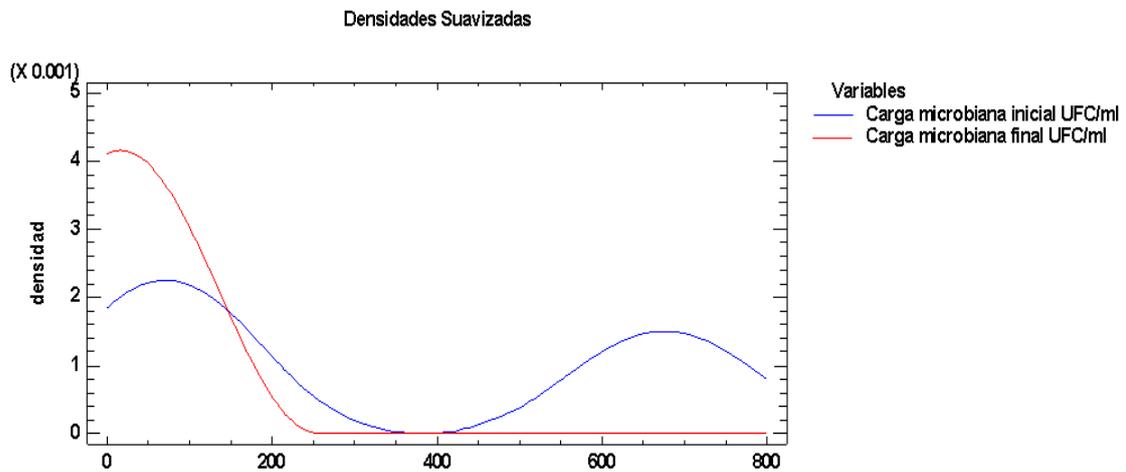


Figura 14. Tendencias de las cargas microbianas inicial y final.

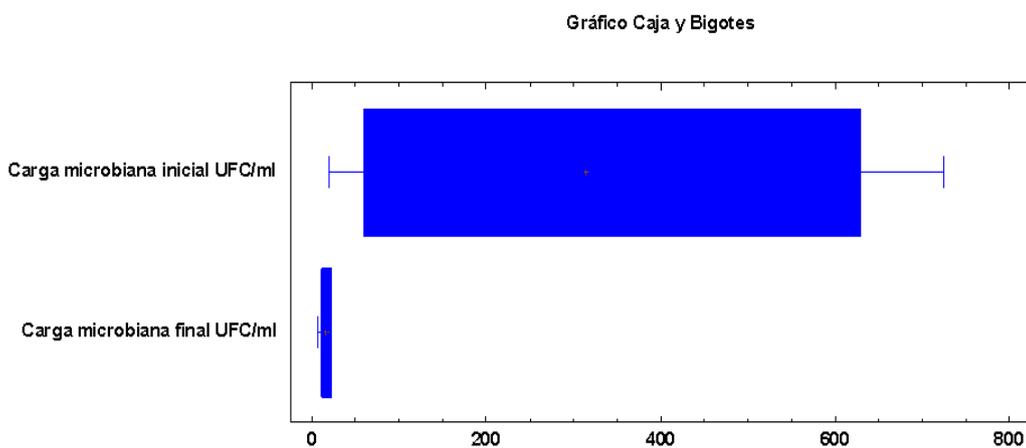


Figura 15. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

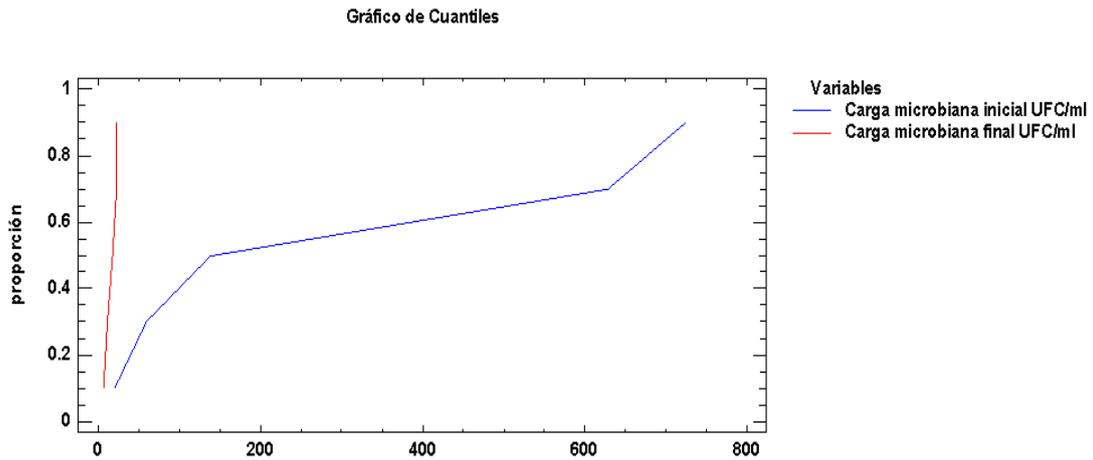


Figura 16. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas iniciales y finales.

d. Comparación de medianas

Mediana de muestra 1: 138.0

Mediana de muestra 2: 18.0

Hipótesis general

HI: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

H0: El uso del aire ozonificado no permite el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo-Lima.

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Hipótesis Nula: $mediana1 = mediana2$

Hipótesis Alternativa: $mediana1 \neq mediana2$

Rango Promedio de muestra 1: 7.6

Rango Promedio de muestra 2: 3.4

$W = 2.0$ valor- $P = 0.0367136$

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se efectuó la prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras, esta se construyó combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankeos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

4.2. Resultados para la Contrastación de las Hipótesis

Específicas

4.2.1. Aire ozonificado sobre carga microbiana de indumentarias.

En la tabla 22 se reporta el comportamiento del ozono sobre la carga microbiana de gérmenes viables de las indumentarias

Tabla 22.

Resultados de la exposición de concentración de Ozono sobre gérmenes viables 5 kg indumentarias contaminadas.

TRATAMIENTO	carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	concentracion de ozono (ppm)	carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)
2	110	1	50
3	220	1	12
6	41	1	6
13	62	1	21
14	42	1	0
16	14	1	2
17	28	1	0
18	5	1	0
19	44	1	6
5	164	3	40
7	48	3	12
9	44	3	14
11	6	3	0
15	24	3	5
20	>1000	3	68
22	72	3	9
23	6	3	1
24	620	3	58
1	6	5	0
4	20	5	11
8	3	5	0
10	34	5	0
12	16	5	0
21	138	5	23
25	724	5	22
26	60	5	7
27	628	5	18

a. Comparación de Dos Muestras – Gérmenes Viables iniciales UFC/ml & Gérmenes Viables finales UFC/ml

Muestra 1: Gérmenes Viables iniciales UFC/ml

Muestra 2: Gérmenes Viables finales UFC/ml

Selección de la Variable: Gérmenes Viables finales UFC/ml

Muestra 1: 19 valores en el rango de 6.0 a 1001.0

Muestra 2: 19 valores en el rango de 2.0 a 68.0

Se estableció el procedimiento para comprar dos muestras de datos para el cálculo de las medidas de tendencia central y gráficas para cada muestra, y ejecutar varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

b. Resumen Estadístico del Comparación de Dos Muestras – Gérmenes Viables iniciales UFC/ml & Gérmenes Viables finales UFC/ml

Tabla 23.

Resumen Estadístico del Comparación de Dos Muestras – Gérmenes Viables iniciales UFC/ml & Gérmenes Viables finales UFC/ml.

	<i>Gérmenes Viables iniciales UFC/ml</i>	<i>Gérmenes Viables finales UFC/ml</i>
Recuento	19	19
Promedio	212.632	21.2105
Desviación Estándar	295.716	20.4058
Coefficiente de Variación	139.074%	96.2061%
Mínimo	6.0	2.0
Máximo	1001.0	68.0
Rango	995.0	66.0
Sesgo Estandarizado	2.99942	2.69746
Curtosis Estandarizada	1.54177	1.13106

En la tabla 23 se construyó el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambas muestras tienen valores de sesgo estandarizado fuera del rango normal. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado, que se puede observar en el gráfico siguiente.

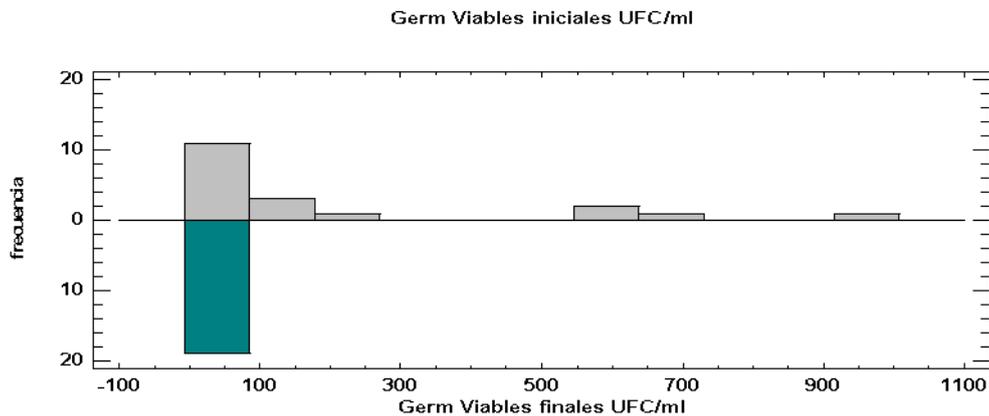


Figura 17. Frecuencia de las cargas microbianas de gérmenes viables iniciales y finales.

a. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Gérmenes Viables iniciales UFC/ml: 212.632 +/- 142.531 [70.1008; 355.162].

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Gérmenes Viables finales UFC/ml: 21.2105 +/- 9.83531 [11.3752; 31.0458].

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 191.421 +/- 137.917 [53.5039; 329.338].

❖ Prueba t para comparar medias

Hipótesis específica 1

H1: El efecto sobre los gérmenes viables del aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

H0: El efecto sobre los gérmenes viables del aire ozonificado no facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alterna.: $media1 \neq media2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 2.81488$ valor-P = 0.00786292

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba t para comparar las medias de las dos muestras, también construyó los intervalos, o cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 53.5039 hasta 329.338. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. También en la prueba t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna, las que se puede comprobar en los gráficos siguientes:

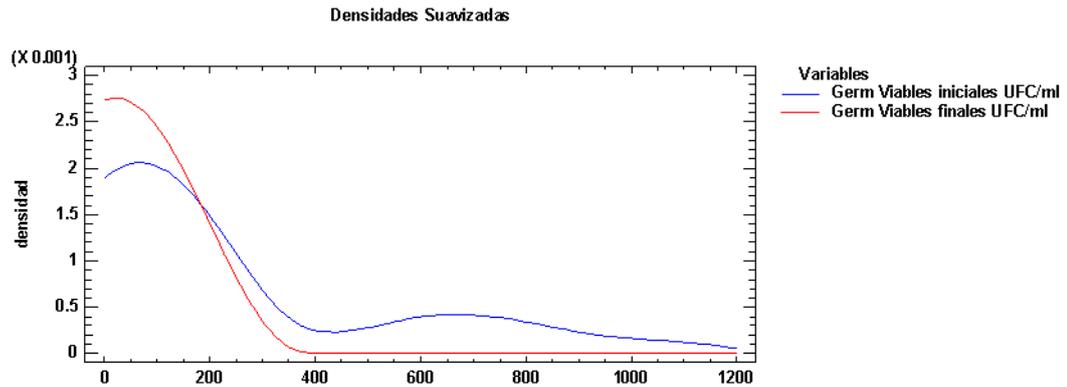


Figura 18. Tendencias de las cargas microbianas de gérmenes viables inicial y final.

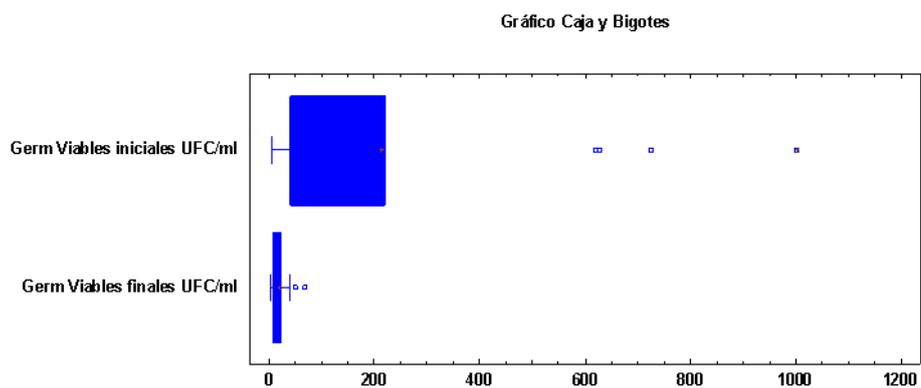


Figura 19. Caja y Bigotes de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.

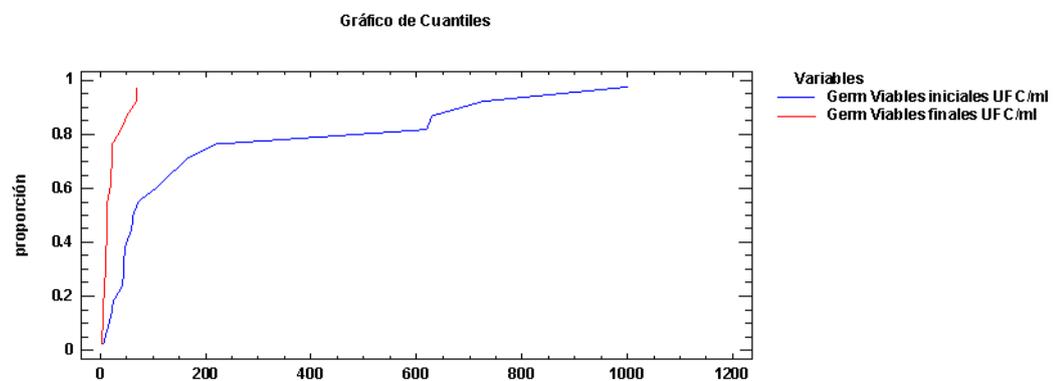


Figura 20. Gráficos de cuantiles de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.

b. Comparación de Desviaciones Estándar de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.

Tabla 24.

Comparación de Desviaciones Estándar de las cargas microbiológicas de gérmenes viables iniciales y finales.

	<i>Gérmenes Viables iniciales UFC/ml</i>	<i>Gérmenes Viables finales UFC/ml</i>
Desviación Estándar	295.716	20.4058
Varianza	87447.9	416.398
Gl	18	18

Razón de Varianzas= 210.011

Intervalos de confianza del 95.0%

Desviación Estándar de Gérmenes Viables iniciales UFC/ml: [223.447; 437.312]

Desviación Estándar de Gérmenes Viables finales UFC/ml: [15.4189; 30.1766]

Razones de Varianzas: [80.9105; 545.102]

Hipótesis específica 1

H1: El efecto sobre los gérmenes viables del aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

H0: El efecto sobre los gérmenes viables del aire ozonificado no facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

❖ Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alterna: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

$F = 210.011$ valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras. y se construyeron los intervalos o cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas. De particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 80.9105 hasta 545.102. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%.

4.2.2. Concentración de aire ozonificado sobre el total de la carga microbiana de indumentarias.

En la tabla 25 se reporta el comportamiento del ozono sobre el total de la carga microbiana de gérmenes viables de las indumentarias

Tabla 25.

Resultados de la exposición de concentración de Ozono sobre la carga total microbiana - 5 kg indumentarias contaminadas.

TRATAMIENTO	carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	concentracion de ozono (ppm)	carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)
2	110	1	50
3	220	1	12
6	41	1	6
13	62	1	21
14	42	1	0
16	14	1	2
17	28	1	0
18	5	1	0
19	44	1	6
5	164	3	40
7	48	3	12
9	44	3	14
11	6	3	0
15	24	3	5
20	>1000	3	68
22	72	3	9
23	6	3	1
24	620	3	58
1	6	5	0
4	20	5	11
8	3	5	0
10	34	5	0
12	16	5	0
21	138	5	23
25	724	5	22
26	60	5	7
27	628	5	18

a. Comparación de Dos Muestras - Carga total inicial UFC/ml & Carga total final UFC/ml

Muestra 1: Carga total inicial UFC/ml

Muestra 2: Carga total final UFC/ml

Selección de la Variable: Carga total final UFC/ml

Muestra 1: 19 valores en el rango de 12.0 a 1035.0

Muestra 2: 19 valores en el rango de 2.0 a 68.0

Se procedió a comprar dos muestras de datos para evaluar las medidas de tendencia central y calculará las gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras, como se muestra en la figura siguiente.

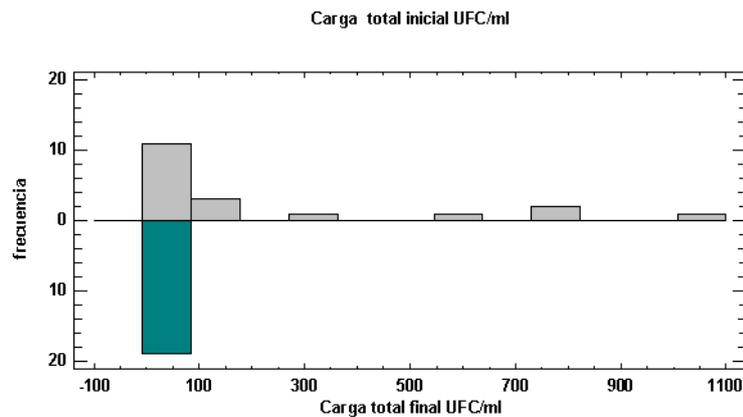


Figura 21. Frecuencia de las cargas microbianas totales iniciales y finales.

b. Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga total inicial UFC/ml & Carga total final UFC/ml

Tabla 26.

Resumen Estadístico de la Comparación de Dos Muestras - Carga total inicial UFC/ml & Carga total final UFC/ml.

	<i>Carga total inicial UFC/ml</i>	<i>Carga total final UFC/ml</i>
Recuento	19	19
Promedio	231.421	21.2105
Desviación Estándar	308.403	20.4058
Coefficiente de Variación	133.265%	96.2061%
Mínimo	12.0	2.0
Máximo	1035.0	68.0
Rango	1023.0	66.0
Sesgo Estandarizado	2.92628	2.69746
Curtosis Estandarizada	1.34983	1.13106

En la tabla 26 se construyó el resumen estadístico para las dos muestras de datos, de particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambas muestras tienen valores de sesgo estandarizado fuera del rango normal. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Carga total inicial UFC/ml:
231.421 +/- 148.646 [82.7753; 380.067]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Carga total final UFC/ml:
21.2105 +/- 9.83531 [11.3752; 31.0458]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 210.211 +/- 143.807 [66.4038; 354.017]

Hipótesis específica 2

H₂: Las concentraciones de aire ozonificado permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

H₀: Las concentraciones de aire ozonificado no permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

❖ Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alterna.: $media1 <> media2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 2.96459$ valor-P = 0.00534951

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba t para comparar las medias de las dos muestras se construyó los intervalos, o cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias, de interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 66.4038 hasta 354.017. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%, como se puede visualizar en las gráficas siguientes:

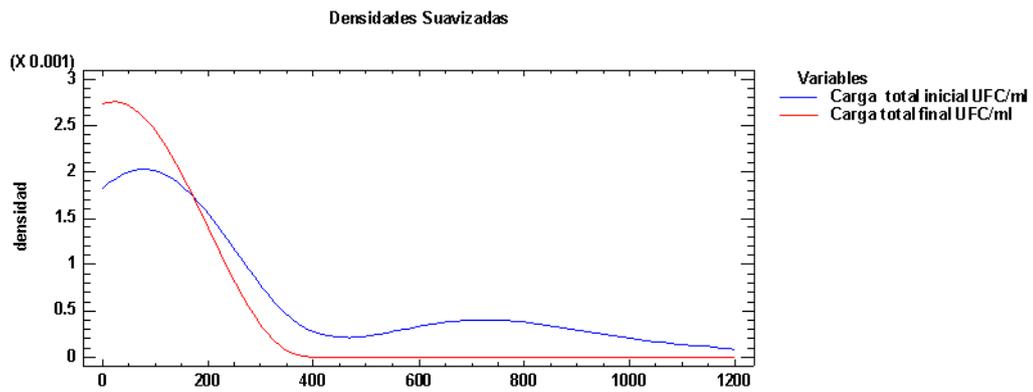


Figura 22. Tendencias de las cargas totales microbianas inicial y final.

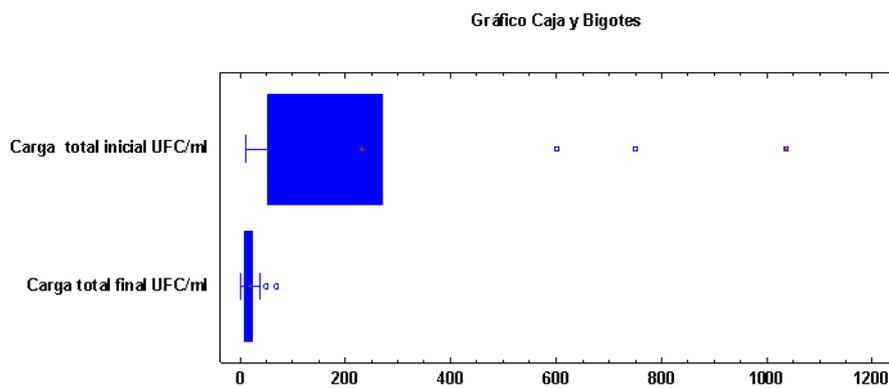


Figura 23. Caja y Bigotes de las cargas totales microbiológicas iniciales y finales.

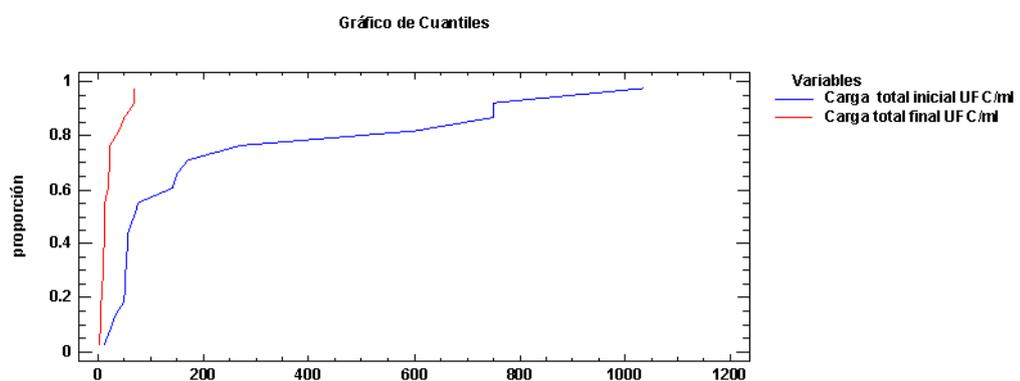


Figura 24. Gráficos de cuantiles de las cargas total microbiológicas iniciales y finales.

d. Comparación de Desviaciones Estándar

Tabla 27.
Comparación de Desviaciones Estándar.

	<i>Carga total inicial</i> <i>UFC/ml</i>	<i>Carga total final</i> <i>UFC/ml</i>
Desviación Estándar	308.403	20.4058
Varianza	95112.4	416.398
Gl	18	18

Razón de Varianzas= 228.417

Intervalos de confianza del 95.0%

Desviación Estándar de Carga total inicial UFC/ml: [233.033; 456.074].

Desviación Estándar de Carga total final UFC/ml: [15.4189; 30.1766].

Razones de Varianzas: [88.0019; 592.878].

Hipótesis específica 2

H₂: Las concentraciones de aire ozonificado permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

H₀: Las concentraciones de aire ozonificado no permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

❖ Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$.

Hipótesis Alternativa $\sigma_1 \neq \sigma_2$.

$F = 228.417$ valor-P = 0.

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras, se construyó los intervalos o cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas, de particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 88.0019 hasta 592.878. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%

4.2.3. Tiempo de contacto del aire ozonificado sobre la carga microbiana de indumentarias

En la tabla 28 se reporta el comportamiento del tiempo de contacto del aire ozonificado sobre la carga microbiana de indumentarias

Tabla 28.

Resultados de la exposición de tiempo de contacto y la concentración de Ozono sobre la carga microbiana - 5 kg indumentarias contaminadas.

TRATAMIENTO	carga microbiana antes del tratamiento (UFC/ml)	tiempo de exposicion(min)	carga microbiana despues del tratamiento (UFC/ml)
2	110	5	50
3	220	5	12
17	28	5	0
5	164	5	40
7	48	5	12
22	72	5	9
4	20	5	11
8	3	5	0
27	628	5	18
6	41	10	6
16	14	10	2
18	5	10	0
9	44	10	14
15	24	10	5
23	6	10	1
1	6	10	0
10	34	10	0
26	60	10	7
13	62	15	21
14	42	15	0
19	44	15	6
11	6	15	0
20	>1000	15	68
24	620	15	58
12	16	15	0
21	138	15	23
25	724	15	22

a. Comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

Muestra 1: Tiempo de exposición (min).

Muestra 2: Carga inicial UFC/ml.

Muestra 3: Carga Final UFC/ml.

Selección de la Variable: Carga Final UFC/ml.

Muestra 1: 19 valores en el rango de 5.0 a 15.0.

Muestra 2: 19 valores en el rango de 12.0 a 1035.0.

Muestra 3: 19 valores en el rango de 2.0 a 68.0.

Se realizó este procedimiento compara los datos en 3 columnas del archivo de datos actual, y realiza varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras, como la prueba F en la tabla ANOVA para determinar si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples permitieron decidir cuáles medias son significativamente diferentes de otras, complementándose con la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias.

a. Resumen Estadístico de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

Tabla 29.

Resumen Estadístico de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Tiempo de exposición (min)	19	9.73684	3.89932	40.047%	5.0	15.0
Carga inicial UFC/ml	19	231.421	308.403	133.265%	12.0	1035.0
Carga Final UFC/ml	19	21.2105	20.4058	96.2061%	2.0	68.0
Total	57	87.4561	203.177	232.319%	2.0	1035.0

	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
Tiempo de exposición (min)	10.0	0.170363	-1.13115
Carga inicial UFC/ml	1023.0	2.92628	1.34983
Carga Final UFC/ml	66.0	2.69746	1.13106
Total	1033.0	10.5901	17.8215

Esta tabla muestra los valores de las medidas de tendencia central para cada una de las 3 columnas de datos. Para probar diferencias significativas entre las medias de las columnas, mediante la tabla ANOVA.

b. ANOVA de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

Tabla 30.

Tabla ANOVA de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	591939.	2	295969.	9.29	0.0003
Intra grupos	1.71979E6	54	31848.0		
Total (Corr.)	2.31173E6	56			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón F, que en este caso es igual a 9.29319, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que

0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

c. Pruebas de Múltiple Rangos de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

Tabla 31.

Pruebas de Múltiple Rangos de la comparación de Muestras tiempo de exposición, Carga Inicial UFC/ml y Carga Final UFC/ml)

<i>Método: 95.0 porcentaje LSD</i>			
	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Tiempo de exposición (min)	19	9.73684	X
Carga Final UFC/ml	19	21.2105	X
Carga inicial UFC/ml	19	231.421	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Tiempo de exposición (min) - Carga inicial UFC/ml	*	- 221.684	116.083
Tiempo de exposición (min) - Carga Final UFC/ml		- 11.4737	116.083
Carga inicial UFC/ml - Carga Final UFC/ml	*	210.211	116.083

* indica una diferencia significativa.

Hipótesis específica 3

H₃: El tiempo de contacto del aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

H₀: El tiempo de contacto del aire ozonificado no facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, Surquillo – Lima.

Mediante tabla anterior se aplicó el procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran

diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Las gráficas siguientes permiten la comprobación de lo indicado en la hipótesis alterna sobre la hipótesis nula.

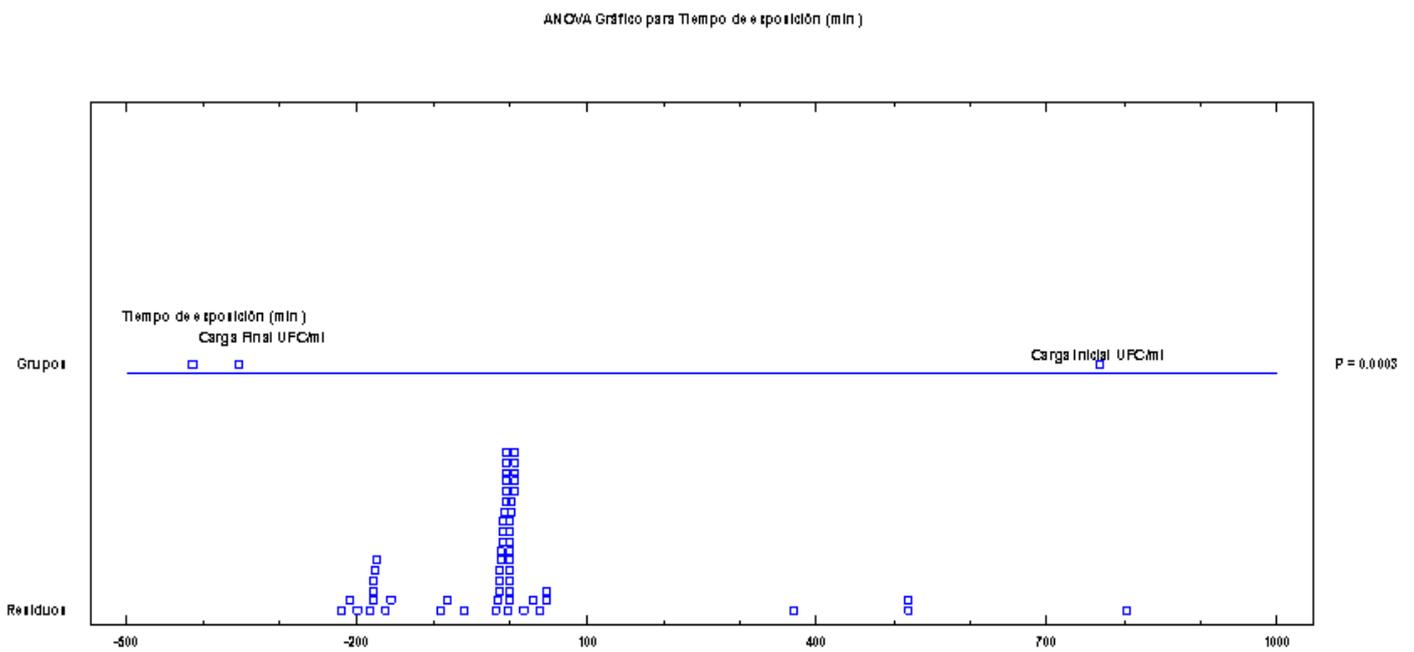


Figura 25. Gráficos ANOVA para el tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales.

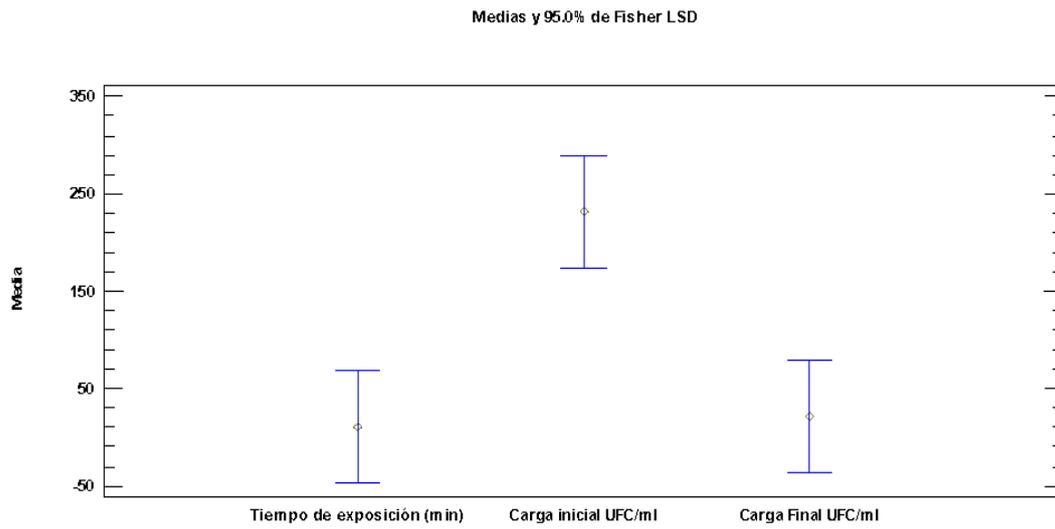


Figura 26. Medias de Fisher del tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales

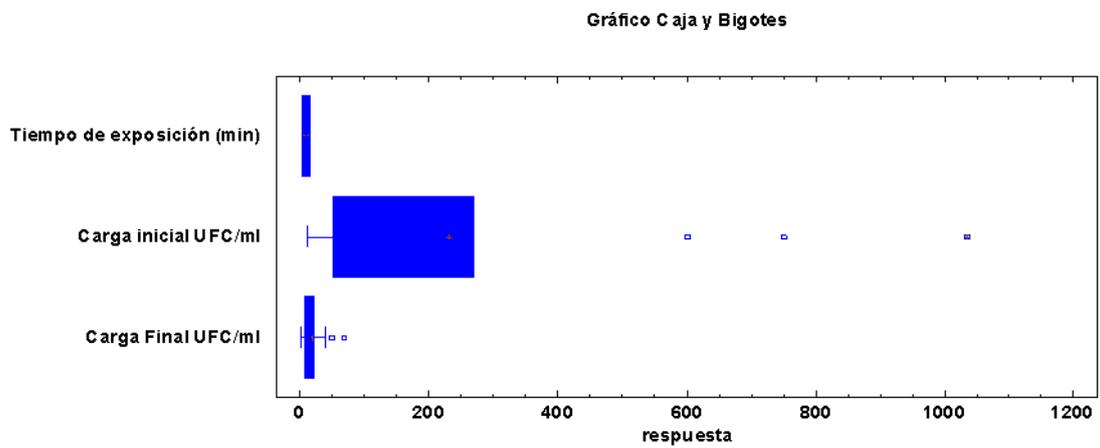


Figura 27. Gráfico de caja y bigotes del tiempo de exposición las cargas microbiológicas iniciales y finales.

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de los resultados para la contrastación de la Hipótesis General

La tabla 14 contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos, para utilizarse y evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado en la comparación de las medidas de tendencia central, este comportamiento de la acción de ozono coincide con lo reportado por Martínez y Rubio (2007) en especial cuando los valores de tendencia central tienen un comportamiento normal en la curva gaussiana.

5.2. Discusión de los resultados para la contrastación de las Hipótesis Específicas

5.2.1. Discusión sobre el aire ozonificado sobre carga microbiana de indumentarias.

A partir de la tabla 23, se ejecutó la prueba t para comparar las medias de las dos muestras, también construyó los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 53.5039 hasta 329.338. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0,

existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. También en la prueba “t” para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna, este comportamiento sobre los gérmenes viables tiene la misma tendencia que reportado por las investigaciones de Martínez y Rubio (2007), Acosta, S., & Stempliuk, V. (2008).

5.2.2. Discusión sobre la concentración de aire ozonificado sobre el total de la carga microbiana de indumentarias.

En la tabla 26, se construyó el resumen estadístico para las dos muestras de datos, de particular interés, son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambas muestras tienen valores de sesgo estandarizado fuera del rango normal. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Se ejecutó la prueba t para comparar las medias de las dos muestras se construyó los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias, de interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 66.4038 hasta 354.017. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0% esta tendencia coincide con lo reportado en las investigaciones de Martínez y Rubio (2007), Bautista, P. L. (2012) y Gonzales, C. (2014).

5.2.3. Discusión sobre el tiempo de contacto del aire ozonificado sobre la carga microbiana de indumentarias.

En la tabla 28, se realizó este procedimiento compara los datos en 3 columnas del archivo de datos actual, y realiza varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras, como la prueba F en la tabla ANOVA para determinar si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples permitieron decidir cuáles medias son significativamente diferentes de otras, complementándose con la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias; el comportamiento del tiempo de contacto sobre la acción bacteriana coincide con los trabajos realizado por Martinez y Rubio (2007), Bautista, P. L. (2012) y Gonzales, C. (2014).

Mediante la tabla 31 se aplicó el procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Las gráficas siguientes permiten la comprobación de lo indicado en la hipótesis alterna sobre la hipótesis nula este comportamiento es coincidente con las investigaciones de Martinez y Rubio (2007), Bautista, P. L. (2012) y Gonzales, C. (2014).

VI. CONCLUSIONES

Existe un efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, siendo mejor el comportamiento para concentraciones altas de ozono y tiempo de contacto reduciendo en un promedio de 90 por ciento de la carga inicial en los tratamientos con carga iniciales altas.

El efecto sobre los gérmenes viables del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN es muy eficiente en las concentraciones de 5 ppm de Ozono y tiempo de contacto de 15 minutos reportándose cero UFC/ml en cargas de gérmenes viables iniciales bajas.

La concentración del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN muestra su mejor comportamiento para concentraciones de 5 ppm y 15 minutos de exposición sobre la carga microbiana total.

El tiempo de contacto del aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas en la UCI del INEN, fue de 15 minutos actuando el ozono sobre los gérmenes viables.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar trabajos de eliminación de cargas microbianas con mayores concentraciones de 5 ppm de ozono con cepas definidas como son SCN: *Staphylococcus cuagulasa negative*, BGN - F: Bacilo Gram Negativo Fermentador, CNA: *Candida No albicans*, BGN-NF: Bacilo Gram Negativo No fermentador, carga microbiana presente en los ambientes del INEN.

Realizar trabajos de eliminación de cargas microbianas con ozono con mayores tiempos de contacto de 15 minutos con cepas definidas como son SCN: *Staphylococcus cuagulasa negative*, BGN - F: Bacilo Gram Negativo Fermentador, CNA: *Candida No albicans*, BGN-NF: Bacilo Gram Negativo No fermentador, carga microbiana presente en los ambientes del INEN.

Realizar trabajos de eliminación de cargas microbianas con agua ozonificada con cepas definidas como son SCN: *Staphylococcus cuagulasa negative*, BGN - F: Bacilo Gram Negativo Fermentador, CNA: *Candida No albicans*, BGN-NF: Bacilo Gram Negativo No fermentador, carga microbiana presente en los ambientes del INEN.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, S., & Stempliuk, V. (2008). Manual de esterilización para centros de salud. Organización panamericana de la salud, EE.UU.
- Agüero, M. (2013). Mejora en los procesos de evaluación de riesgo de PCR e IIH en el hospital Exequiel González cortés. (Tesis de Master) Universidad de Chile, Chile.
- Almodovar, W. (17 de noviembre de 2018). EcuRed. Obtenido de Agentes Patógenos: https://www.ecured.cu/Agentes_pat%C3%B3genos
- Baptista, H., & Zamorano, C. (20 de octubre de 2011). Medigraphic. Obtenido de Estetoscopio, bata y corbata, y el riesgo de infecciones nosocomiales: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2011/ms114j.pdf>
- Bautista, P. L. (2012). Tratamientos de tejidos de algodón con ozono: análisis de las variables de proceso, aproximación cinética, estudio del envejecimiento y caracterización superficial. (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Cáceres, P. (17 de noviembre de 2018). EcuRed. Obtenido de Hongos: <https://www.ecured.cu/Hongos>
- Díaz, D. (2016). Estrategias educativas para la disminución de infecciones cruzadas en usuarios del servicio de hospitalización del hospital básico Cayambe 2015. (Tesis de grado) Universidad Regional Autónoma de los Ángeles, Ecuador.
- Fernández, J. (2015). Integración de un sistema de desinfección de agua para el área de lavamanos de un quirófano por medio de ozono. (tesis de grado) Instituto Politécnico Nacional, México.

- Fernández, S. G. (2017). Determinación de la efectividad del ozono como método de desinfección en ambientes del servicio de neonatología en el hospital regional Honorio Delgado. (Tesis de grado) Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Gómez, L. (17 de noviembre de 2018). EcuRed. Obtenido de protozoo: <https://www.ecured.cu/Virus>
- Gómez, M., & Godoy, L. (2015). Integración de un sistema de desinfección de agua para el área de lavamanos de un quirófano por medio de ozono. (Tesis de Grado) Instituto Politécnico Nacional, México.
- Gonzales, C. (2014). diseño e implementación de un sistema antiséptico aplicado a la desinfección de habitaciones en hospitales mediante el uso del ozono. (Tesis de grado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación-sexta edición. México D.F- México: Mc Graw Hill Education.
- INEN. (05 de diciembre de 2018). Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Obtenido de Directiva administrativa para el manejo de la ropa hospitalaria en el instituto nacional de enfermedades Neoplásicas: <http://portal.inen.sld.pe/wp-content/uploads/2017/09/RJ-414-2017.pdf>
- INSHT. (09 de septiembre de 2018). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de Fichas Internacionales de Seguridad Química-ozono: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0068.pdf>
- INSHT. (10 de septiembre de 2018). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2018:

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LI MITE/Valores%20limite/Limites2018/Limites2018.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LI%20MITE/Valores%20limite/Limites2018/Limites2018.pdf)

Jingquan, L. (2014). Generalidad y generación electroquímica de ozono. (tesis de Grado) Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Kenneth, L. (2005). Ozone disinfection of SARS-Contaminated Areas. Enviro Labs, 1-6. Lentech. (17 de noviembre de 2018). Lenntech. Obtenido de Factores que influyen en la desinfección del agua: <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/factores/factores-definfeccion-agua.htm>

López, M. (2013). Frecuencia de bacterias patógenas su patrón de sensibilidad antibiótica en el hgr no 25 en relación con el cuadro básico de medicamentos. (Tesis de Grado) Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Macedo, M., & Blanco, J. (08 de abril de 2015). Higiene.Edu. Obtenido de Infecciones Hospitalarias: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/infeccioneshospitalarias.pdf>

Martínez, E. F., & Rubio, D. M. (2007). Adaptación del concepto de hiper-ozonización a una lavadora y construcción del prototipo. (Tesis de grado) universidad de las Américas Puebla, México.

Menéndez, O. D. (2017). Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias. (Tesis de grado) Universidad Cesar Vallejo, Perú.

MINSA. (03 de octubre de 2018). Dirección General de Epidemiología. Obtenido de Boletín epidemiológico: Lima: <http://www.dge.gob.pe/boletines/2013/35.pdf>

- MSP. (28 de noviembre de 2018). Ministerio de salud pública. Obtenido de procesamiento de ropa para uso en hospitales: www.msp.gub.uy/sites/default/files/lavmsp.pdf
- Nodares, R. (05 de septiembre de 2002). Biblioteca Virtual de Salud de Cuba. Obtenido de Visión actualizada de las infecciones intrahospitalarias: http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_3_02/mil08302.pdf
- OMS. (03 de octubre de 2018). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Infecciones contraídas durante la atención sanitaria: alcance y costo: <http://www.who.int/gpsc/background/es/>
- Pérez, C. M. (2008). El ahorro de agua en lavanderías industriales con la tecnología del ozono.
- CONAMA, congreso nacional del medio ambiente, 1-8.
- Rice, R., Cardis, D., & Hook, J. ((s.f)). El ozono en la industria de lavandería-experiencias prácticas en el Reino Unido. EE. UU: Unesco.
- Sánchez, G. O. (2014). Diseño y construcción de un sistema de ozonificación para purificación de agua alimentado con energía solar. (Tesis de Grado) Instituto politécnico nacional, México.
- Taípe, M. E. (2016). Afectación de los desechos hospitalarios en la salud del personal. Elaboración de un manual para el manejo de los desechos hospitalarios en el dispensario de dos mangas del seguro social campesino de la Península de Santa Elena. (Tesis de Master) Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Tello, O. A. (2009). Evaluación de un método eficaz y eficiente de limpieza y desinfección, para la industria de bebidas carbonatadas. (Tesis de grado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

UE. (2005). Directiva 2005/25/CE del consejo. Diario oficial de la Unión Europea, 6.
Wegener, J. (17 de noviembre de 2018). EcuRed. Obtenido de protozoo:
<https://www.ecured.cu/Protozoo>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	Dimensiones	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
“Desinfección de indumentaria contaminada mediante aire ozonificado en el área de recepción de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Surquillo-Lima”	PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima?	OBJETIVO GENERAL: Determinar efecto del aire ozonificado en el control de la carga microbiana del área de recepción de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.	HIPOTESIS PRINCIPAL: El uso del aire ozonificado permite el control de la carga microbiana del área de recepción de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.	VARIABLE DEPENDIENTE (y): Carga microbiana		Gérmenes viables (ufc/ml)	TIPO DE INVESTIGACION: APLICADA NIVEL DE INVESTIGACION: EXPLICATIVA DISEÑO DE LA INVESTIGACION: EXPERIMENTAL FACTORIAL POBLACION: INDUMENTARIAS CONTAMINADAS
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:		OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPOTESIS ESPECÍFICAS:	VARIABLE INDEPENDIENTE (x):			
b) ¿Cuál es la concentración del aire ozonizado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima?	Determinar la concentración del ozono del aire en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.	Las concentraciones de ozono del aire permiten el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.			concentración de ozono	1 – 3 – 5 ppm	MUESTRA: BATAS CONTAMINADAS.
c) ¿Cuál es el tiempo de contacto del aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima ?	Establecer el tiempo de contacto del aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.	El tiempo de contacto del aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.		aire ozonificado	tiempo de contacto	5 – 10 – 15 min	
a) ¿Cuál es el efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado para el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima?	Determinar el efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado en el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.	El efecto sobre los gérmenes viables con el aire ozonificado facilita el control de la carga microbiana de las indumentarias contaminadas del servicio de UCI del INEN, Surquillo-Lima.			cantidad de indumentaria contaminada	5 kg	

ANEXO 2: Matriz de operacionalización

Variable Independiente: Ozonificación			
Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Unidades de medida
Concentración de ozono	1 – 3 – 5 ppm de ozono	Determinador de ppm	ppm
Tiempo de contacto	5 – 10 – 15 min	Cronometro	min
Cantidad de indumentarias contaminadas	5 kg	balanza	kg
Variable Dependiente			
Variable	Indicador	Instrumento de medición	Unidades de medida
Carga microbiana	Gérmenes viables	Normas AOAC	UFC/g

ANEXO 3: Ficha de registro de muestras

REGISTRO DE INFORMACION MUESTRAL MICROBIOLÓGICO DE INDUMENTARIAS CONTAMINADAS

Lugar de realización muestral:

Punto de muestreo:

Denominación de la muestra:

Tiempo de incubación:

Cargo:

Personal designado:

observaciones:

Orden Corrida	cód. de muestra	numero de prueba	concentración (ppm)	tiempo de contacto (min)	cantidad de ropa (kg)	PRE-TEST carga microbiana (UFC)	FECHA Y HORA DE PRUEBA	POST-TEST carga microbiana (UFC)	FECHA Y HORA DE RECEPCION DE RESULTADOS	observación
1		7	1	5	5					
2		1	1	10	5					
3		16	1	15	5					
4		24	3	5	5					
5		12	3	10	5					
6		5	3	15	5					
7		10	5	5	5					
8		27	5	10	5					
9		14	5	15	5					
10		19	1	5	5					
11		9	1	10	5					
12		25	1	15	5					
13		23	3	5	5					
14		2	3	10	5					
15		8	3	15	5					
16		15	5	5	5					
17		3	5	10	5					
18		20	5	15	5					
19		22	1	5	5					
20		18	1	10	5					
21		4	1	15	5					
22		13	3	5	5					
23		17	3	10	5					
24		26	3	15	5					
25		21	5	5	5					
26		11	5	10	5					
27		6	5	15	5					

ANEXO 4: Procedimiento de Toma de muestras y estudio microbiológico del Laboratorio Microbiológico del INEN



PERÚ

Sector
Salud

Instituto Nacional de
Enfermedades Neoplásicas



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

EVALUACION DE LA CARGA MICROBIANA PRE Y POST TRATAMIENTO CON OZONO

MUESTREO PARA EL ESTUDIO MICROBIOLÓGICO

1. Todas las batas, sin mangas ni bolsillos, de los pacientes fueron muestreadas en la zona abdominal media, región con mayor probabilidad de estar contaminadas (1).
2. Se emplearon hisopos estériles humedecidos con solución salina estéril mediante movimientos de rodamiento en un área de 9cm² del objetivo (2,3)
3. Se colocaron en tubos estériles e inmediatamente se llevaron al laboratorio para su procesamiento
4. De similar manera se procesaron tres batas elegidas al azar inmediatamente después de recibirlos de la lavandería del hospital como controles.
5. El muestreo de las batas de los pacientes se realizó de similar manera tanto para las corridas pre y post tratamiento, así como independientemente de la concentración de ozono y el tiempo de exposición del material evaluado.
6. El área de muestreo para el post tratamiento se realizó en la zona contigua al área muestreada en la de pre tratamiento.

ESTUDIO MICROBIOLÓGICO

1. Una vez en el laboratorio, las muestras fueron sembradas en medio enriquecido, agar sangre, para el aislamiento microbiano.
2. Las placas con agar sangre sembradas se incubaron a 37 °C y en ambiente de aerobiosis.
3. La lectura de los cultivos se realizaron cada 24 horas y hasta 72 horas para reportarlas como negativas.
4. Los cultivos fueron examinados para el crecimiento y el recuento total de colonias aisladas.
5. La valoración de crecimiento microbiano se dio con la presencia de al menos 1 UFC en el medio de cultivo empleado.
6. A partir de los aislamientos obtenidos se realizó la identificación de los mismos basado en procedimientos microbiológicos estándares.
7. Para el estudio bacteriano se evaluaron características culturales, morfológicas y bioquímicas. Mientras que para el estudio micológico se evaluaron características macro y microscópicas, así como fisiológicas. (4,5).



Av. Angamos Este
2520 - Surquillo



“DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES”
“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD”

1. Pissiotis, C. A., Komborozos, V., Papoutsi, C., & Skrekas, G. (1997). Factors that influence the effectiveness of surgical gowns in the operating theatre. *The European journal of surgery= Acta chirurgica*, 163(8), 597-604.
2. Wong, D., Nye, K., & Hollis, P. (1991). Microbial flora on doctors' white coats. *Bmj*, 303(6817), 1602-1604.
3. Loh, W., Ng, V. V., & Holton, J. (2000). Bacterial flora on the white coats of medical students. *Journal of Hospital Infection*, 45(1), 65-68.
4. Bergey, S.A., 1984. Bergey, Manual of Determinative Bacteriology, 9th edition, Williams & Wilkins., Philadelphia.
5. Iqbal, M.N., Anjum, A.A., Ali, M.A., Hussain, F., ALI, S., Muhammad, A., Irfan, M., Ahmad, A., Irfan, M. and Shabbir, A., 2015. Assessment of microbial load of unpasteurized fruit juices and in vitro antibacterial potential of honey against bacterial isolates. *Open Microbiol. J.*, 9: 26-32. DOI: 10.2174/1874285820150601E001.



Av. Angamos Este
2520 - Surquillo
Telf.: 201-6500
www.inen.gob.pe



INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS
PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DEL ESTUDIO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL - V.01
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA / EQUIPO FUNCIONAL DE PATOLOGÍA CLÍNICA
ÁREA DE TRABAJO LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
ESTUDIO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

COPIA NO CONTROLADA

1. OBJETO:

Normalizar el procedimiento para la el estudio microbiológico ambiental.

2. ALCANCE:

El presente documento se emplea para realizar el estudio microbiológico ambiental. (Código de Tarifario: 250457), en el Área de Trabajo Laboratorio de Microbiología del Equipo Funcional de Patología Clínica del INEN.

3. RESPONSABILIDAD:

- Encargado del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología: SUPERVISAR EL PROCESO DE ANALISIS DE LABORATORIO MICROBIOLOGIA.
- Personal del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología programado en el grupo de Trabajo de Virus Respiratorio: REALIZAR EL ANALISIS DE LABORATORIO EN MUESTRA BIOLOGICA.

4. DEFINICION DE TÉRMINOS:

- Ver Manual de Terminología del SGC (DI PC-PC MAN 03)
- Documento Interno Controlado: Documento en formato electrónico declarado en el Sistema Electrónico Documentario del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) con alcance de certificación del Equipo Funcional Patología Clínica (EFPC). Todo documento en formato papel esta fuera del control del SGC y el responsable del procedimiento (Directores de Oficina, Coordinador del EFPC. Y Encargado de Área de Trabajo) deben controlar su uso apropiado para dar conformidad al requisito 7.5, (Información documentada), de la Norma Internacional ISO 9001:2015.



5. LINEAMIENTOS:

Análisis de muestras ambientales a solicitud del área interesada.



6. SIGNIFICANCIA CLÍNICA:

Los ambientes hospitalarios, debido a sus características de localización, acondicionamiento y funcionalidad, presentan una flora de microorganismos diversa tanto en etiología como en carga microbiana^{1,2}. La rutina hospitalaria en áreas de hospitalización y en la ejecución de procedimientos invasivos conlleva a la permanente exposición de los pacientes a la flora local. Por lo tanto, la monitorización microbiológica periódica de áreas críticas e instrumentos o equipos invasivos es necesaria para la detección y/o control de potenciales fuentes de infección en pacientes inmunocomprometidos en dichas áreas.³



DI PC-MI PNT 33

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 1 de 5

7. PRINCIPIO DE LA PRUEBA ANALÍTICA:

El muestreador automatizado de aire permite la recuperación de microorganismos a partir de la aspiración de aire de áreas críticas para un determinado volumen y tiempo. Para ello, el equipo siembra la muestra de aire por presión y centrifugación en el agar contenido en tiras plásticas colocadas dentro del equipo.

Otro método empleado para el estudio microbiológico ambiental es la técnica de muestreo por captura. Este método se emplea para la recuperación de la flora microbiana a partir de mesas de trabajo, equipos e instrumentos. Para ello se realiza el hisopado de estas superficies con hisopo húmedo o por enjuague con solución estéril.

8. SEGURIDAD Y CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES:

Se cumplirán las Normas de Bioseguridad 7.2.3 BSL 2: MAXIMA, Ver MANUAL DE BIOSEGURIDAD (DI PC-PC MAN 02).

9. REACTIVOS Y OTROS PRODUCTOS:

- Cabezales portatiras.
- Tiras de plástico conteniendo Agar Sangre y agar Sabouraud.

10. EQUIPAMIENTO:

- Muestreador automatizado de aire

11. MUESTRA:

11.1 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

- Ver DI PC-PC MAN 05

11.2 SISTEMA BIOLÓGICO:

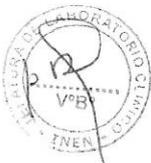
- Aire
- Superficies

11.3 RECIPIENTE

- No aplica

11.4 CONSERVACION Y MANEJO

Las muestras deben mantenerse a temperatura ambiente, en caso no procesarse inmediatamente se debe refrigerar (2-8 °C), por un periodo máximo de 72 horas, desde su obtención hasta su procesamiento, para garantizar la viabilidad. Las muestras enviarlas en un sistema cerrado, sea en hisopos embebidos en solución estéril o en recipientes.





16 RESULTADOS ANALÍTICOS

16.1 RANGO DE VALORES A INFORMAR:

Sub análisis 1: TIPO DE MUESTRA

- Identificar el tipo de muestra

Sub análisis 2: ESTUDIO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL

- NEGATIVO, POSITIVO

16.2. RANGOS DE ALARMA:

Sub análisis 1: TIPO DE MUESTRA

- NO APLICA

Sub análisis 2: ESTUDIO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL

- NO APLICA

16.3. INTERVALOS DE REFERENCIA:

Sub análisis 1: TIPO DE MUESTRA

- Identificar el tipo de muestra

Sub análisis 2: ESTUDIO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL

- NEGATIVO

17 CONTROL DE REGISTROS:

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL REGISTRO	LUGAR DE ALMACENAMIENTO (TIEMPO) USO / TEMPORAL	RESPONSABLE DE PROTECCIÓN	TIEMPO DE ARCHIVO
DI PC-MI REG 32	Registro de documentos enviados	Jefatura de Microbiología estante 01 (12 meses) / No aplica.	Encargado del Área de Trabajo Laboratorio de Microbiología	1 año
DI PC-PC REG 01	Sistema informático de laboratorio SISINEN	Base de Datos INEN (Permanente) / No Aplica	Jefe Oficina Informática INEN	Permanente
DI PC-PC REG 02	Sistema informático de laboratorio LABCORE	Base de Datos INEN (Permanente) / No Aplica	Jefe Oficina Informática INEN	Permanente



DI PC-MI PNT 33

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 4 de 5



16. RESULTADOS ANALÍTICOS

16.1. RANGO DE VALORES A INFORMAR:

Sub análisis 1: CULTIVO GERMENES COMUNES EN MUESTRA

- Texto, Describir el tipo de muestra

Sub análisis 2: CULTIVO GERMENES COMUNES

- TITULO

Sub análisis 3: CULTIVO GERMENES COMUNES 24 H

- Texto, NEGATIVO, POSITIVO (BACILOS GRAM (-), COCOS GRAM (+) Y LEVADURAS)

Sub análisis 4: CULTIVO GERMENES COMUNES 48 H

- Texto, NEGATIVO, POSITIVO (BACILOS GRAM (-), COCOS GRAM (+) Y LEVADURAS) Y NOMBRE CIENTIFICO DEL GERMEN AISLADO Y ANTIBIOGRAMA.

Sub análisis 5: CULTIVO GERMENES COMUNES 72 H

- Texto, NEGATIVO, POSITIVO (BACILOS GRAM (-), COCOS GRAM (+) Y LEVADURAS) Y NOMBRE CIENTIFICO DEL GERMEN AISLADO Y ANTIBIOGRAMA.

Sub análisis 6: OBSERVACION, CULTIVO GERMENES COMUNES

- Texto, Describir hallazgos particulares de la prueba realizada.
- Indicar de requerimiento de nueva muestra.

ANTIBIOGRAMA, CULTIVO GERMENES COMUNES

GRUPO ENTEROBACTERIAS Y NO FERMENTADORES



		MIC (µgr/mL)
- Meropenen	(S) (R)	0.5 - 32
- Imipenen	(S) (R)	0.25 - 8
- Ceftazidima	(S) (R)	1 - 16
- Ceftriaxona	(S) (R)	1 - 4
- Cefepime	(S) (R)	1 - 16
- Amikacina	(S) (R)	8 - 32
- Ciprofloxacina	(S) (R)	0.125 - 2
- Colistina	(S) (R)	1 - 4
- Ampicilina Sulbactam	(S) (R)	4/2 - 16/8
- BLEE	NEGATIVO, POSITIVO	
- CARBAPENEMASA	NEGATIVO, POSITIVO	

DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 5 de 8



18 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Sarica, S., Asan, A., Otkun, M. T., & Ture, M. (2002). Monitoring indoor airborne fungi and bacteria in the different areas of Trakya University Hospital, Edirne, Turkey. *Indoor and built Environment*, 11(5), 285-292.
2. Hong, J. B., & Chung, Y. H. (2003). Distribution of hospital airborne microorganisms in Seoul, Korea. *Korean Journal of Environmental Health Sciences*, 29(1), 1-7.
3. Beggs, C. B. (2003). The airborne transmission of infection in hospital buildings: fact or fiction?. *Indoor and Built Environment*, 12(1-2), 9-18.

19 ANEXOS:

ANEXO N°1: LISTA DE DISTRIBUCIÓN

SOPORTE INFORMÁTICO:

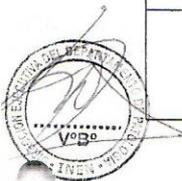
1. Sistema documental del Sistema de Gestión de la Calidad

SOPORTE PAPEL

1. Área de Gestión de la Calidad – Original

ANEXO N° 2: CONTROL DE CAMBIOS Y MEJOR

CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS				
REVISIÓN NÚMERO	PÁGINA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA	FECHA DE LA MODIFICACIÓN	AUTORIZA MODIFICACIÓN
01	1-5	Se modifica secuencia de versión por cambio de nuestro SGC a ISO 9001:2015. Se toma como versión base DI PC-MI PNT 35 V03 del SGC ISO 9001:2008.	21/11/2017	M.C. Daniel Aguilar Rivera



DI PC-MI PNT 33

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 5 de 5



CULTIVO DE GERMENES COMUNES

1. OBJETO:

Normalizar el procedimiento para el análisis Cultivo de Gérmenes Comunes (Cultivo de Líquidos, Secreciones o CVC).

2. ALCANCE:

El presente documento se emplea para realizar el análisis Cultivo de Gérmenes Comunes (Cultivo de Líquidos, Secreciones o CVC), (Código de Tarifario: 250415) en el Área de Trabajo Laboratorio de Microbiología del Equipo Funcional de Patología Clínica del INEN.

3. RESPONSABILIDAD:

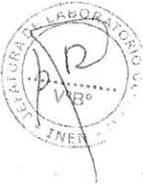
- Encargado del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología: SUPERVISAR EL PROCESO DE ANALISIS DE LABORATORIO MICROBIOLOGIA.
- Personal del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología programado en el grupo de Trabajo de SIEMBRA PRIMARIA.
- Personal del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología programado en el grupo de Trabajo de LECTURA
- Personal del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología programado en el grupo de Trabajo de IDENTIFICACION Y ANTIBIOGRAMA.

4. DEFINICION DE TÉRMINOS:

- Ver Manual de Terminología del SGC (DI PC-PC MAN 03)
- Documento Interno Controlado: Documento en formato electrónico declarado en el Sistema Electrónico Documentario del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) con alcance de certificación del Equipo Funcional Patología Clínica (EFPC). Todo documento en formato papel esta fuera del control del SGC y el responsable del procedimiento (Directores de Oficina, Coordinador del EFPC. Y Encargado de Área de Trabajo) deben controlar su uso apropiado para dar conformidad al requisito 7.5, (Información documentada), de la Norma Internacional ISO 9001:2015.

5. LINEAMIENTOS

- Análisis de rutina.
- identificar el tipo de muestra
- La lectura de control se realiza hasta las 72 horas.



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 1 de 8



6. SIGNIFICANCIA CLÍNICA:

Las bacterias son capaces de desarrollar mecanismos de resistencia, siendo España un país que destaca por su alta prevalencia sobre todo en especies que causan infecciones fundamentalmente extrahospitalarias. Los mecanismos de resistencia adquirida y transmisible son los más importantes y consisten fundamentalmente en la producción de enzimas bacterianas que inactivan los antibióticos o en la aparición de modificaciones que impiden la llegada del fármaco al punto diana o en la alteración del propio punto diana. Una cepa bacteriana puede desarrollar varios mecanismos de resistencia frente a uno o muchos antibióticos y del mismo modo un antibiótico puede ser inactivado por distintos mecanismos por diversas especies bacterianas.

En el ámbito extrahospitalario las enfermedades infecciosas deben tratarse la mayoría de las veces de forma empírica por dificultad de acceso a los estudios microbiológicos o por la lentitud de los mismos; en estos casos el tratamiento debe apoyarse en la etiología más probable del cuadro clínico, en la sensibilidad esperada de los patógenos más frecuentes y en los resultados previsibles según los patrones de sensibilidad del entorno.

7. PRINCIPIO DE LA PRUEBA ANALÍTICA:

Cultivo en medio selectivo y enriquecido.

8. SEGURIDAD Y CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES:

Se cumplirán las Normas de Bioseguridad 7.2.3 BSL 2: MAXIMA, Ver MANUAL DE BIOSEGURIDAD (DI PC-PC MAN 02).

9. REACTIVOS Y OTROS PRODUCTOS:

- Placa con agar Mc Conkey
- Placa con agar Sangre
- Placa con agar Manitol
- Placa con agar Azida
- Placa con agar chocolate
- Tinción de gram
- Tiras de oxidasa
- Peróxido de hidrogeno.

10. EQUIPAMIENTO:

- Asa de siembra
- Mechero Bunsen
- Incubadora de 37°C



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 2 de 8



- Equipo automatizado de identificación y sensibilidad bacteriana.
- Incubadora de 37°C + CO2.

11. MUESTRA:

11.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

- Ver DI PC-PC MAN 05

11.2. SISTEMA BIOLÓGICO:

- Líquido pericárdico
- Esputo
- Lavado Broncoalveolar
- Líquido ascítico
- Contenido duodenal
- Líquido pleural
- Contenido gástrico
- Ganglio
- Secreción Vaginal
- Catéter venoso central
- Secreción herida quirúrgica
- Aspirado Bronquial/Secreción Bronquial
- Aspirado Traqueal
- Líquido Articular
- Secreción Faringea
- Secreción Ótica
- Líquido Céfalo Raquídeo
- Abscesos
- Secreción Biliar
- Esputo Inducido
- Tejido
- Otro

11.3. RECIPIENTE:

- Según tipo de muestra



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 3 de 8



11.4. CONSERVACION Y MANEJO

- En lo posible procesar la muestra fresca.

12. MODO OPERATIVO:

12.1. Siembra primaria:

- Sembrar por agotamiento y estría en la placa con agar Mc Conkey, agar Sangre, agar Manitol, agar Azida, agar Chocolate.

12.2. Lectura

- Las placas serán examinadas diariamente por 24, 48 y 72 hrs. Correlacionando los aislados con los morfotipos obtenidos en la tinción de gram. Si se obtienen cultivos mixtos realizar subcultivos necesarios para obtener los microorganismos en cultivo puro. Una vez obtenido el cultivo puro se hará la identificación presuntiva mediante pruebas rápidas como tinción de gram, oxidasa, catalasa o definitiva mediante equipo automatizado (INS 47). Se identificarán todos los aislados clínicamente significativos a nivel de especie y se realizarán las pruebas de sensibilidad a los antibióticos y detección de fenotipos de resistencia según normas de la CLSI. Si no hay crecimiento reincubar todas las placas y reexaminar diariamente hasta el final del periodo de incubación.

12.3. Identificación

- (VER DI PC MI INS 41)

12.4. Antibiograma:

- Se evalúa la sensibilidad antimicrobiana en el equipo automatizado (VER DI PC MI INS 41) por métodos de concentración mínima inhibitoria (MIC).

13. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS:

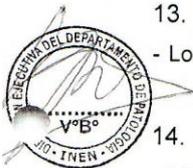
- Los resultados obtenidos

14. CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA:

- Ver Procedimiento de Gestión de Calidad Analítica.
- Ver Procedimiento de Mantenimiento de Equipos.
- El Instructivo "Validación del Proceso de Prestación del Servicio" (DI PC-AC INS 02) determina las actividades para su implementación y mantenimiento.

15. VALIDACIÓN DE RESULTADOS:

- La validación se realiza en función a los resultados históricos del paciente.
- Los resultados serán validados por el médico Patólogo Clínico en casos de discrepancias.



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 4 de 8



GRUPO GRAM POSITIVOS

		MIC (µg/mL)
-	Vancomicina (S) (R)	0.5 - 16
-	Eritromicina (S) (R)	0.25 - 4
-	Clindamicina (S) (R)	0.5 - 2
-	Ciprofloxacina (S) (R)	0.5 - 2
-	Gentamicina 10 mg (S) (R)	2 - 8
-	Ampicilina (S) (R)	2 - 8
-	Rifampicina (S) (R)	0.5 - 2
-	Estreptomina (S) (R)	1000
-	Gentamicina 120 mg (S) (R)	500
-	Oxacilina (S) (R)	0.25 - 2
-	Cefoxitina (S) (R)	1 - 4
-	Teicoplanina (S) (R)	1 - 16
-	Linezolid (S) (R)	1 - 8
-	D-Test	NEGATIVO, POSITIVO

16.2. RANGOS DE ALARMA:

Sub análisis 1: CULTIVO GERMENES COMUNES EN MUESTRA

- Resistencia

Sub análisis 2: CULTIVO GERMENES COMUNES

- Resistencia

Sub análisis 3: CULTIVO GERMENES COMUNES 24 H

- Resistencia

Sub análisis 4: CULTIVO GERMENES COMUNES 48 H

- Resistencia

Sub análisis 5: CULTIVO GERMENES COMUNES 72 H

- Resistencia

Sub análisis 6: OBSERVACION, CULTIVO GERMENES COMUNES

- Resistencia

ANTIBIOGRAMA, CULTIVO GERMENES COMUNES

- Resistencia



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 6 de 8



16.3. INTERVALOS DE REFERENCIA:

- No Aplica

17. CONTROL DE REGISTROS:

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL REGISTRO	LUGAR DE ALMACENAMIENTO (TIEMPO) USO / TEMPORAL	RESPONSABLE DE PROTECCIÓN	TIEMPO DE ARCHIVO
DI PC-MI REG 01	Registro de resultados de secreciones	Sector siembre revistero (02 meses) / Jefatura de Microbiología armario 22784 (10 meses)	Encargado del Área de Trabajo Laboratorio Microbiología	1 año
DI PC-PC REG 01	Sistema informático de laboratorio SISINEN	Base de Datos INEN (Permanente) / No Aplica	Jefe Oficina Informática INEN	Permanente
DI PC-PC REG 02	Sistema informático de laboratorio LABCORE	Base de Datos INEN (Permanente) / No Aplica	Jefe Oficina Informática INEN	Permanente

18. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Miriam Álvarez, Javier Buesa, Javier Castillo, Jordi Vila, MA, JB, JC, JV (2016). Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología, Diagnóstico microbiológico de las infecciones gastrointestinales; Edición 04. SEIMC. Madrid-España
- Rosa Sacsquispe, RS (2002), Manual de Procedimientos para la Prueba de Sensibilidad Antimicrobiana por el Método de Disco Difusión, Edición 01, INS, Lima-Perú.
- Daza Pérez, DS (2016) Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria, Edición 01, MSPI, <http://www.mspsi.es/fr/biblioPublic/publicaciones/docs/bacterias.pdf> Fecha de visita Agosto 2017.



19. ANEXOS:

ANEXO N°1: LISTA DE DISTRIBUCIÓN

SOPORTE INFORMÁTICO:

- Sistema documentario del Sistema de Gestión de la Calidad

SOPORTE PAPEL

- Área de Gestión de la Calidad – Original



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 7 de 8





INEN

PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DEL ANALISIS CULTIVO DE GERMESES COMUNES - V.01

ANEXO N° 2: CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS

CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS				
REVISIÓN NÚMERO	PÁGINA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA	FECHA DE LA MODIFICACIÓN	AUTORIZA MODIFICACIÓN
01	1-8	Se modifica secuencia de versión por cambio de nuestro SGC a ISO 9001:2015. Se toma como versión base DI PC-MI PNT 04 V05 del SGC ISO 9001:2008.	21/11/2017	M.C. Daniel Aguilar Rivera



DI PC-MI PNT 04

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 8 de 8



RESULTADOS DE MONITOREO AMBIENTAL

1. OBJETO

Estandarizar el formato de registro de resultados de Monitoreo Ambiental.

2. ALCANCE

El presente documento se emplea para el registro de resultados de del área de Trabajo Monitoreo Ambiental Microbiología del Equipo Funcional de Patología Clínica del INEN. El mismo que está asociado al Registro de Resultados de Muestreo Ambiental" DI PC-MI REG 15".

3. RESPONSABILIDAD

- Encargado del Área de Trabajo Microbiología: Revisión.
- Coordinador de Equipo Funcional: Aprobación y Supervisión.
- Grupo de Trabajo Sistema de Gestión de la Calidad del Área de Trabajo Gestión de la Calidad: Elaboración.
- Grupo de Trabajo "Hongos" y "Lectura" del Área de Trabajo Microbiología.

4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- Ver Manual de Terminología del SGC (DI PC-PC MAN 03)
- Documento Interno Controlado: Documento en formato electrónico declarado en el Sistema Electrónico Documentario del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) con alcance de certificación del Equipo Funcional Patología Clínica (EFPC). Todo documento en formato papel esta fuera del control del SGC y el responsable del procedimiento (Directores de Oficina, Coordinador del EFPC. Y Encargado de Área de Trabajo) deben controlar su uso apropiado para dar conformidad al requisito 7.5, (Información documentada), de la Norma Internacional ISO 9001:2015.



5. FORMATO

Formato en soporte (Ver Anexo 1).

Papel

Tamaño

- A4

Ubicación:

- Sector Área de Micología.

Vía de Distribución:

- Solicitado al grupo de trabajo calidad de Microbiología.



DI PC-MI FOR 23

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 1 de 3

6. ANEXOS

ANEXO N° 1: FORMATO DE RESULTADOS DE MONITOREO AMBIENTAL

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:
LECTURA DE MEDIOS DE CULTIVO:
RECuento DE COLONIAS:
COLORACIÓN GRAM:
RESULTADOS:



FUENTE: Elaboración propia.

DI-PC-MI FOR 23

ANEXO N° 2: LISTA DE DISTRIBUCIÓN

SOPORTE INFORMÁTICO:

1. Sistema documentario del Sistema de Gestión de la Calidad

SOPORTE PAPEL

1. Área de Gestión de la Calidad – Original



ANEXO N° 3 CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS



DI PC-MI FOR 23

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 2 de 3





CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS				
REVISIÓN NÚMERO	PÁGINA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA	FECHA DE LA MODIFICACIÓN	AUTORIZA MODIFICACIÓN
01	1-3	Se modifica secuencia de versión por cambio de nuestro SGC a ISO 9001:2015. Se toma como versión base DI PC-MI FOR 23 V05 del SGC ISO 9001:2008.	21/11/2017	M.C. Daniel Aguilar Rivera

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA / EQUIPO FUNCIONAL DE PATOLOGÍA CLÍNICA
ÁREA DE TRABAJO GESTIÓN DE LA CALIDAD
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

COPIA NO CONTROLADA



DI PC-MI FOR 23

Fecha de Caducidad:
20/11/2021

Página 3 de 3

ANEXO 5: Reporte de Resultado de Laboratorio microbiológico del INEN



PERÚ

Sector Salud

Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas



“DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES”
“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD”

RESULTADO MICROBIOLÓGICO PRE Y POST OZONIZACIÓN (Laboratorio INEN)

Orden Corrida	Carga microbiana inicial (UFC/ml)		carga microbiana final (UFC/ml)	
1	6	6 SCN	0	0
2	110	48 SCN, 62 <i>S. aureus</i>	50	34 SCN, 16 <i>Streptomyces sp</i>
3	220	200 SCN, 20 BGN-NF	12	12 SCN
4	20	20 SCN	11	11 SCN
5	164	164 SCN	40	40 SCN
6	41	41 SCN	6	6 SCN
7	48	48 SCN	12	12 SCN
8	3	3 SCN	0	-----
9	44	44 <i>S. aureus</i>	14	14 <i>S. aureus</i>
10	34	10 BGN-NF, 24 <i>S. aureus</i>	0	-----
11	6	6 SCN	0	-----
12	16	16 SCN	0	-----
13	62	61 SCN, 1 <i>Streptomyces sp</i>	21	21 SCN
14	42	41 SCN, 1 BGN-NF	0	-----
15	24	24 SCN	5	5 SCN
16	14	14 SCN	2	2 SCN
17	28	28 SCN	0	-----
18	5	5 SCN	0	-----
19	44	6 BGN-NF, 38 SCN	6	6 SCN
20	>1000	>1000 SCN	68	68 SCN
21	138	138 SCN	23	23 SCN
22	72	42 BGN-F, 6 BGN-NF, 24 SCN	9	5 BGN-NF, 4 SCN
23	6	1 SCN, 4 BGN-NF, 1 CNA	1	1 SCN
24	620	620 SCN	58	58 SCN
25	724	722 SCN, 2 BGN-NF	22	22 SCN
26	60	60 SCN	7	7 SCN
27	628	38BGN-F, 260 SCN, 380 BGN-NF	18	6BGN-F, 12 BGN-NF

LEYENDA:

SCN: Staphylococcus coagulasa negative

BGN-F: Bacilo Gram Negativo Fermentador

BGN-NF: Bacilo Gram Negativo No Fermentador

CNA: Candida no albicans



Av. Angamos Este
2520 - Surquillo
Telf.: 201-6500
www.inen.sld.pe

ANEXO 6: Resumen total de análisis de laboratorio con aplicación del tratamiento con ozono



PERÚ

Sector Salud

Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

N° orden	Carga microbiana pre-ozono (UFC/ml)	Tipos de microorganismos	Concentración de ozono (PPM)	Tiempo de exposición (minutos)	Carga microbiana post-ozono (UFC/ml)	Tipos de microorganismos
1	6	6 SCN	5	10	0	0 <i>Corynebacterium sp</i>
2	110	48 SCN, 62 <i>S. aureus</i>	1	5	50	34 SCN, 16 <i>Streptomyces sp</i>
3	220	200 SCN, 20 BGN-NF	1	5	12	12 SCN
4	20	20 SCN	5	5	11	11 SCN
5	164	164 SCN	3	5	40	40 SCN
6	41	41 SCN	1	10	6	6 SCN
7	48	48 SCN	3	5	12	12 SCN
8	3	3 SCN	5	5	0	-----
9	44	44 <i>S. aureus</i>	3	10	14	14 <i>S. aureus</i>
10	34	10 BGN-NF, 24 <i>S. aureus</i>	5	10	0	-----
11	6	6 SCN	3	15	0	-----
12	16	16 SCN	5	15	0	-----
13	62	61 SCN, 1 <i>Streptomyces sp</i>	1	15	21	21 SCN
14	42	41 SCN, 1 BGN-NF	1	15	0	-----
15	24	24 SCN	3	10	5	5 SCN
16	14	14 SCN	1	10	2	2 SCN
17	28	28 SCN	1	5	0	-----
18	5	5 SCN	1	10	0	-----
19	44	6 BGN-NF, 38 SCN	1	15	6	6 SCN
20	>1000	>1000 SCN	3	15	68	68 SCN
21	138	138 SCN	5	15	23	23 SCN
22	72	42 BGN-F, 6 BGN-NF, 24 SCN	3	5	9	5 BGN-NF, 4 SCN
23	6	1 SCN, 4 BGN-NF, 1 CNA	3	10	1	1 SCN
24	620	620 SCN	3	15	58	58 SCN
25	724	722 SCN, 2 BGN-NF	5	15	22	22 SCN
26	60	60 SCN	5	10	7	7 SCN
27	628	38 BGN-F, 260 SCN, 380 BGN-NF	5	5	18	6 BGN-F, 12 BGN-NF



ANIVERSARIO 1929 - 2019



Av. Angamos Este
2520 - Surquillo
Telf.: 201-6500
www.inen.sld.pe

ANEXO 7: Propuesta de valor

A través de nuestra investigación buscamos beneficiar a Hospitales, centros de salud, clínicas, empresas similares en general que buscan disminuir o eliminar carga microbiana en sus indumentarias contaminadas con microorganismos patógenos una vez usados por sus pacientes o clientes, siendo estos hospederos de microorganismos patógenos.

De esta forma buscamos garantizar la seguridad microbiológica en indumentarias contaminadas inmediatamente después de su uso y disminuir así riesgos de contaminación y contagio potencial en su traslado a áreas o servicios de lavado. A continuación se resalta cómo se llevó a cabo el proceso de experimentación a través de testimonios fotográficos, procedimientos y análisis de laboratorio los cuales confiabiliza nuestro trabajo.

- i. Se identifica el área en específico a donde se desarrolla el procedimiento, y se colocan los equipos de protección necesarios.



- ii. Se ubica las indumentarias contaminadas, identificadas en bolsas de color rojo y se extrae la indumentaria contaminada para su posterior toma de muestra.



- iii. Se extiende y se alista para la toma de muestra denominada pre - test, donde se ubica zonas con manchas y aquellas con mayor probabilidad de patógenos.



- iv. Se realiza el muestreo pre - test a través del hisopado con la finalidad de medir la carga microbiana inicial, la cual posteriormente se lleva al laboratorio para su estudio, a través del procedimiento descrito en el anexo 4. De la misma forma los resultados del análisis se encuentran en el anexo 5 y 6



- v. Una vez analizadas las indumentarias a través del pre - test, se coloca al prototipo diseñado para realizar la prueba de ozonificación en aire.



- vi. Se realiza las conexiones necesarias con el oxígeno concentrado y las mediciones iniciales respectivas para desarrollar el tratamiento.



- vii. Se hermetiza el prototipo diseñado y se realiza las conexiones con la maquina generadora de ozono y medidor de concentración de ozono



- viii. Se enciende la máquina y verifica que esté en correcto funcionamiento así como las conexiones realizadas.



- ix. Se calibra la máquina que realiza la medición de la concentración de ozono para los tratamientos del experimento.



- x. Al estar todo preparado se realiza el experimento de acuerdo al tratamiento establecido en función del tiempo y concentración. El orden de corrida fue definido previamente al azar.



- xi. Una vez terminado con el tratamiento establecido se realiza el post test a través del hisopado para medir la carga final de patógenos. Posteriormente se lleva al laboratorio para su análisis a través del procedimiento descrito en el anexo 4. De la misma forma los resultados del análisis se encuentran en el anexo 5 y 6.

