



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización del distrito Los Olivos, Lima utilizando nanoburbujas de aire”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Gutiérrez Guillen, Lizeth Milagros (ORCID: 0000-0001-8816-8964)

Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin (ORCID: 0000-0002-7826-5223)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios, Por habernos brindado buena salud para alcanzar nuestras metas y objetivos establecidos en lo largo de los 5 años. **A nuestras familias,** En particular a mi madre Celia Gutierrez Dipaz porque a pesar del momento crítico que atraviesa el país he contado con su apoyo, consejos, motivación y valores constantemente que ha hecho de mi persona un ser correcto y perseverante. A mi pareja Joseph Lenner Vilela porque a pesar de la carga laboral él siempre estuvo para apoyarme y alentarme con mi investigación científica desde el inicio de mi tesis hasta el día de mi sustentación final. A Mis padres Marco Antonio Huallanca Carhuayo, Paulina Gutierrez Najarro y mi hermana Milagros por ser el pilar en mi vida e impulsar con todo su apoyo y esfuerzo a poder lograr ser una profesional, a mi tía Teodora y esposo que siempre son parte de mis logros, amigas de corazón y familia en general.

A nuestros maestros, Por habernos apoyado y permitido el logro de la culminación de la tesis con sus conocimientos y aportes de sus ideales como la convivencia dentro de los años universitarios.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra alma mater la Universidad Cesar Vallejo por ser nuestro centro de educación superior donde obtuvimos formación académica de forma exigente, asimismo agradecemos a nuestras familias por el apoyo constante dentro de nuestra experiencia universitaria.

También queremos agradecer de manera especial a nuestro asesor de tesis, al Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores, por todo el conocimiento brindado y aporte de perseverancia para la culminación de la tesis. También queremos agradecer a la Ingeniera Rosalvina de la cruz Dávila.

Índice de contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Tipo y diseño de la investigación	23
3.2 Variables y operación.....	23
3.3 Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimiento	31
3.6. Método de análisis de datos.....	44
3.7. Aspectos éticos	45
IV. RESULTADOS.....	46
V. DISCUSIÓN	75
VI. CONCLUSIONES	81
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de operación.....	24
Tabla 2: Metodología de investigación.....	25
Tabla 3: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	46
Tabla 4: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	47
Tabla 5: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	47
Tabla 6: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	48
Tabla 7: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	49
Tabla 8: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento.....	49
Tabla 9: Tamaño promedio de las nanoburbujas de aire en los tiempos de 20, 40 y 60 minutos respectivamente.....	52
Tabla 10: Cuadro de resultados de conteo de bacterias.....	55
Tabla 11: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas.....	56
Tabla 12: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas.....	58
Tabla 13: Cuadro de placas Petri con agares específicos.....	59
Tabla 14: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas.....	60
Tabla 15: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas.....	61
Tabla 16: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie 1.....	65
Tabla 17: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie 2.....	65
Tabla 18: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie 3.....	65
Tabla 19: Prueba de normalidad del tiempo de aplicación y cantidad de bacterias.....	67
Tabla 20: Prueba estadística inferencial ANOVA.....	68
Tabla 21: Prueba de normalidad de las características físicas.....	75
Tabla 22: Estadístico de prueba de Anova de las características físicas.....	76

Tabla 23: Prueba de normalidad de las características del entorno.....	77
Tabla 24: Estadístico de prueba de Kruskal Wallis de las características de entorno.....	78
Tabla 25: Prueba de normalidad de los tiempos planteado de 0, 20, 40 y 60 en el tratamiento.....	80
Tabla 26: Estadístico de prueba de Anova de los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 minutos.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Diseño de la cámara de investigación.....	28
Figura N° 2: Copas de filtración de bacterias	29
Figura N° 3: Diseño interno de las Copas de filtración de bacterias.....	29
Figura N° 4: Bomba de Vacío.....	30
Figura N° 5: Generador de nano burbujas de aire.....	31
Figura N° 6: Esterilización de la parte superior de las copas de absorción	32
Figura N° 7: Esterilización de las placas Petri	33
Figura N° 8: Agar nutritivo en las placas Petri	33
Figura N° 9: Filtros de membrana	34
Figura N° 10: Tratamiento de nanoburbujas	35
Figura N° 11: Siembra de microorganismos con guía de una microbióloga.....	36
Figura N° 12: Incubación de placa Petri	37
Figura N° 13: Placas rotuladas después de refrigeración	37
Figura N° 14: Esterilización de asa de siembra.....	38
Figura N° 15: Fijación de microorganismos.....	38
Figura N° 16: Tinción con cristal violeta	39
Figura N° 17: Tinción con solución lugol	40
Figura N° 18: Tinción del Decolorante Gram.....	40
Figura N° 19: Tinción de Safranina	41
Figura N° 20: Preparación de portaobjeto para ser puesto en el microscopio ...	41
Figura N° 21: Observación de microorganismos por una especialista microbióloga	42
Figura N° 22: Muestreo de microorganismos específicos	43
Figura N° 23: Siembra en Agar SS.....	43
Figura N° 24: Siembra en Agar Blood	43
Figura N° 25: Siembra en Agar Mac Conkey.....	44
Figura N° 26: Nanoburbujas en una gota de agua	50
Figura N° 27: Nanoburbujas en una gota de agua ¡Error! Marcador no definido.	
Figura N° 28: Nanoburbujas en una gota de agua	51

Resumen

La contaminación del aire presenta contenido tóxico, virus, bacterias y protozoos que están relacionados a una gran variedad de enfermedades, las colectividades de microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Enterococo*, *Salmonella* y *Streptococos* entre otros quienes se encuentran extendidos en el ambiente representando así una capacidad alta en la resistencia a los tratamientos habituales. El objetivo de la presente investigación científica es determinar el porcentaje de la reducción en de bacterias aéreas presentes en el interior presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nanoburbujas de aire. El experimento se realizó con burbuja aérea de agua desionizada de 3.9 mL como muestra de aire en un generador a una presión de 90 PSI para ser transportado mediante mangueras a la cámara de investigación en la cual se analizará las bacterias *Streptococo*, *Estafilococo* y *Salmonella* para ser eliminadas por las nanoburbujas de aire, en tiempos de tratamientos para 0, 20, 40 y 60 minutos tomando en consideración las características físicas de las nanoburbujas. Los resultados que se obtuvieron fue una cantidad inicial de colonias 764 UFC/mL, 630 UFC/mL y 685 UFC/mL a una cantidad promedio por serie de 12 764 UFC/mL, 14 630 UFC/mL y 55 630 UFC/mL, siendo el mayor porcentaje de reducción de 91% de bacterias *Streptococos* en el tiempo de 60 minutos como el más óptimo y en cuanto a las características físicas de las nano burbujas fueron representativas en diámetro de las nanoburbujas de 2.8 μm , 3.2 μm , 3.6 μm , la presión interna fue 1.99 atm, 1.86 atm y 1.76 atm y una velocidad de ascenso de 20, 40 y 60 fue 4.23×10^{-6} m/s, 5.54×10^{-6} m/s, 7.1×10^{-6} m/s en función de los tiempos 20, 40 y 60 respectivamente. En cuanto a las características de entorno donde se desarrolló en torno a temperatura fue de 22.01 °C, 21.57°C, 21.25°C y humedad relativa fue de promedio de humedad relativa fue de 67%, 93.25%, 68.25% ambos parámetros en función de 3 series.

Palabras claves: nanoburbujas, aire, bacterias aéreas, cámara de investigación.

Abstract

The air pollution presents toxic content, viruses, bacteria and protozoa that are related to a great variety of diseases, the collectivities of microorganisms such as *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, *Salmonella* and *Streptococcus* among others who are widespread in the environment thus representing a high capacity in resistance to the usual treatments. The objective of the present scientific research is to determine the percentage of reduction of airborne bacteria present indoors in a housing development in Los Olivos, Lima through the application of air nanobubbles. The experiment was carried out with air bubble of deionized water of 3.9 mL as air sample in a generator at a pressure of 90 PSI to be transported by hoses to the research chamber in which the *Streptococcus*, *Staphylococcus* and *Salmonella* bacteria will be analyzed to be eliminated by the air nanobubbles, in treatment times for 0, 20, 40 and 60 minutes taking into consideration the physical characteristics of the nanobubbles. The results obtained from an initial amount of colonies 764 CFU/mL, 630 CFU/mL and 685 CFU/mL to an average amount per series of 12 764 CFU/mL, 14 630 CFU/mL and 55 630 CFU/mL, being the highest percentage of reduction of 91% of *Streptococcus* bacteria in the time of 60 minutes as the most optimal and as for the physical characteristics of the nanobubbles were representative in diameter of the nanobubbles of 2.8 μm , 3.2 μm , 3.6 μm , internal pressure was 1.99 atm, 1.86 atm and 1.76 atm and a rising velocity of 20, 40 and 60 was 4.23×10^{-6} m/s, 5.54×10^{-6} m/s, 7.1×10^{-6} m/s as a function of time 20, 40 and 60 respectively. As for the characteristics of the environment where it was developed around temperature was 22.01 °C, 21.57°C, 21.25°C and relative humidity was of average relative humidity was 67%, 93.25%, 68.25% both parameters as a function of 3 series.

Keywords: nanobubbles, air, airborne bacteria, research chamb

I. INTRODUCCIÓN

El ambiente es el medio en el cual se desarrollan las diferentes sociedades microbiológicas que están asociadas a los distintos tipos de contaminación y ha generado impactos en el entorno, el aire como medio fue afectado en su mayoría por compuestos con gran contenido tóxico, virus, bacterias, protozoos que están ligados a distintas enfermedades, así generó daño a la salud poblacional como ambiental. La contaminación del aire en América Latina y el Caribe se debe a la identificación de ciertas sociedades microbiológicas como *Staphylococcus aureus*, *Enterococo*, *Salmonella* y *Klebsiella Pneumoniae* entre otros quienes se encuentran extendidos en el ambiente representando así una capacidad alta en la resistencia a los tratamientos habituales (Varona et al, 2016). A nivel mundial se presentó una lista actualizada de las bacterias *Staphylococcus aureus*, *Salmonellae*, *la Pseudomonas Aeruginosa* principales como preferencia elevada para la integración de nuevos métodos para sus tratamientos (OMS, 2017). Aproximadamente entre 20 y 50% de la población mundial es portadora de *Staphylococcus aureus* además de encontrarse en la zona de las fosas nasales del 30% en los adultos donde se produce la infección en entornos intrahospitalarios y la sociedad (Bush, 2019). En EEUU se registró que 119000 de pobladores infectados por *Staphylococcus aureus* donde 2000 fallecieron (CDC, 2017). Los inadecuados hábitos de higiene que tiene la población hace que la propagación de bacterias como *Salmonella* y *Enterococos* ocasionan las infecciones como en los países con menor desarrollo es 20 veces mayor el contagio con el 25% de personas infectadas por bacterias del 100% de pacientes visitantes al centro de salud; en México por cada 100.000 visitantes en atención sanitario mueren 32 personas (OMS, 2017) de un paciente en UCI provocando la muerte. En los países desarrollados cerca al 10 % contrae infecciones, mencionando a Reino Unido que presentó más de 10000 casos de infecciones entorno al servicio sanitario provocó más de 5.000 fallecidos cada año al igual que en EE.UU. que reportó más de 2 millones de personas que padecen las enfermedades intrahospitalarias de los cuales 80.000 fallecen (INO, 2019). En los países con

menor desarrollo es 20 veces mayor el contagio con el 25% de personas infectadas por bacterias del 100% de pacientes visitantes al centro de salud; en México por cada 100 000 visitantes en atención sanitario mueren 32 personas (OMS, 2017).

En el Perú se consideró 250 agentes de los cuales causan enfermedades transmitidas por alimentos, debido a las superficies y el entorno expuesto, donde se consideró los patógenos como *Salmonella sp*, *Staphylococcus Aureus*, *Vibrio Cholerae* (CDC, 2019), en el cual se registró la *Salmonella* como casos alarmantes ante la falta de nuevos métodos por reacciones ante los antibióticos habituales en 74% afectando de mayor rango a 65 años (Parra et al, 2019). En el país se tiene integrada un sistema de vigilancia epidemiológica como parte del ministerio de salud, el cual localiza las infecciones intrahospitalarias generando el resultado de forma diaria es de un 85.3%, de forma inter diaria es 9.52% y el caso de una vez por semana con el porcentaje de 7.1% (MINSa, 2016).

El motivo de la investigación es debido a los últimos acontecimientos referidos a la salud pública, los virus y bacterias presentes en las áreas hospitalarias y comunitarias es un riesgo y las cifras alarmantes de contagio que se registran lo demuestra, por ello se plantea el uso de las nano burbujas con propiedades de velocidad de ascenso y diámetro entre 1 y 100 μm (Tsuge, 2014) con aplicaciones en agua y suelo (Valverde, 2017), sin embargo esta tecnología puede adaptarse por sus propiedades en el aire si se relaciona e imita el comportamiento del vapor del peróxido de hidrogeno o el gas de óxido de etileno en aplicaciones de esterilización y fumigación de bacterias en hospitales (Humayun et al., 2019) (Lawrence, 2019).

Los problemas de la investigación son: ¿Cuál es el porcentaje de reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización del distrito de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nano burbujas de aire? y como problemas específicos ¿Cuáles son las características físicas de las nanoburbujas de aire aplicado en una urbanización del distrito de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nano burbujas de aire? asimismo ¿Cuáles son las características del entorno en una urbanización de Los Olivos antes de la

aplicación de las nano burbujas de aire? y ¿Cuál es el tiempo óptimo para la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nano burbujas de aire?

La tesis se justificó basándose en un aporte social por que se propone un método novedoso como el empleo de nanoburbujas de aire para reducir las bacterias aéreas que son las causantes que alteren la salud pública como ambiental, la aplicación del método mejorará y formará parte de los nuevas herramientas de solución ante el problema tanto pasado como actual en el área de la salud pública y ambiental, en el marco económico se rescata la propuesta de los materiales empleados es de acceso tanto en su armado como la facilidad del diseño y acondicionamiento de tecnologías novedosas pero efectivas en su aplicación, en el marco ambiental el nuevo empleo del uso de las nanoburbujas de aire, en beneficio de su proceso amigable con el ambiente eco eficiente mejorará la calidad de aire removiendo las bacterias aéreas del entorno estudiado que es lo nuevo en su aplicación, ya en otros proceso tanto como en la remoción y reducción de bacterias en el campo del tratamiento de aguas demostrando la eficiencia de su uso y a la vez también en este campo propuesto.

El objetivo general es determinar el porcentaje de reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nanoburbujas de aire y los objetivos específicos son determinar las características físicas de las nanoburbujas de aire en el interior en una urbanización de Los Olivos, Lima después de la aplicación de las nano burbujas de aire también, determinar las características del entorno en una urbanización de Los Olivos, Lima después de la aplicación de las nano burbujas de aire y determinar el tiempo óptimo en 0, 20, 40, 60 minutos para la reducción de bacterias aéreas presentes en el interior de un centro de salud de Lima mediante la aplicación de nano burbujas de aire.

Es por ello que se plantea como hipótesis general: La aplicación de las nano burbujas de aire logrará reducir las bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima y las hipótesis específicas de la investigación es: Se logrará identificar las características físicas de las

nanoburbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima, la segunda hipótesis específica es: Si la características del entorno influye de manera determinante en el proceso del tratamiento de las nanoburbujas de aire sobre las bacterias aéreas de una urbanización Los Olivos, Lima y la tercera hipótesis es: Los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 minutos son óptimos en la aplicación de la nano burbujas de aire para la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.

II. MARCO TEÓRICO

En aguas subterráneas se aplicó las micro nano burbujas con la finalidad de remediar las aguas contaminadas por materia orgánica, fue in situ para determinar el efecto de H_2O_2 (peróxido de hidrógeno) en la actividad de la nanoburbuja, teniendo como contaminante al TCE (tricloro de etileno); se usó pozo de extracción, inyección y monitoreo, la velocidad de inyección de 15 L/min. Para la remediación se tuvo unidades de extracción, reacción e inyección, que por ende se llegó al resultado de los diámetros de nanoburbuja que fue de 460 nm siendo óptima para la aplicación, las pruebas de los parámetros fisicoquímicos, distribución del tamaño y el potencial zeta se mantuvieron estables en el agua por lo que influenciaron en proporcionar el oxígeno disuelto cuando son inyectadas en aguas subterráneas con distintos niveles de salinidad demostrando la eficiencia de la nanotecnología (Liming y Zhiran , 2018).

En una laguna artificial plantearon el mejoramiento del camarón *Penaeus vannamei* mediante el uso de las nano burbujas en donde aproximadamente 34.000 camarones fueron sometidos bajo dos tratamientos (nanoburbuja con paleta, solo aireación por difusión) en periodo de 81 días, se aplicó un generador de nanoburbujas con capacidad de 6L de flujo y 0.2 L de velocidad en oxígeno. Como resultado se generó un 95.8% de nanoburbujas a 82.38 nm, que logró la estabilidad de OD a 29 mg/L como fuente principal del proceso, para el mejoramiento se determinó un valor de 4.5-7 mg/L y altas tasas de crecimiento de 12.70 g y 11.55 cm 95% de supervivencia y duplicando la producción total (Ifani et al, 2020).

En agua de mar se aplicó nano burbujas de aire – ozono para la reducción de microorganismos termo tolerantes, donde se analizó propiedades de las nanoburbujas como diámetro de 7um, presión del aire 90 PSI, flujo del agua 4,67 L/s, se prepararon los 3 tratamientos en proporciones de agua marina y agua con micro nano burbuja, el parámetro coliformes termotolerantes tenía una concentración inicial de 1400 UFC / 100 mL, por lo que en el primer tratamiento la reducción del parámetro fue de a 56 UFC / 100 mL, en el segundo tratamiento fue de 79 UFC / 100 mL y en el tercer tratamiento fue de 130 UFC / 100 mL, sin

embargo, el primer tratamiento con dosis de 750 mL de agua marina y 250 mL de MNB logro 96 % de eficiencia (Abate y Valverde, 2017).

En aguas residuales contaminadas se usó como tratamiento las micro nano como removedores de los microorganismos presentes, el parámetro de coliformes totales, se tomó análisis del diámetro promedio de 7 μm , caudal del efluente 4,67 L/s y la presión del gas de 90 PSI, para la experimentación se utilizó 1 muestra de pretratamiento y 3 muestras para el tratamiento con fusión de dosis diferentes de agua residual y agua con MNB, los resultados de los parámetros fisicoquímicos variaron como en la temperatura de 23°C a 26°C, turbidez de 199 NTU a 49,4 NTU y con respecto a los parámetros biológicos, los coliformes totales disminuyeron de 4900 UFC/ 100mL a 14500 UFC/ 100 mL, por lo tanto la eficiencia de remoción de coliformes totales fue de 66,21% (Rómulo y Valverde, 2017).

En aguas residuales contaminadas se logró la reducción de microorganismos mediante la aplicación de las nano burbujas de aire teniendo en cuenta el parámetro coliformes domésticas, se analizó el caudal de 4,67 L/min, tamaño promedio fue de 6,74 μm , se planteó 3 tratamientos con dos intervalos de tiempo de 6 y 20 minutos para el parámetro de coliformes fecales con valores inicialmente de 130 000 NMP/ 100 mL y coliformes totales de 240 000 NMP/ 100 mL que varió en el primer tratamiento a 1000 NMP/ 100 mL y 4500 NMP/100 mL, en el segundo tratamiento varió a 500 NMP/100 mL y 2500 NMP/ 100mL, en el tercer tratamiento redujo a 100 NMP/ 100 mL y 100 NMP/100 mL respectivamente a cada parámetro, en cual se demostró la eficiencia de remoción 99,01% (Cruz y Valverde, 2017).

El sistema de desinfección en hospitales se logra mediante uso las nanoburbujas de aire que permite la reducción de bacterias, este sistema se utiliza como un conjunto de burbujas pequeñas que destruyen microorganismos, esta técnica funciona como una forma óptima de limpieza en la cual utiliza el proceso de filtración, que mediante un generador nanoburbujas de aire sobre la superficie de la membrana por medio de microscopia de fuerza atómica, en el cual las membranas de cerámicas son asimétricas de hoja plana, con capa fina de 35 nm y 59 mm en espesor con los nanofiltros de 13 mm, con sensores de los cuales se

midió la temperatura y los sólidos disueltos, En el cual aplicó la Dispersión dinámica de la luz para el análisis de tamaño de las partículas. El resultado notable respecto al mayor flujo fue a 413,7 Kpa como la óptima y un flujo constante en permeado 2,50109 m³ en 6h totales en el proceso del filtrado disminuyendo en 53% de permeabilidad con dos horas menos a lo normal, logrando el 99% de efectividad en limpieza de los filtros (Ghandimkhani et al, 2016).

La reducción de bacterias se dio mediante la nanotecnología para la efectiva limpieza sin uso de químicos y amigablemente con el ambiente es método propuesto que tiene el uso de nanoburbujas de aire, aplicados en el proceso donde usó 35 g/L de agua salina, la disolución de NaCl (Cloruro de sodio) en el agua desionizada en cual también se ajustó el pH por medio de la solución de NaOH (Hidróxido de sodio) a 0.1M, una bomba de alta presión, un agitador, enfriador, tanque de permeado y la balanza electrónica en el cual se obtuvo como resultado tras el aumento de la tempera a 28°C en el 220 minutos transcurridos lo cual provocó el aumento del flujo y así se recuperó el flujo en 100% en el 240 minutos (Dayarathne et al, 2017).

El proceso de reducción de bacterias se logró mediante la aplicación de nano burbujas empleadas en las etapas de tratamiento de aguas en el proceso de flotación, por medio de la inyección de nanoburbujas en el tanque de flotación con contenido de agua de muestra, se introdujo el aire por medio del compresor y disuelta en el generador de nanoburbujas por el método de la cavitación hidrodinámica, todo durante 10 minutos, donde se obtuvo del 90% a más en ser eliminados del agua tratada en el proceso de flotación en estado de sedimentación (Kim et al, 2020).

La desinfección en áreas hospitalarias se da con la aplicación de burbujas de peróxido de hidrógeno que tiene como objetivo la reducción de esporas *Bacillus cereus* que tiene como proceso destruir su estructura; el uso de UV logra inactivar a las esporas a la vez si se aplican ambos y peroximonosulfato logran ser desinfectantes como tratamientos avanzados, usaron 50 mL de muestra de agua de planta, siendo pasteurizadas, luego con un tratamiento térmico se divisó las

suspensiones aislando las cepas bacterianas, en caso de bacillus se cultivó por medio de un agar se obtuvo 109 esporas/mL, aplicando UV de 150 mL/cm² a las muestras tras el término se añadió el H₂O₂ 20 mg/L y 50 mg/L de PMS, se añadió hipoclorito para reducir 3 log en menos de 5 minutos de E. coli, como concentración disminuye en 1 mL en 10 minutos, para bacillus fue de 1 log, para el peróxido se necesitó un 8,5 mg/L reduciendo 1 log en solo 60 minutos, en UV a 150 mL/cm² reduciendo 3 log, significa el 99% de bacterias resistentes, al juntar el UV y peróxido mayor fue el efecto usando 130 mL/cm² y 50 mg/L de peróxido, demostrando la eficiencia de reducción de bacterias (Zeng et al, 2020).

El tratamiento desinfectante para la reducción de E. coli y S. aureus se usó las burbujas aéreas de peróxido de hidrógeno que resulto ser un efectivo bactericida, su composición a base de la reducción de oxígeno y 2 electrones, usando el óxido de grafeno, que medio de diferentes mezclas se formó el H₂O₂, las bacterias como E. coli, S. aureus y Pseudomonas se incubaron incubados a 37°C en 12 h, también separadas mediante centrifugación a 4000 rpm por 5 minutos, y sometidos al medio salino. Se obtuvo en muestras de acero con un catalizador G0.2M a 0.55 VRHE demostrando propiedad antibacteriana junto con el H₂O₂, donde -OH oxidante destruye biomoléculas orgánicas analizados por medio de fluorescencia (Wang et al, 2020).

El tratamiento con plasma de peróxido de hidrogeno como un desinfectante buscó reducir las bacterias *S. Typhimurium* y *L. innocua*, *salmonella spp.*, en especies como tomate, uva, manzanas, melón y lechuga en sus superficies, que por medio del radical hidroxilo harán el efecto destructivo de células, proteínas y lípidos. Por medio de inoculación de dos cepas de *Typhimurium*. Se inocua almacenándose a 80°C en 1mL de TBS, durante 48 h, se inocularon 9 mL de TSB a 37°C durante 40 h y por centrifugación en 4000 rpm por 10 minutos a una temperatura de 4°C, Las frutas del estudio fueron sometidas a refrigeración a 10°C con 10 muestras en total con 3 cm en espesor e inocular 10 µL de salmonella y L. innocua e aplicar el tratamiento, con H₂O₂ al 7,8 % aplicado en 5, 8 y 10 minutos. Obteniendo al tiempo de 60 s es el más óptimo logrando reducir hasta 5 log UFC de las bacterias mencionadas y observar la eficiencia en su reducción (Song y Fan, 2020).

El tratamiento de *E. coli* mediante el proceso mixto de la mieloperoxidasa (generan hipoclorito) y de burbujas aéreas de peróxido de hidrógeno-haluro ambos aplicados ambos antimicrobianos, en el cual se inició con el cultivo en un agar de compuestos (10 g de tiptona, 5 g levadura y 5g de NaCl) pH 7,4 para ser incubado en un agitador a 250 rpm a 37°C, por lo tanto el MPO + H₂O₂, marcando los diferentes pH usados a base de fosfato buffer a 67 nm con concentraciones NaCl, donde se agregó 25 µL de *E. coli* en suspensión diluida. Se agregó H₂O₂ a la concentración y asimismo aplicado a las colonias tras la adición de 250 µL H₂O₂ de grado un 45% de las bacterias, con un tiempo de 15 minutos se logró reducir un 80% y en 30 minutos fue de 90% y tras la aplicación de MPO (mieloperoxidasa) logró reducir un 99% en 15 minutos demostrando la eficacia en reducción de *E. coli* (Atosuo y Suominen, 2019).

El tratamiento de *E. coli* y *Bacillus sp* fue mediante peróxido de magnesio como método antibacteriano, se usó el fotocatalizador que por medio de la solución A se añadió NaOH (hidróxido de sodio), luego a la nueva solución se añade etanol por medio de la irradiación se generarán nanoestructura de peróxido de magnesio y ser sometido al reactor fotocatalítico, el mecanismo fotocatalítico de electronegatividad de H₂O₂ y los aniones de su peróxido y los iones de Mg actúa sobre la superficie bacteriana donde interacciona con la pared bacteriana matándolos, el MgO₂ (peróxido de magnesio) se sintetizaron por medio 3 g de acetato deshidratado mezclando con agua desionizada 30 mL además de 30% de H₂O₂ en 15 mL añadiendo 16 g de NaOH luego sometidas al horno microondas, en el cual se aplicó en las bacterias inoculadas en 15 mL de agar luego añadir el MgO en 50 µL durante 45 minutos a 37°C, así analizados por medio de absorbancia, donde se obtuvo como resultado la destrucción de las membranas de las bacterias en totalidad, demostrando la eficiencia de 97% como tratamiento (Gamal, 2020).

La remoción de esporas *Bacillus atrophaeus* y *Bacillus subtilis* fue mediante la aplicación de peróxido hidrógeno vaporizado, las características del peróxido de hidrógeno fue de 5200 ppm y parámetros de entorno como temperatura a 70°C, 10 mL de cantidad de agua en el gas, concentración sin formación de condensado

(seco) con tiempo de 0,4, 6, 8 o 10 s; obtuvo como resultado la inactivación de las 108 esporas formadas por medio de esporulación según la hidrofobicidad de las superficie rugosas que fueron áreas con roles menores en poblaciones mixtas (Eschlberck, Seeburger y Kulozik, 2020).

El proceso de esterilización para utensilios hospitalarios fue mediante el tratamiento de peróxido de hidrógeno vaporizado a bajas temperaturas menor a 6 horas con un tiempo de exposición de 5 minutos ya que afecta directamente a bacterias, moléculas de proteínas y priones por su actividad cinética que en su solución al 3% es efectiva si es acuosa y mucho mayor si es gaseosa; tiene punto de fusión al 35%, punto de ebullición 108°C, presión de vapor de 0.0024 bar; esta aplicación no es carcinogénica para el entorno de los seres humanos pero sí puede generar radicales libres y es ligeramente irritante (Mcevoy y Rowan, 2019).

En áreas hospitalarias la reducción de bacterias, hongos y virus se da mediante proceso de fumigación que tiene incluido el tratamiento con burbujas aéreas de peróxido de hidrógeno la cual se utilizó en 20 áreas, en primera instancia se retira a los pacientes para la desinfección común que fueron comparados con los 10 días de desinfección con peróxido de hidrógeno con 600 muestras, presión mínima de 100 ppm con la desinfección común con hipoclorito, el análisis bacteriano fue por la técnica del hisopado antes y después del tratamiento, la incubación en las placas fue de 24 - 48 horas y con 37°C, lo que resultó el incremento de microorganismos al 80 % después de la desinfección común e incrementó en 2% después de la fumigación con peróxido de hidrógeno, además la plena contaminación bacteriana se daba por la estación más larga de los pacientes (Humayun et al, 2019).

La esterilización de brotes resistentes bacterianos en duosenoscópicas, las especies *Enterobacteriaceae* eran resistentes a los antibióticos carbapenémicos es por ello que se aplicó el tratamiento de gas de óxido de etileno, por lo que se usó base de datos de infecciones con 17 casos , de los cuales se aplicaron en 4 lugares, tuvo una remoción mayor del 50%, menor de 10 días y el procesamiento en un solo día, presión 2900 ppm, temperatura 440°C, punto de fusión - 112°C, punto de ebullición 10.4°C, presión de vapor 1,4 bar humedad y concentración por lo que

influyó en la densidad de carga siendo uno la zona de control por lo que se concluyó que terminó con el brote bacteriano en el duodenoscopia, sin embargo, esta técnica de esterilización puede ocasionar cáncer o daño genético (Lawrence, 2019).

En áreas nosocomiales el tratamiento de reducción de bacterias fue mediante la esterilización con burbujas aéreas de óxido de etileno que fue aplicado para la remoción de comunidades bacterianas, el análisis preliminar de bacterias fue mediante placas petri en áreas cerradas para el estudio, se colocó por 30 minutos a 0,8 m del suelo y 1 metro de la pared, su incubación fue por 48 horas a temperatura de 37°C, tuvo como resultado el reconocimiento de colonias de especie de *Bacillus stearothermophilus* durante 7 días con remoción de bacterias hasta de un 98% en desinfección en áreas UCI, quirófanos y salas de parto (Chun´al et al, 2019).

El proceso de reducción de bacterias se dio mediante la aplicación del tratamiento con Luz UV se aplicó como sistema depurador de la *E. coli* en 40 gr de navajuelas que fueron extraídos de la playa para el análisis bacteriano mediante inoculación e incubación por 24 horas dando como análisis completo durante 2 días, las muestras se ubicaron en 5 tanques que tienen el sistema de lámparas por un lapso de tiempo aproximadamente de 36 horas, temperatura 17°C, tiempo de radiación fue de 0, 12, 24, y 36 horas dando como resultado la mayor remoción en 36 horas de exposición a los rayos UV con 100% eficiencia de depuración (Vegas, 2019).

En cultivos de fresas se aplicó la foto reactivación con onda UV- c para la bio-descontaminación de microorganismos patógenos dando como tratamiento efectivo para la reducción de las bacterias aéreas, se tomaron propiedades organolépticas con color y olor, se utilizó una lámpara G30 de onda 253.7nm, las variaciones de tiempo fueron 7.5 minutos, 20 y 40 minutos a distancia de 20, 30 y 40 cm en lámparas de e30 Watts, dando como resultado el tiempo óptimo de 7,5 min con distancia de 30 cm con inhibición del microorganismo de 0 UFC para la remoción de microorganismos (Lara, Navarro y Altamiranda, 2018).

En la zona de rizósfera del suelo, se aplicó el tratamiento de nano burbujas en el transporte de agua de riego la cual se suministró con el fin de lograr cambios en la carga bacteriana, se utilizó 27 muestras y 9 repeticiones por tratamiento con características de pH, materia orgánica del suelo y diámetro que fue inversamente proporcional a su presión interna, tuvo como población una estación de caña de azúcar en China que dio como resultado el 69 % de la remoción de la comunidad bacteriana, 49% de fertilidad del suelo y 58 % de rendimiento de la producción de caña de azúcar (Zhou et al, 2019).

La reducción de bacterias se realizó mediante la aplicación del gas incoloro e inflamable óxido de etileno que fue aplicado en zonas de instalaciones de ventilación y esterilización, el análisis fue durante 24 horas con 35 muestras en tiempo de 5 minutos con una concentración de 2,08 ug/ m³, tuvo como emisiones extras a 420 libras por año determinando el 41% de las emisiones al año, sin embargo una nueva técnica inversa de uso determinó el 0,177 µg/ m³, por otro lado este método con este gas mutagénicas y cancerígeno por la emisión de radicales libres de hidroxilo (Olaguer et al, 2019).

En espacios intrahospitalarios las bacterias aéreas fueron reducidas mediante el tratamiento de micro burbujas de peróxido de hidrogeno y la radiación UV, ambos métodos consistieron en la aplicación de 254 nm en las superficies de contacto con el entorno, que como resultado se obtuvo la muerte de 3 log UFC/ cm² de colonias microbiológicas aplicadas entre 5 a 25 minutos principalmente sobre los microbios previamente inoculados. En caso del peróxido de hidrógeno, que son usados en forma de vapor sobre las superficies de la sala, en promedio de 90 minutos, logrando eliminar hasta 6 log UFC/cm² en reducción de bacterias presentes, en 3 muestras de 3 superficies lo cual como los dos procesos anteriores lograron resultados eficientes (Weber et al, 2016).

La aplicación de reducción de bacterias se da mediante la solución compuesta por quitosano, peróxido de calcio, gelatina y celulosa nanocristalina, son probadas como bactericidas y en procesos de inactivación para superficies blandas, se utilizó como bacterias de prueba la *E. coli* y *S. aureus*, para ser incubados en una placa

con agar, a base de quitosanofilas cortados en discos de 15 nm, sometido a la incubadora por 24 h y 37 °C, posteriormente se aplicó las concentraciones de 13% de peróxido de calcio en peso y 1% de celulosa nanocristalina, donde se demostró la efectividad del peróxido en la muestra por su composición y concentración, los componentes de las capa de las bacterias en el cual tanto peróxido como el quitosano dieron un pH de 6 darán efecto reductivo en capas compuestas por proteínas, aminoácidos, fosfolípidos, evitando así la formación de colonias en el medio (Akhavan y Izadi, 2019).

La reducción e inactivación de la bacteria *Salmonella Typhimurium* fue mediante el uso de burbujas de peróxido de hidrógeno en las semillas de alfalfa, se realizó mediante dos procesos, antes y en el secado térmico, se utilizó tres cepas de la bacteria, reservándose a -80°C en un cultivo de 0.3 mL de glicerol a 50% en un agar de soja y se incubó a 37 °C por 24 h, donde se transfiere a las 6 placas Petri que como resultado se obtuvo el cultivo bacteriano, luego ser transferido a la muestra de alfalfa, donde se tomó 500 g de semillas de alfalfa en 500 mL en suspensión celular agitándose por 5 minutos, luego colocando en papel aluminio y secado en una campana de flujo laminar a 21°C por 20 hr, la preparación del peróxido consistió en 2% (H₂O₂ y agua estéril diluido), donde se sumergió las semillas de muestra en 400 mL de peróxido preparado en 10 minutos como tratamiento ya transferido al papel aluminio y ser secado por la campana a 21°C por 14h, Como resultado se obtuvo una reducción de 2 log UFC/cm² demostrando así la eficiencia del tratamiento antibacteriano ((Hong et al, 2019).

La eliminación de bacterias, *Anosocomialis* y *Acinetobacter* se realizó con el uso de micro burbujas de peróxido de hidrógeno, la resistencia que tienen debido a la acción de la catalasa provocando la destrucción del sistema respiratorio en los neutrófilos, la cepa utilizada fue *A. baumannii* y *A. nosocomialis*, incubadas a 37°C en caldo de soja y por medio de agitación a 300 rpm, también se subcultivo en relación de 1:10 por 5h para el crecimiento, en 4 mL de agar ya transportando a las placas petri, se añadió el peróxido de hidrógeno al 15%, tras un periodo de 30 minutos, se obtuvo como resultado la reducción de 2 log UFC de las bacterias *A.*

baumannii, evaluados por ensayos de halo demostrando la eficiencia en reducción de las bacterias como proceso en desinfección (Sun et al, 2016).

La desinfección y reducción de bacterias en aguas residuales fue a cargo de procesos nanotecnológicos en conjunto con los óxidos-nano-metálicos, también usado para el proceso que se utilizó con nanomateriales de cobre, titanio y zinc, 44.5 +17 nm, 43.3+10.7 nm y 40.4+11.3 nm respectivamente, se recolectó la muestra de aguas residuales de Nanjing, para filtrar el agua en una membrana de 0.22 μm , para el cultivo de las bacterias se cultivó la *E. coli* aeróbicamente en 100 mL de caldo a 37 °C, y se cosecharon por medio de centrifugación a 6000 g por 10 minutos, ya listas se colocaron sobre la placa con agar donde se incubó a 37°C por 24 h logrando tener un total de 300 UFC y luego se añadió los nanomateriales en el agua filtrada en la concentración de 10 mg mezclados en tiempos diferentes 0h, 2h y 6h, luego se añadió 1 mL de sobrenadante y 10 mL de HNO (ácido hipotrinoso), y se evaporó a 95°C y se suspendió nuevamente en HNO₃ (ácido nítrico) al 2%. Obteniendo finalmente una reducción de 45 a 62% de bacterias, demostrando así la eficacia del tratamiento (Yuan et al, 2020).

La inactivación y desinfección de bacillus termófilos aplicó el ultrasonido con peróxido de hidrógeno y sodio también son métodos novedosos, donde se utilizaron esporas de *Geobacillus spp.* y *Anoxybacillus*, se aislaron y se incubaron en el agar de soja a 55°C por 12 h a condiciones aeróbicas y se transfirió a la alícuota 0.1 mL en la placa, luego se aplicó el ultrasonido con el micro burbujas de peróxido de hidrógeno y sodio sobre las esporas, primero el ultrasonido la sonda esterilizada en un 10% de lejía con agua destilada sometiendo el ultrasonido a 90% de continuidad de pulso en tiempos de 1, 15, 10, 15, 20 min a 85°C , además de concentraciones de 0.17 M de NaOH (Hidróxido de sodio) y 1% de H₂O₂ durante 10 minutos, donde se obtuvo la reducción de 5 log de *geobacillus* y 1.6 log de *Anoxybacillus* reduciéndolo en un periodo de 3 minutos de su exposición a una temperatura de 85°C, demostrando que también la eficiencia en el proceso de desinfección (Palanisamy et al, 2019).

La inactivación de bacterias por medio de fotocátalisis y proceso de nanocompuestos con la síntesis de TiO_2 (óxido de titanio), se convirtió entre los nuevos procesos novedosos en el área, se molió 200 g de hoja de *Cestrum* para ser mezclado con agua desionizada y posteriormente se agitó a 60 °C y se filtró finamente tener el extracto, añadiendo a la solución de nitrato de plata y ser agitado de forma continua, del mismo modo para el TiO_2 se añadió 10 mL del extracto preparado, 80 mL de agua desionizada promedio de 60 minutos donde se homogeneizó, en el cual para el proceso de fotodegradación de la solución con el azul de metileno y luz mediante una lámpara de 300W, las bacterias usadas fueron la *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa* donde se cultivó a 37°C por 24 hr luego ser llevados a las placas con el agar previo, para añadir 1 mL de la solución de Ag y TiO_2 que al ser expuestas fueron irradiadas por 32 hrs, logrando reducir las bacterias hasta en 81% (Tahir et al,2016).

La inactivación de bacterias mediante la aplicación de peróxido de hidrógeno y la acción fotocatalítica, mediante el complemento de la nanoestructura de TiO_2 , donde se preparó 40 mL, 2- propanol y 20 g de TiCl_4 (tetracloruro de titanio) en el cual aplicó una agitación intensiva por 5 minutos en el cual se agregó 150 mL de agua destilada para ser centrifugado consecutivamente se lavó con agua y etanol. La bacteria que se usó fue la *Klebsiella pneumoniae* incubadas a 37°C luego ser cultivadas en placa Petri con agar LB, para aplicar el método fotocatalítico agarrándose 50 mL al 0,10 % de la solución preparado también agregada a la mezcla 0.5 mM de H_2O_2 para ser agitado en la oscuridad por 60 min y posteriormente ser expuesto a la luz, como fuente el espectro fue de 15 W, Se obtuvo la reducción de las bacterias reduciendo en 82 % logrando así ser como método novedoso en el uso de ambos compuestos (Laszlio et al, 2016).

La reducción de la bacteria *E. coli* se dio mediante la combinación de métodos como la luz solar y el peróxido de hidrógeno por medio del cátodo de carbono, es otro de los métodos que se estudió para la reducción de bacterias. La bacteria usada fue el *E. coli* que se inoculó en 5 mL de caldo (lisogenia) para ser incubado a 37°C por 15 hr posteriormente centrifugadas a 4500 rpm en 5 minutos, mientras el cátodo usado se lavó con agua desionizada, con un electrodo Ag/AgCl junto a

una lámina de platino, por medio de un simulador solar con la incorporación de una lámpara de xenón AM1 ajustando la irradiación a 25 W/m^2 , se logró reducir $3,5 \log \text{ UFC/mL}$ en el periodo de 120 min, con el uso de 102.2 a 64 Wh/m^3 al ser aplicado el peróxido de hidrógeno complementado con una parte de UV de luz solar (Jin et al, 2020).

La desinfección de virus y bacterias *E. coli* por medio del proceso catalítico y de nanoestructura de cobre y óxido de titanio con luz visible, es otro de los métodos estudiados para ser usados como nuevas alternativas novedosas, donde se inoculó en un caldo de 100 ml a 37°C por 8 h centrifugado a 4000 rpm por 10 min y posteriormente se aplicó el método de doble placa de agar contabilizando entre 30 a 300 colinas en la placa. Para el catalizador fue por la mezcla de polivinilpirrolidona con 45 mL de alcohol anhidro y se agitó por horas, además de preparar la otra solución de 2 g de titanio de tetrabutilo adicionalmente 0.1774 g de nitrato cúprico, 20 g de alcohol anhidro, 16 mL de ácido acético, como resultado se obtuvo dos soluciones mezclados finalmente. Como resultado se eliminó el 80 % que en promedio representa un $3 \log \text{ UFC}$ en un periodo de 240 min y 100 mW/cm^2 demostrando un eficiente desinfectante como un sistema mixto (Zheng et al, 2018).

La variable independiente se conceptualiza como las nano burbujas de aire son vacíos de gas que presenta una alta presión en su interior, posee una carga negativa en su interfaz del gas o líquido, donde la estabilidad es mantenida por desaceleración para evitar que se disipe, por acción de la carga negativa en su superficie lo cual genera producto de acción opuesta a la tensión de la superficie (Kim et al, 2020). Se forman en el proceso de la despresurización del aire en estado de saturación mediante el medio de soluciones reactivas, alcanzando así el punto isoeléctrico en el pH 4.5, formándose mediante la disminución de la presión que ejerce sobre el líquido en estado de alta saturación, dando lugar al proceso de cavitación en el cual se logra obtener las nano burbujas (Calgaroto et al, 2014).

Entre las propiedades principales que tiene las nano burbujas para su aplicación, es el volumen, por qué las nano burbujas en el agua actúan de forma estable en el medio, entorno a la temperatura del medio generan la estabilidad de su núcleo,

tanto la afinidad como propiedad depende de la estructura en desorden en un líquido logrando hacerlo inestable y ocasionando la reducción de la densidad y con ellos formando vacíos del tamaño nano, de los cuales los vacíos cumplen función de ser núcleos en las nano burbujas para lograr la estabilidad por medio de los iones (Azevedo et al, 2016). Las dobles capas cumplen la función de proporcionar estabilidad y una fuerza repulsiva, así evitando la coalescencia entre ella, logrando notar la dependencia del tamaño de la burbuja en función de su carga y pH, para la eficiencia de la nanoburbujas de aire en la aplicación es el pH, el potencial z, la temperatura del medio, la dimensión de la burbuja y concentración de surfactantes (Calgaroto et al, 2014).

La nanoburbuja están cargadas eléctricamente aproximadamente de -35 mV, con un diámetro < de 1 um que se genera mediante el colapso de las micro burbujas, en soluciones acuosas desaparecen de manera espontánea con condiciones de absorción de OH⁻ y H⁺, la presión del gas interior de las burbujas es opuesto de forma proporcional al diámetro de la burbuja, las nano burbujas de ozono tienden a ser de color rosado por lo que señala su capacidad de oxidación (Tsuge, 2015).

Las Características principales de la nano burbujas se base en su tamaño nano escala significando que a menor tamaño la presión interna del gas sea mayor, generando así la relación entre ambas basada en la ecuación de Young Laplace, en la velocidad de ascenso de la nano burbuja que ocurre debido al cambio de temperatura, para elevarse lentamente y al llegar a la superficie explorsionen, de la cuales el grupo de más pequeñas es más lenta en tal proceso se liberan también explosionando y a la vez generando los radicales OH haciendo que los iones además de viaje de los iones suben a la superficie para cargarse negativamente y se genere una tensión superficial (Tsuge, 2015).

La velocidad de ascenso está subordinado a las características físicas del líquido por lo que las burbujas se comportan como esferas sólidas bajo criterios de tiempo y tamaño de la burbuja que corresponden a la siguiente fórmula.

Ecuación N°1. Ecuación de la velocidad de ascenso

$$V = \frac{pdg^2}{18n}$$

Dónde

V: velocidad de ascenso

g: aceleración de gravedad

n: viscosidad del líquido

p: densidad del líquido

d: diámetro de burbuja

La presión de la burbuja depende del tamaño de la nanoburbuja que será inversamente proporcional a la presión interna que se muestra en la siguiente fórmula.

Ecuación N°2. Ecuación del diámetro de la burbuja

$$\Delta P = 4\sigma/d$$

Dónde:

ΔP : presión de burbuja

σ : tensión superficial

d: diámetro de la burbuja

El diámetro de la nanoburbuja se observa mediante un microscopio y una porta objeto con cierto dígito de pixel que se convertirá en unidades micrométricas.

El mecanismo de trabajo de las nano burbujas es por la superficie que está cargada negativamente ya que tiene la fase acuosa en los alrededores de la burbuja y fase gaseosa dentro de la burbuja en la cual se logra un atracciones de aniones que llegan al colapso en donde se crean los radicales libres, por ende es un tratamiento efectivo en tratamiento de aguas residuales; además, las ondas expansivas y OH radicales son las principales fuentes para la remoción de coliformes fecales y *E. coli* (Tsuge, 2014).

Al aplicar el campo eléctrico externo a las nano burbujas cambiarán en su forma en una simulación de sistema compuestas por moléculas de CO², proceso expuesto

para el conocimiento de la densidad en su distribución (Gas), en el cual a medida que el contenido de gas aumenta también aumenta la altura de la nano burbuja junto con el sustrato hidrófobo, demostrando que la densidad sometido a un campo eléctrico disminuye su valor generando que las nano burbujas disminuyan en tamaño significativo y dentro de burbuja reduzca la cantidad presente de gas, todo aquella conveniente para la adsorción-separación de partículas hidrofóbicas (Wu et al, 2019).

Se llama cavitación hidrodinámica al proceso en el cual un líquido se abre paso entre una estructura precisa en contractilidad en cual se emplea el diseño de Venturi, mediante el cual el líquido atraviesa por unas estructuras aplicando la energía cinética y la velocidad en cual el líquido experimenta el aumento debido a la presión aplicada (Rajoriya et al, 2016). En la estructura del Venturi la zona de contractilidad se iguala la presión del vapor en el líquido para vaporizarse, creándose así diferentes brechas de vapor, para colapsar entre ellas, formándose así puntos calientes para consecutivamente liberar los radicales libres reactivos en consecuencia de la descomposición térmica de las moléculas intensificando la transferencia de la masa (Rajoriya et al, 2016). Tras el colapso de las nano burbujas genera brechas calientes atrapados, alcanzando altas temperaturas y presión de 1000 atm (Rajoriya et al, 2016).

Con respecto a la variable dependiente, las enfermedades intrahospitalarias se presentan en el paciente mientras lleva un tratamiento médico o una intervención quirúrgica en el centro de salud (Gonzales, 2018) a consecuencia de ello, las infecciones intrahospitalarias se desarrollan y se condicionan de factores como la edad del huésped, agente etiológico de origen Gram negativo en su mayoría y el área del hospital donde transita el huésped; el contagio proviene del 5 a 10 % de personas hospitalizadas (Pérez et al, 2010).

Las infecciones dependiendo del entorno o del medio en el que se encuentren, se transmiten mediante contacto directo, contacto indirecto, transmisión por gota, transmisión ambiental o por un vector que tiene como agente principal a las bacterias como: La bacteria Estafilococo tiene a la especie *S. Aureus* que resiste a las defensas porque expulsa células que obstruyen que se reconozca a los

neutrófilos, esta especie se presenta en heridas u operaciones, por lo que la neumonía después de una gripe es resistente a la penicilina, también ésta en las intoxicaciones alimenticias que son resistentes a la meticilina y las pieles escaldadas destruyendo el tejido (Portillo y Pozo, 2018).

El *Streptococcus sp*, es una bacteria que pertenece a la familia streptococcaceae, son Gram positivas anaeróbicas facultativas, en forma de cocos agrupándose en cadena, siendo identificadas por determinación antigénica y medios de cultivos en agar sangre, que por su capacidad hemolítica se dividen en alfa, beta y gamma. Se mantienen en zonas de piel, boca, tracto intestinal y respiratorio en humanos como hospederos y animales como roedores, canidos aves y peces, la bacteria sobreviven semanas en el polvo, superficies, alimentos y transmitiéndose por las vías respiratorias, mucosa, digestiva por la ingestión de alimentos contaminados y dérmica, a la vez producidos por aerosoles, por contaminación de heridas o por lesiones o mordeduras al manipular pacientes, animales o materiales contaminados y como son patógenos oportunistas sus efectos generalmente son las infecciones en las vías urinarias, bacteriemia, gangrena, infección posparto, neumonía y meningitis y enfermedad gastrointestinal, etc. Principalmente la especie de *Streptococcus dysgalactiae*, es la faringitis o amigdalitis exudativa, aunque también puede causar infección de la piel, de los tejidos blandos e infecciones invasivas como endocarditis, bacteriemia y shock tóxico en donde usualmente se usa desinfectantes como hipoclorito sódico al 1% etanol al menos al 70% y yodo al 0,16%, antimicrobianos como la penicilina, amoxicilina y presenta resistencia a los antibióticos (INSST, 2018).

La bacteria *Klebsiella pneumoniae* es un patógeno Gram negativo y tiene como producción el contagio en el área de atención a los pacientes o en ya hospitalizados siendo oportunista en su desarrollo en presencia de enfermedades biliares, infecciones urinarias y es causante de las infecciones del torrente sanguíneo, además la temperatura y el punto de rocío influyen en el aumento de infecciones dependiendo del clima y la estación meteorológica (Martin y Bachman, 2018); sin embargo, según una cuantificación de producción de sideróforos hay una variación de cepas que produce mayor infección al sistema nervioso central y endoftalmitis por lo que tiene nombre actual hipervirulenta *Klebsiella pneumoniae* con mayor

resistencia de antimicrobianos, mayor infección a personas sanas provocando la falta de detección de los médicos por la gran similitud Russo y Marr, 2019).

La bacteria *Pseudomonas Aeruginosa* es la principal causa de muerte de paciente con fibrosis quística e problemas de inmunodeficiencia, además de ser capaz de vivir en áreas abióticas o bióticas como en los equipos del hospital, es resistente a una gran diversidad de antibióticos y regula la detección del quórum mediante sus genes influenciando a la producción de la variable motilidad y formación de biopelículas (Modaralio, Ghods y Rehm, 2017). El patógeno está relacionado con áreas con actividad humana (cañerías y aireadores en hospitales), ambientes naturales, pesticidas y elementos con hidrocarburos (Crone et al, 2019), la resistencia intrínseca hacia los antibióticos es por la membrana permeable externa, el desarrollo de los enzimas β - lactamasas y la expulsión de antibióticos fuera de ella debido a su régimen de efluentes o en casos a sus cambios mutagénicos (Zheng et al, 2019).

La bacteria *Enterococcus* es un patógeno resistente a la vancomicina por transferencia de genes y logra invadir zonas perianales hasta por 12 meses y coloniza hasta un 30% áreas de hospitalización de los pacientes como en unidades intensivas, además se presenta en trasplantes y nefrología (Estrada et al, 2017), el ser humano portador de este patógeno Gram negativo se conserva en la zona gastrointestinal y la bacteria se traslada por , diseminación fecal, intervenciones quirúrgicas, pacientes hospitalares con sondas, equipos contaminados, cercanía a personas portadoras, contaminación del ambiente y si la infección pasa a ser cuadro crítico que se propaga del enterococo a neumococo por lo que el tiempo de estancia hospitalaria es corta, por otro lado, el análisis se da mediante el hisopado rectal dentro de las 48 horas de ingreso (Duarte et al, 2019).

La bacteria *Cándida Albicans* perteneciente al género *cándida* está conformada por el 7 a 65% de los microorganismos en la boca en huéspedes sanos y los de criterio vulnerable son los pacientes que tienen cáncer, diabetes, sida, sin embargo, las lesiones cutáneas provocadas por este patógeno alteran el tejido blando ((Ayala et al, 2019). La resistencia de la bacteria al fluconazol (anti fúngico más común) es por las mutaciones de genes incrementando la expresión de la enzima (ERG 11)

que realiza la síntesis del hongo esterol ergosterol (Whaley et al, 2017). Las personas con *Candida albicans* pueden obtenerlo desde una mucosa superficial hasta la infección del sistema en que se encuentre, es asintomático, considerado la tercera enfermedad común en la infección de sangre, tiene múltiples formas de hospedarse según su estructura extracelular y formación de biopelículas (Tsui et al, 2016).

La bacteria *Clostridium* está relacionado con pacientes adultos mayores, tiempo de hospitalización y el empleo de los antibióticos; esta bacteria es la consecuencia más común de las diarreas que está vinculada con el interés sanitario en las áreas geriátricas, sin embargo, causa la muerte si ocasiona la colitis pseudomembranosa o megacolon tóxico; la bacteria está vinculado con los glóbulos blancos, cantidades de creatinina y la comodidad abdominal, el mecanismo de la bacteria se debe a sus abundantes tipos de cepas con buenas capacidades físicas restringiendo los tratamientos geriátricos (Jiménez et al, 2018).

Una de las técnica para el análisis de bacterias aéreas es la impactación de aire sobre medios de cultivo, es decir, placas con agar nutritivo estériles para tener el recuento bacteriano en la cual se utiliza sitios estratégicos en contacto con el ambiente, en caso de hospitales la toma del muestreo se hace por las puertas y cerca de las instalaciones de aire acondicionado; en el caso de Hongos es similar por el uso de placas pero se adiciona Cloranfenicol, se trabaja a cierta temperatura y tiempo para determinar las colonias por metro cúbico (UFC/m³) (Izzeddin, 2017).

La técnica del hisopado se da mediante el hisopo en solución salina estéril, cada hisopo se siembra en una superficie de agar nutritivo con tiempo y temperatura manejables; en caso de hospitales se toma las muestras de las camillas, lámparas y mesas de trabajo; el reconocimiento de las colonias bacterianas se da por las observaciones microscópicas mediante el método de coloración y para el reconocimiento fúngico se utiliza colorantes como el azul de metileno y un cubre objeto (Izzeddin, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación fue aplicada ya que se basa de teorías y resuelve problemas justificándose con fines reales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) en el presente estudio se va aplicar nanotecnología a base de nanoburbuja de aire con el fin de disminuir bacterias aéreas consideradas infecciones intrahospitalarias.

El diseño de la investigación fue experimental ya que argumenta la investigación con el cumplimiento de objetivos a base de un control (Hernández, Fernández y Baptista, 2014); en el presente estudio se demuestra la relación y manipulación de variables tanto de remoción de bacterias aéreas como las nano burbujas de aire para la pre- experimentación.

GE: O ₁ - X - O ₂

Dónde:

GE: Grupo experimental

O₁: Antes del tratamiento

O₂: Después del tratamiento

X: Tratamiento

3.2 Variables y operación

- **Variable dependiente:** Reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de los olivos, Lima.
- **Variable independiente:** Aplicación de las nanoburbujas de aire.

3.2.1- Matriz de Operacionalización

Tabla 1: Variables de operación

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades Escala		
<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Aplicación de las nanoburbujas de aire.</p>	<p>La aplicación de nano burbujas de aire está vinculada a la estabilidad de las cuales depende de sus características físicas de las burbujas, tienen función a la dimensión manométrica (10^{-6} – 10^{-9}) en la que se generan en medio acuoso (Tsuge, 2015).</p>	<p>Es la disposición y capacidad de las nanoburbujas para remover elementos bióticos como las bacterias con la presión interna con el fin de demostrar la eficiencia de su reducción de acuerdo a los tiempos en que se aplicara las nanoburbujas.</p>	<p>Características físicas de las nano burbujas</p>	Presión interna	atm		
				Velocidad de Ascenso	m/s		
				Diámetro de la nanoburbujas	nm		
		<p>Tiempo de aplicación de nanoburbujas de aire</p>				Tiempo 0	min
						Tiempo 20	
						Tiempo 40	
Tiempo 60							
<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de los olivos, Lima.</p>	<p>Las bacterias aéreas son el soporte de las infecciones intrahospitalarias por su capacidad de resistencia a los fármacos y desarrollo en pacientes vulnerables según el agente etiológico de la bacteria (Perez et al, 2010).</p>	<p>La reducción de bacterias aéreas será analizada en laboratorios microbiológicos para determinar sus características específicas y el análisis de las características de su entorno en el cual se desarrolla.</p>	<p>Características del exterior de la urbanización de los olivos, Lima</p>	temperatura	°C		
				Humedad relativa	%		
		<p>Reducción de las bacterias aéreas</p>				$R\% = \frac{CI - CF}{CI} \times 100$	UFC/ m3
						<p>Especie de bacteria (<i>Streptococo</i>)</p>	-

3.3 Población, muestra y muestreo

❖ Población

La población está determinada por las bacterias aéreas presentes por espacio aéreo urbano del distrito de los olivos.

❖ Muestra

El tamaño de la muestra es la cantidad de bacterias aéreas presentes en la cámara de investigación.

Muestreo

La técnica de muestreo que se aplicó es el muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionó el área específica para la medición de la cantidad de bacterias aéreas iniciales en la zona.

❖ Unidad de Análisis

Un metro cúbico de aire conteniendo bacterias aéreas

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 2: Metodología de investigación

Etapas	Fuentes	Técnicas	Instrumentos	Resultados
1) Recolección de la muestra	Área de estudio	Metodología para toma de muestras	Ficha de registro de campo	Análisis de la especie y cantidad de bacterias
2) Análisis de la muestra antes del tratamiento	El área de estudio	Laboratorio acreditado para análisis	Análisis de laboratorio	Análisis de la cantidad de la especie y cantidad de bacterias
3) Tratamiento de las bacterias con nano burbujas de aire	El área de estudio	Tratamiento ex - situ	Instrumentos de laboratorio	Eficiencia del tratamiento de nano burbujas en bacterias aéreas

4) Análisis de la muestra después del tratamiento	El área de estudio	Especialistas en el tema (Microbiólogo)	Análisis de laboratorio	Comparación de las especies y cantidades de bacterias de acuerdo a la cantidad del tiempo del tratamiento.
5) Interpretación de resultados	Gabinete	El análisis de resultado	Ficha de análisis de resultado	Procesamiento de datos obtenidos

Fuente: *Elaboración propia*

Reactivos

- ✓ Cloruro de sodio al 96% - 1L
- ✓ Aceite de inmersión - 50 mL
- ✓ Alcohol isopropílico – 2 L
- ✓ Safranina - 50 mL
- ✓ Solución lugol - 50 mL
- ✓ Cristal Violeta 50 mL
- ✓ Decolorante Gram - 50 mL
- ✓ Agar nutritivo - 50 mL
- ✓ Agar específico por microorganismo - 50 mL
- ✓ Agua destilada - 4L
- ✓ Agua de desionizada - 2 L
- ✓ Galones de alcohol al 96% de pureza - 2L

Materiales

- ✓ 10 Vasos precipitados
- ✓ 15 Probetas
- ✓ 1 Mechero de alcohol
- ✓ 48 Placas Petri de 10 cm de diámetro -
- ✓ Mangueras de $\frac{3}{4}$
- ✓ Válvulas de aire
- ✓ Planchas de acrílico de 4mm
- ✓ Planchas de vidrio de 5.5 mm

- ✓ 1 par de Guantes de neopreno
- ✓ 50 Filtros de membrana
- ✓ 100 Portaobjetos
- ✓ 100 Cubreobjetos
- ✓ 1 Asa de siembra
- ✓ 1 Rejilla
- ✓ 4 Tubos Durman
- ✓ 12 Hisopos de siembra

Equipos

- ✓ 1 Microscopio
- ✓ 1 Bomba de vacío
- ✓ 1 Compresora de aire
- ✓ 1 Bomba de agua
- ✓ 1 Estufa
- ✓ 2 Laptop
- ✓ 1 termo higrómetro
- ✓ 1 Equipo generador de burbujas - patente del Dr. Jhonny Valverde Flores.

- Equipos y Materiales

Descripción de equipos y materiales antes del procedimiento

a) Armado de la cámara de investigación

El diseño planteado consta de una cámara rectangular de material en vidrio y como estructura presenta orillas de aluminio para su reforzamiento en el cual su parte superior tiene la compuerta de abertura para la instalación de los materiales interiores. La cámara tiene dimensiones de alto 44cm, largo de 58 cm y ancho 25 cm, en cual se implementará 5 conductos a lo largo de la superficie de la cámara para el ingreso de las nano burbujas de aire en forma de un sistema percolador nebulizador, además de dos orificios de 19 cm de circunferencia especialmente diseñado para el manejo del sistema recolector de bacterias en el interior mediante guantes de neopreno N° 9, donde se obtendrá las bacterias aéreas en el filtro post-tratamiento. Además, en su interior se encuentra

un termo higrómetro en el cual se podrá visualizar la temperatura y la humedad relativa en los tiempos 0, 20, 40 y 60 minutos; la cámara de investigación tiene 7 agujeros externos conectados con mangueras y válvulas para el ingreso de nano burbujas (ver figura 1).

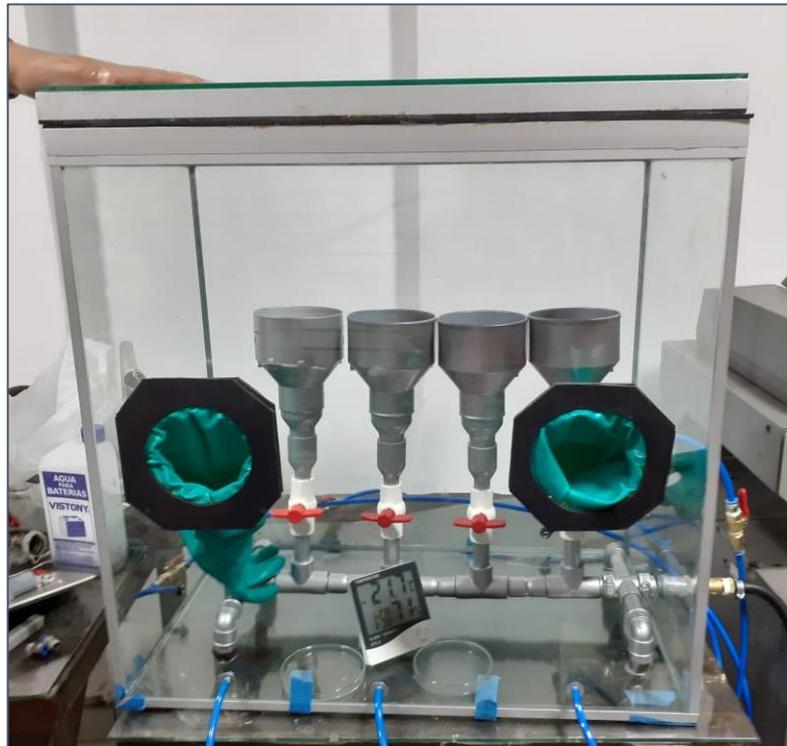


Figura N° 1: Diseño de la cámara de investigación

b). Armado de los filtros de recolección de microorganismos

Los filtros contienen tienen dimensiones de 125 mL, en la cual cada copa de absorción es de material policloruro de vinilo con 4 válvulas para el manejo de aire del equipo de nano burbujas y en la parte derecha contiene un agujero como conexión para la compresora de aire, cada copa de absorción tiene interiormente una base de acrílico con un agujero de 0.5 mm en el centro y 4mm de grosor con 4cm de diámetro, encima de ello se encuentra un aro de fierro para sostener una la plancha de acrílico de 10 cm de diámetro con agujeros de 0.5 cm con separaciones de 1 cm, esta nivel de acrílico es fundamental ya que me servirá para colocar los filtros de membrana y ser retirados en tiempos de 0, 20, 40 y 60 minutos, encima se coloca el aro de fierro para que

sostenga la tapa de acrílico que contiene un agujero de 0.1 cm en la parte superior con 0.5 cm en la parte inferior con un grosor general de 4mm de acrílico (ver figura 2) y (ver figura 3).



Figura N° 2: Copas de filtración de bacterias



Figura N° 3: Diseño interno de las Copas de filtración de bacterias

c). Bomba de vacío

La bomba de vacío tiene funciones de aspirar y expulsar aire a una capacidad de 30 PSI medidos en el vacuometro, en el cual se trabajó con 0, 20, 40 y 60 minutos de aspiración de aire urbano manipulados mediante una válvula para el análisis de microorganismo y un tiempo de 5 min de expulsión de aire para liberar espacio aéreo en la cámara de investigación (ver figura 4).



Figura N° 4: Bomba de Vacío

d). Generador de nanoburbujas

El equipo generador de nano burbujas tiene varios sectores que lo componen como el sector (A) que comprende de una bomba de agua con ventiladores a los lados conectada a un medidor de potencia registrando como potencia de 25 Hz con válvula propia, esta bomba impulsa el agua puesta en el recolector (B) que es de material de policloruro de vinilo con un tapa para evitar fugas, en este caso se utilizó 9L de agua de batería o agua desionizada que será para el encuentro con el generador de nano burbujas (C) con válvula propia que tiene una presión de 90 PSI que proviene de la bomba de aire (E), todo ello ira hacia el tubo de acrílico (D) con 90 cm de largo general, 10 cm de largo por nivel, 10.5 de diámetro del tubo de acrílico con 4 mm de grosor con 9 válvulas incluidas por nivel ya que de esta manera se encontrara el vapor óptimo para ser llevado a la cámara de investigación (ver figura 5).

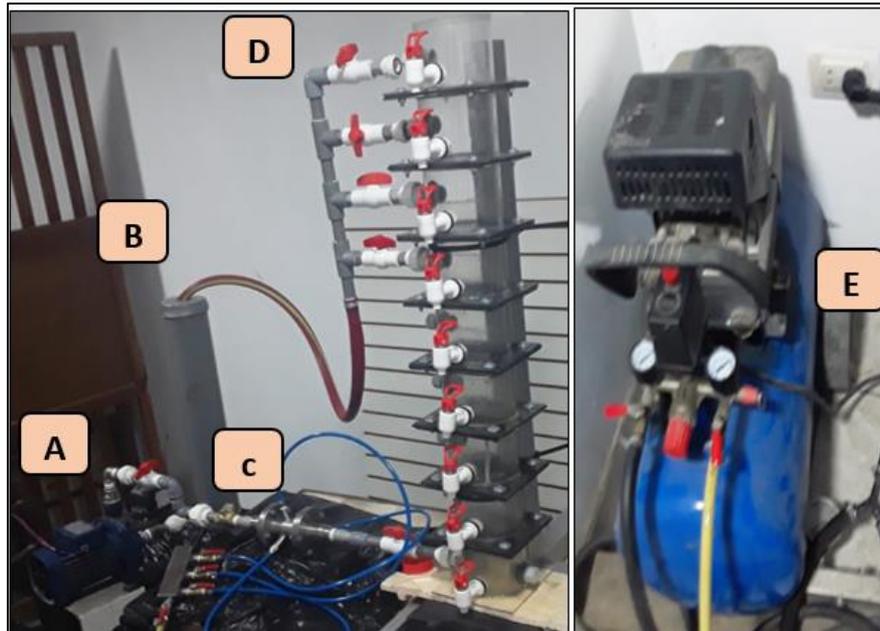


Figura N° 5: Generador de nano burbujas de aire

3.5. Procedimiento

3.5.1 Recolección de la muestra

- **Recipientes de transporte de la muestra**

Los recipientes de transporte deben garantizar que la muestra no se contamine ni altere. En este caso se utilizó contenedores estériles tipo placas Petri en donde incluye el soporte de toma de muestra.

- **Duración de la toma de muestra**

El tiempo de la toma de muestra fue por tiempos establecidos 0, 20, 40 y 60 minutos de recibir aspiración de aire urbano mediante una válvula para el análisis de microorganismo y un tiempo de 5 min de expulsión de aire para liberar espacio aéreo en la cámara de investigación

- **Toma de muestra**

1. Desinfección del área de recolección de muestra

Se desinfectó la cámara de investigación, los guantes, las placas de acrílico y los fierros sujetadores dentro de la copa de absorción y la tapa general con alcohol de 96% de pureza media hora antes de cada proceso de aspiración de aire del entorno exterior (ver figura 6).



Figura N° 6: Esterilización de la parte superior de las copas de absorción

2. Esterilización de las placas Petri

Las placas Petri fueron esterilizadas por un tiempo de 1 hora a 180 °C, en ese momento también se puso el agar nutritivo para convertirlo a estado líquido y ponerlos en las placas Petri cuando termine su proceso de esterilización (ver figura 7) y (ver figura 8).



Figura N° 7: Esterilización de las placas Petri



Figura N° 8: Agar nutritivo en las placas Petri

3. Recolección de la muestra

Se inicia el proceso con la aspiración del aire urbano a la cámara de investigación para después colocar los filtros membrana Whatman grado 5 (100 x 150 mm) acompañado de un soporte plastificado al sistema recolector de bacterias con placas de acrílico con agujeros como tapas y asegurados con los anillos de acero, estas membranas fueron retiradas después del tiempo de absorción de aire exterior y el vapor de nano burbujas en los tiempos de 0, 20, 40 y 60 minutos donde ocurrirá la filtración

por membrana y será extraído para ser sumergido en cloruro de sodio al 96% en vaso precipitado para sacar la muestra en hisopos (ver figura 9).

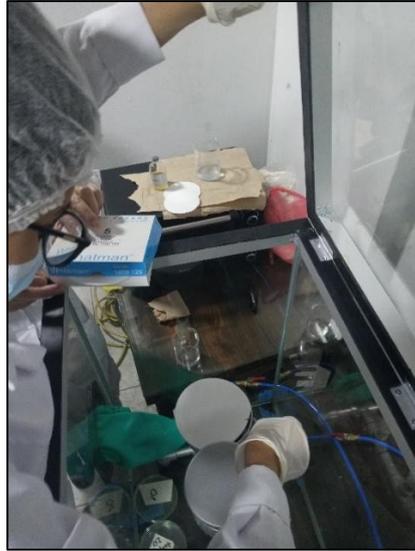


Figura N° 9: Filtros de membrana

3.5.2 Análisis de la muestra antes del tratamiento

Una vez tomada la muestra, se trasladan las cápsulas de Petri al laboratorio dejándolas en la estufa de cultivo para posteriormente hacer el conteo de bacterias de acuerdo al tiempo de exposición, además se observa el crecimiento de las colonias y se procede al recuento de las mismas mediante un barrido de microorganismos con técnica de hisopado con cloruro de sodio e inoculación junto con tinción gram en las placas para contabilizar las bacterias que proporciona el número de colonias formadas por placa. De acuerdo al espacio delimitado es un área común por lo que se pronosticaba por la especialista tener bacterias como las coliformes fecales por los baños públicos cercanos, neumococos por la posta cercana, estafilococos que está ubicada en la piel del ser humano y el medio ambiente como los estreptococos, por ello en los resultados de la muestra inicial resulta alta cantidad de estreptococo en el medio ambiente que será posteriormente aplicado al tratamiento de las nano burbujas.

3.5.3 Tratamiento de nano burbujas

El tratamiento de nano burbujas fueron aplicados en tiempos de 0, 20, 40 y 60 minutos por copa de filtración de microorganismos el cual es manipulado por su válvula propia, se utilizó el vapor de 3 galones de agua desionizada con potencia de 25 Hz de la bomba de agua que fue transportado por dos mangueras del tubo de acrílico a la cámara de investigación que recepcionaba mediante 7 mangueras con válvulas propias, todo ello fue aplicado a la cámara para posterior a ello ser retirada las nano burbujas mediante la bomba de vacío, en este empieza a tomar los espacios de la cámara en forma de neblina y es donde entra el contacto de las bacterias con las nanoburbujas de aire actuarán sobre las bacterias aéreas con el proceso del contacto provocando en las bacterias la autoexplosión de ellas automáticamente generando la reducción y su destrucción, dado el proceso las placas Petri con los filtros se encargará de recolectar tanto restos de las bacterias tratadas (ver figura 10).



Figura N° 10: Tratamiento de nanoburbujas

a) Siembra de los microorganismos

Se va a utilizar cloruro de sodio al 96%(A), la cual se extraerá 20 mL mediante una jeringa para ser puesto en un vaso precipitado de 50 mL (B),

posterior a ello es insertado el vaso precipitado con cloruro a la cámara de investigación, luego se coloca los filtros de membrana y se procede a esperar el tiempo de 20, 40 y 60 minutos para la recolección de microorganismos, después se saca los filtros de membrana para depositarlos dentro del vaso precipitado por unos minutos y después retirarlos (C), de esta manera se logra tener en el vaso precipitado la recolección de microorganismos que será leído mediante un hisopo que es sumergido en el líquido con microorganismos del vaso precipitado para ser colocados en la placa Petri con movimientos de Zig- Zag (D) (ver figura 11).



Figura N° 11: Siembra de microorganismos con guía de una microbióloga

3.5.4 Análisis de la muestra después del tratamiento

a) Incubación

Las placas Petri después del muestreo fueron envueltas en papel craft y e ingresadas a una incubadora con temperatura aproximada de 36° y humedad relativa de 11% por 48 horas, luego se llevó a refrigeración por 24 horas (ver figura 12) y (ver figura 13).



Figura N° 12: Incubación de placa Petri

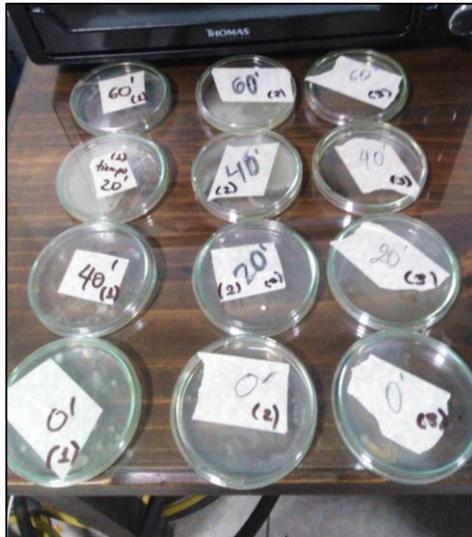


Figura N° 13: Placas rotuladas después de refrigeración

b). Sembrado en el portaobjeto

Se inicia con prender un mechero en un lugar libre y limpio (A), luego alistar el asa de siembra (B) para la esterilización del asa de siembra con el fuego del mechero de alcohol y de esta manera se evita la contaminación cruzada (ver figura 14).

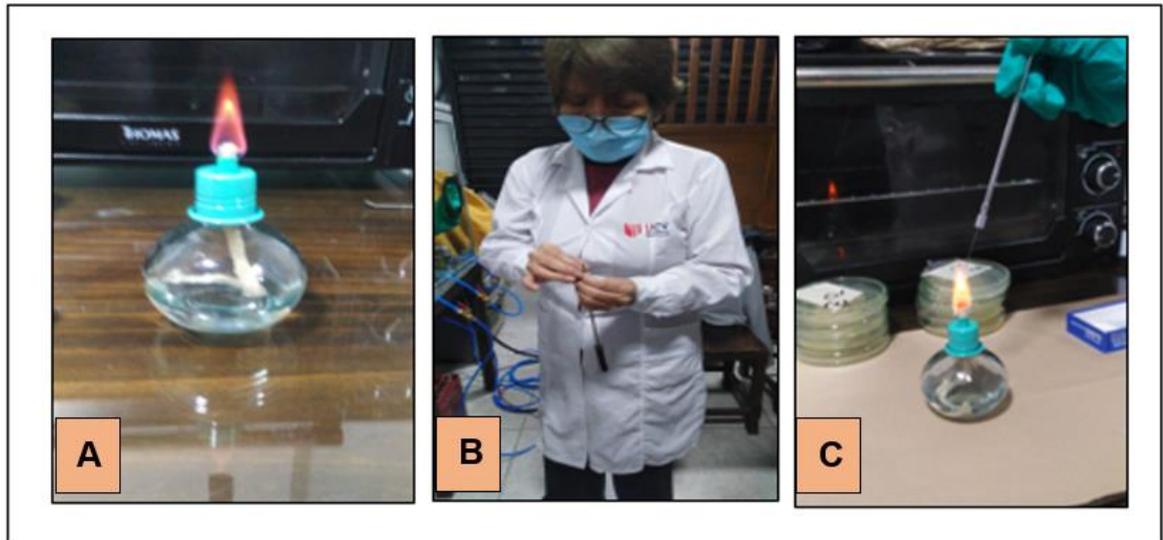


Figura N° 14: Esterilización de asa de siembra

Luego se procedió al barrido de microorganismos puestos en la placa Petri mediante el asa de siembra esterilizado (A) para ser colocados en el portaobjeto (B) con ayuda de gotitas de agua destilada, posterior a ello, se fija lo puesto en el portaobjeto con el fuego del mechero de alcohol (C) (ver figura 15).

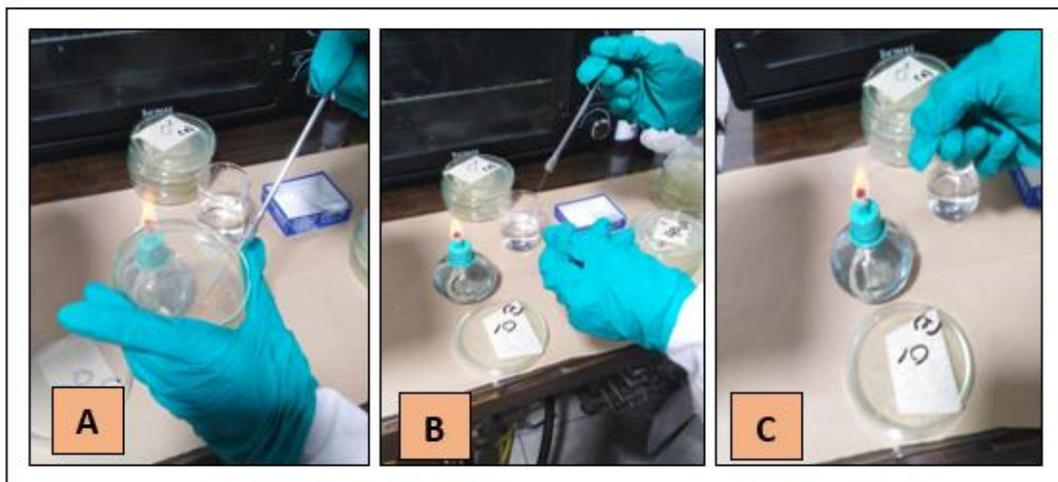


Figura N° 15: Fijación de microorganismos

C). Análisis Tinción Gram

La porta objetos fijados se colocan en una sola posición con su rotulación respectivamente encima de un contenedor para mantener la higiene en el laboratorio (A), se utilizó la solución de tinción de cristal violeta (B) la cual se

echará en los portaobjetos para ser teñidos por 5 gotas aproximadamente de cristal violeta, después de 1 minuto será removidos de la parte superior por chorros de agua destilada hasta percibir solo en el área de fijación del color violeta (C) (ver figura 16).

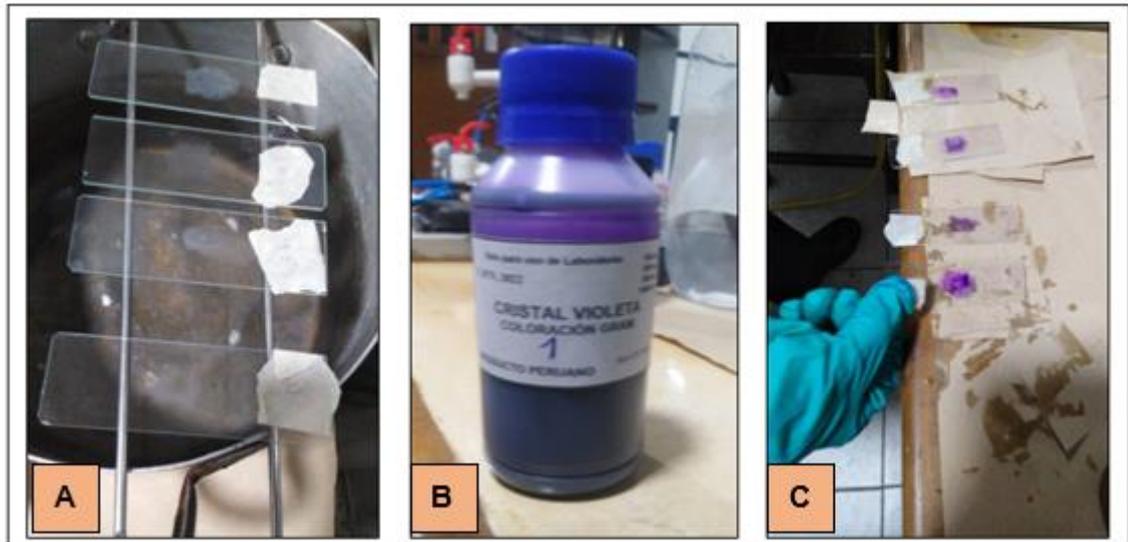


Figura N° 16: Tinción con cristal violeta

La porta objetos fijados con cristal violeta se colocan en un sola posición para ser teñidos seguidamente por la solución de lugol (A) con 5 gotas aproximadamente ya que el área muestreada quede cubierto por completo (B), después de 1 minuto será removido de la parte superior por chorros de agua destilada hasta percibir solo en el área de fijación de solución lugol (C) (ver figura 17).

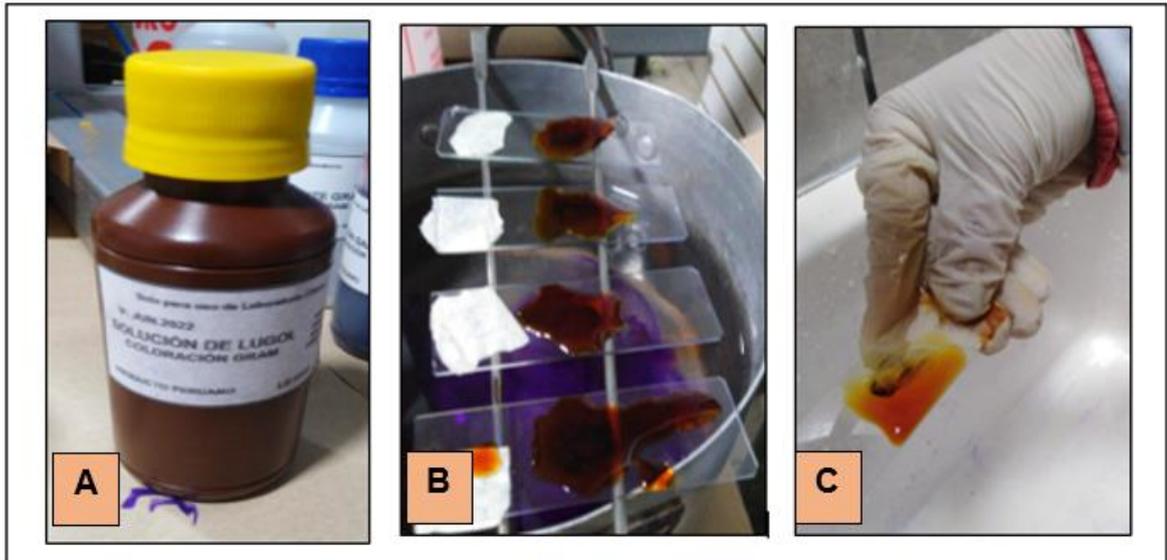


Figura N° 17: Tinción con solución lugol

La porta objetos fijados con solución lugol son secados para ser colocados en una sola posición nuevamente para ser desteñidos por 5 gotas aproximadamente (A) del decolorante Gram (B), después de 1 minuto será removido de la parte superior por chorros de agua destilada hasta percibir solo en el área de fijación de decolorante Gram (C) (ver figura 18).

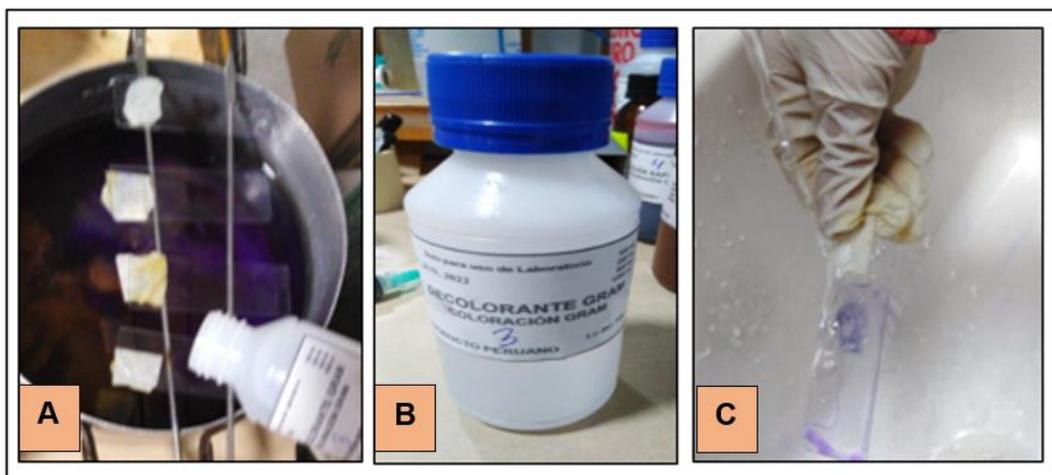


Figura N° 18: Tinción del Decolorante Gram

La porta objetos fijados secados con decolorante Gram se colocan en una sola posición para ser teñidos (A) por la solución de safranina (B), con aproximadamente 5 se logra cubrir el área fijada para posterior de ello esperar

1 minuto para ser removido de la parte superior por chorros de agua destilada hasta percibir solo en el área de fijación de safranina (ver figura 19).

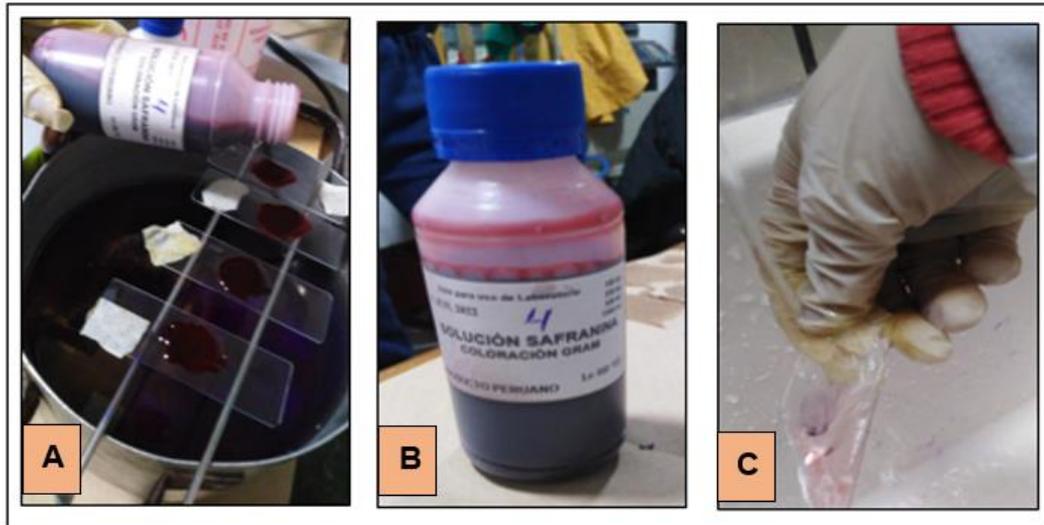


Figura N° 19: Tinción de Safranina

La aplicación de tinción se aplica por serie y es para determinar si son Gram + o -.

d). Análisis en el microscopio

Inicialmente los porta objetos son fijados en el mechero de alcohol (A), para colocarse una gota de aceite de inmersión (B) en la zona fijada y posterior a ello se colocó de forma superpuesta el cubre objeto para ser visualizado en el microscopio (C) (ver figura 20) y (ver figura 21).

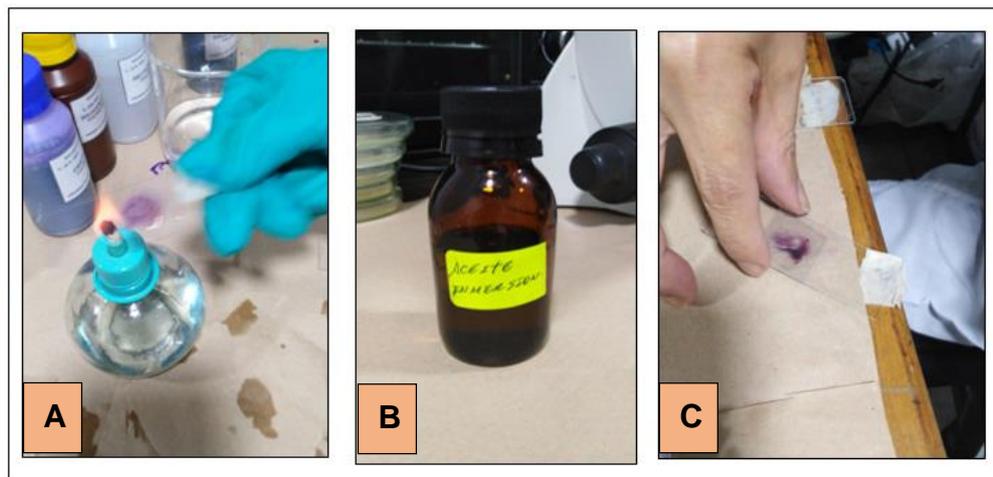


Figura N° 20: Preparación de portaobjeto para ser puesto en el microscopio



Figura N° 21: Observación de microorganismos por una especialista microbióloga

e). Análisis específico de microorganismos

Se inicia con el barrido de microorganismos en la placa Petri con un asa de siembra esterilizada, después de ello la muestra es colocada en tubos durman de vidrio con 3 mL de agua desionizada para ser mezcladas con la muestra y rotuladas. Luego se procede a esterilizar los matraces y placas Petri a 130° C por 1 hora en estufa (A). Luego el matraz se retira de la estufa y se alistan los vasos precipitados para colocar las muestras (B) para colocar en el matraz 27 mL de agua desionizada (C) luego se mezcla con el líquido de muestra (D). Posterior a ello, 2 vasos precipitados con 9 mL de agua desionizada para obtener muestras con nombres rotulados 10^{-2} y 10^{-3} (ver figura 22, 23, 24, y 25).

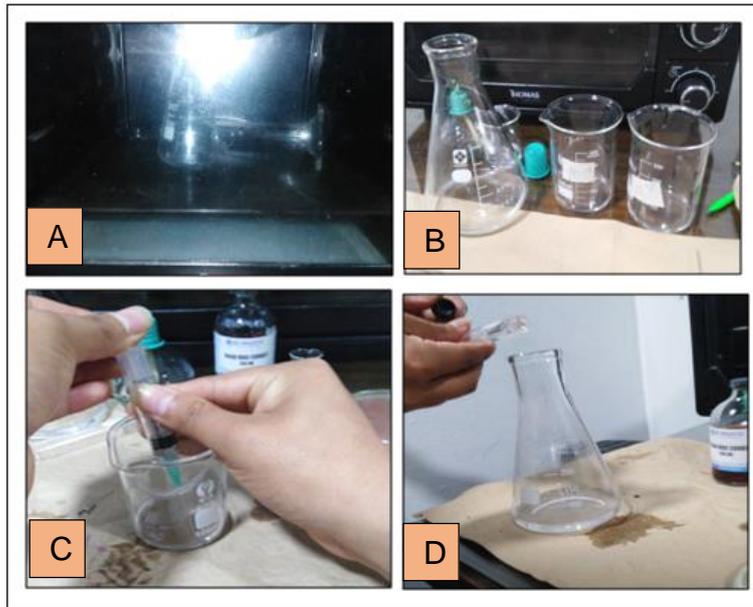


Figura N° 22: Muestreo de microorganismos específicos



Figura N° 23: Siembra en Agar SS



Figura N° 24: Siembra en Agar Blood



Figura N° 25: Siembra en Agar Mac Conkey

Luego se procede a la incubación por 48 horas a temperatura de 37° C y humedad relativa de 11 % para después ser puestos en Tinción Gram para ser observados en microscopio y descartar microorganismos en el muestreo de aire. La cantidad de bacterias calculadas posteriormente del análisis por la ejecución de la fórmula, cálculo de concentración.

3.5.5 Interpretación de resultados

Los resultados del tratamiento de nanoburbujas de aire son de reducción eficiente mediante la técnica de lectura inicial de hisopado con cloruro de sodio, después de ello la incubación, posterior a ello se procede a la técnica de inoculación junto con la tinción gram para pasar al sembrado de microorganismos en agar específico, después de ello será analizado mediante el microscopio y rejillas las colonias reducidas y las nanoburbujas de aire fueron observadas en una gota de agua según el tiempo determinado.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos adquiridos en la investigación serán examinados empleando el programa estadístico SPSS con el fin de comprobar las hipótesis generales utilizando la prueba ANOVA ya que compara la varianza en 3 tiempos y para las hipótesis específicas se utilizó T -student.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se basa con respecto a las citas y referencias en el manejo de la norma ISO 690. Además, se aplicó la Resolución Directoral N° 089-2019 de la Universidad César Vallejo y la calibración de instrumentos. La herramienta Turnitin se aplicó como servicio universitario para descartar plagio demostrando la autenticidad de este proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados del entorno exterior

En la siguiente tabla se representa las características medidas del entorno en donde se instaló la cámara de investigación, en el cual se midió la temperatura y humedad relativa.

Tabla 3: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica de la Serie 1 en el interior de la cámara		
Número de Serie	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Temperatura (°C)
S1	0	23.6
	20	21.1
	40	22
	60	21.4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 1 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de temperatura dando como temperatura promedio de 22. 01 ° C.

Tabla 4: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica de la Serie 2 en el interior de la cámara		
Número de serie	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Temperatura (°C)
S2	0	22.4
	20	21.2
	40	21.1
	60	22.6

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 2 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de temperatura dando como temperatura promedio de 21.57° C.

Tabla 5: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica Medida de la Serie 3 del interior de la cámara		
Número de serie	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Temperatura (°C)
S3	0	21.1
	20	22.0

	40	20.9
	60	21.0

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 3 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de temperatura dando como temperatura promedio de 21.25° C.

Tabla 6: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica de la serie 1 en el interior de la cámara		
Numero de Muestra	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Humedad Relativa (%)
S1	0	68
	20	67
	40	68
	60	65

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 1 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de humedad relativa dando como humedad relativa promedio de 67%.

Tabla 7: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica de la serie 2 en el interior de la cámara		
Numero de Muestra	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Humedad Relativa (%)
S2	0	94
	20	93
	40	92
	60	94

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 2 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de humedad relativa dando como humedad relativa promedio de 93.25%.

Tabla 8: Resultado de las características del interior de la cámara en la fase de tratamiento

Característica de la serie 3 en el interior de la cámara		
Numero de Muestra	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Humedad Relativa (%)
S3	0	68
	20	69
	40	68

Característica de la serie 3 en el interior de la cámara		
Numero de Muestra	Tiempo de Muestra (Min)	Parámetro Humedad Relativa (%)
	60	68

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior se identifica la temperatura de la serie 3 en el interior de la cámara de investigación, en el cual se analiza el parámetro de humedad relativa dando como humedad relativa promedio de 68.25 %.

4.2 Resultados de las características físicas de las nanoburbujas

Las nanoburbujas en una gota en un tiempo de 20 minutos (ver figura 28).

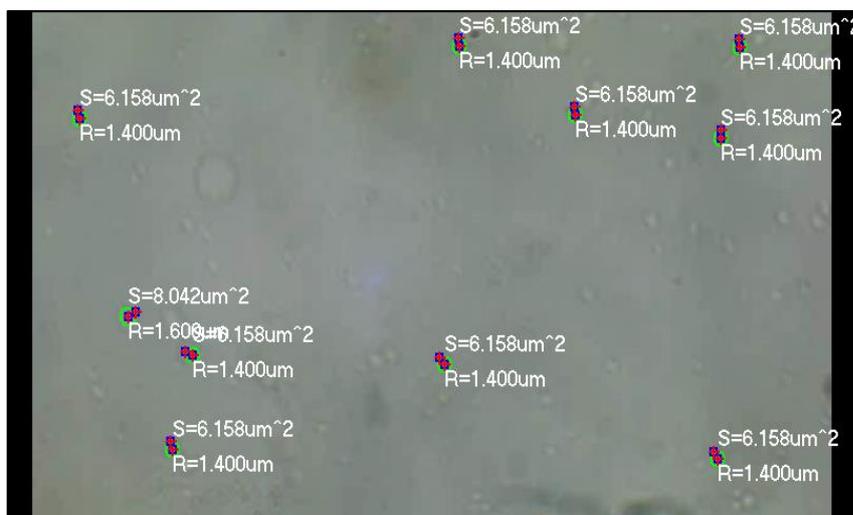


Figura N° 1: Nanoburbujas en una gota de agua

Interpretación

En el tiempo de 20 minutos, se observó 10 nanoburbujas en una gota de un diámetro de promedio de 2.80 um.

Las nanoburbujas en una gota en un tiempo de 40 minutos (ver figura 29).

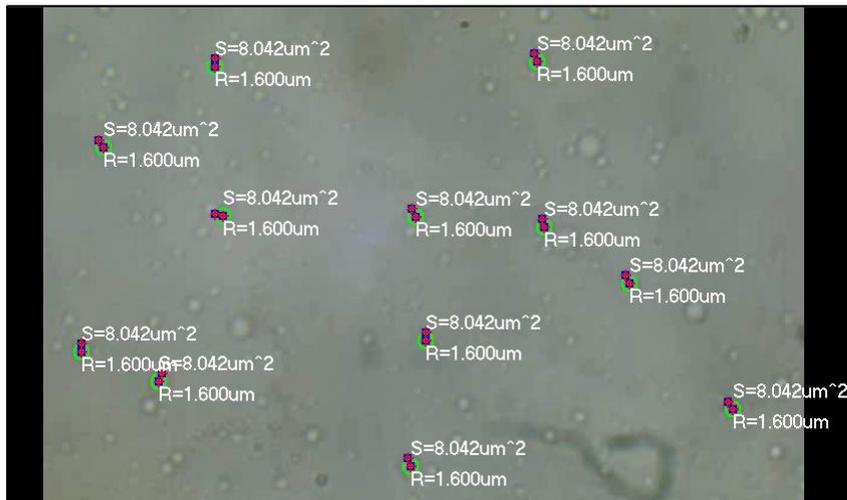


Figura N° 2: Nanoburbujas en una gota de agua

Interpretación

En el tiempo de 40 minutos, se observó 12 las nanoburbujas en una gota de un diámetro de promedio de 3.2 μm .

Las nanoburbujas en una gota en un tiempo de 60 minutos (ver figura 30).

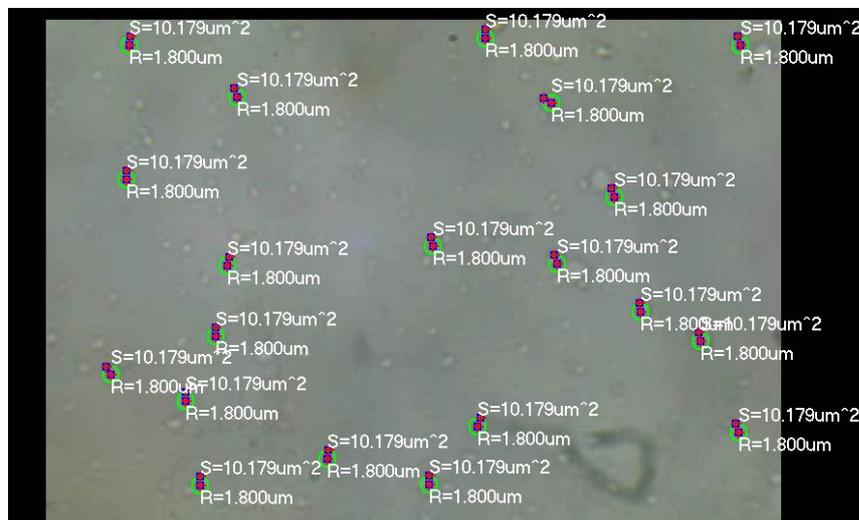


Figura N° 3: Nanoburbujas en una gota de agua

Interpretación

En el tiempo de 60 minutos, se observó 20 las nanoburbujas en una gota de un diámetro de promedio de 3.6 μm .

Tabla 9: Tamaño promedio de las nanoburbujas de aire en los tiempos de 20, 40 y 60 minutos respectivamente

Tiempo de tratamiento (min)	Numero de nanoburbujas de aire en una gota	Tamaño promedio de las nanoburbujas (nm)
20	10	2800
40	12	3200
60	20	3600

Fuente: Elaboración propia

Velocidad de ascenso de las nanoburbujas de aire

La velocidad de ascenso se halla mediante la siguiente formula de aplicación:

$$V = \frac{pdg^2}{18n}$$

Donde

V: velocidad de ascenso

g: aceleración de gravedad 9.8 m/s²

n: viscosidad del líquido de 1.005x10⁻³ m²/s

p: densidad del líquido de 998.2 Kg/m³

d: diámetro de burbuja

La velocidad de ascenso de la nanoburbujas de aire para el tiempo de 20 minutos.

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (2.8 \times 10^3 \times 10^{-9})^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{m}{m^{-2}})}$$

$$V1 = 4.23 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

Interpretación

La velocidad de ascenso de las nanoburbujas fue mediante el cálculo de la densidad del líquido, aceleración de gravedad, la viscosidad del líquido y el diámetro de la nanoburbujas en el cual se obtiene como resultado de x el diámetro para el tiempo 20 es de x.

La velocidad de ascenso de la nanoburbujas de aire para el tiempo de 40 minutos.

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (3.2 \times 10^3 \times 10^{-9})^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{m}{m^{-2}})}$$

$$V2 = 5.54 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

Interpretación

La velocidad de ascenso de las nanoburbujas fue mediante el cálculo de la densidad del líquido, aceleración de gravedad, la viscosidad del líquido y el diámetro de la nanoburbujas en el cual se obtiene como resultado de x el diámetro para el tiempo 40 es de x.

La velocidad de ascenso de la nanoburbujas de aire para el tiempo de 40 minutos.

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (3.6 \times 10^3 \times 10^{-9})^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{m}{m^{-2}})}$$

$$V3 = 7.1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

Interpretación

La velocidad de ascenso de las nanoburbujas fue mediante el cálculo de la densidad del líquido, aceleración de gravedad, la viscosidad del líquido y el diámetro de la nanoburbujas en el cual se obtiene como resultado de x el diámetro para el tiempo 60 es de x .

Para la presión interna de la nanoburbujas de aire

$$\Delta P = 4\sigma/d$$

Donde:

ΔP : presión de burbuja

σ : tensión superficial de 0.0728 N/m

d : diámetro de la burbuja de $1.505 \times 10^{-3}m$

La presión interna de las nanoburbujas para el tiempo de 20 minutos

$$\Delta P = \frac{4 \left(0.0728 \frac{N}{m} \right)}{2.8 \times 10^3 \times 10^{-9}m}$$

$$\Delta P = 104000 \frac{N}{m^2} = 1.026 \text{ atm}$$

$$P = 0,96 \text{ atm} + 1,026 = 1.99 \text{ atm}$$

Se obtiene como resultado que la presión interna de las nanoburbujas es de 1.99 atm.

La presión interna de las nanoburbujas para el tiempo de 40 minutos

$$\Delta P = \frac{4 \left(0.0728 \frac{N}{m} \right)}{3.2 \times 10^3 \times 10^{-9}m}$$

$$\Delta P = 91000 \frac{N}{m^2} = 0.90 \text{ atm}$$

$$P = 0,96 \text{ atm} + 0,90 = 1.86 \text{ atm}$$

Se obtiene como resultado que la presión interna de las nanoburbujas es de 1.86 atm.

La presión interna de las nanoburbujas para el tiempo de 60 minutos

$$\Delta P = \frac{4 \left(0.0728 \frac{N}{m} \right)}{3.6 \times 10^3 \times 10^{-9} m}$$

$$\Delta P = 80888 \frac{N}{m^2} = 0.80 \text{ atm}$$

$$P = 0,96 \text{ atm} + 0,80 = 1.76 \text{ atm}$$

Se obtiene como resultado que la presión interna de las nanoburbujas es de 1.76 atm.

4.3 Resultados de las bacterias

En la siguiente tabla se representa los resultados cuantitativos del análisis del análisis de bacterias aéreas.

Tabla 10: Cuadro de resultados de conteo de bacterias

Resultado de análisis de bacterias			
Número de serie	Tiempo de Muestra (Min)	Cantidad de cadenas bacterianas	Especie de bacteria
S1	0	30	Estreptococo
	20	10	Estreptococo
	40	8	Estreptococo
	60	3	Estreptococo
S2	0	33	Estreptococo

	20	12	Estreptococo
	40	7	Estreptococo
	60	4	Estreptococo
S3	0	32	Estreptococo
	20	11	Estreptococo
	40	9	Estreptococo
	60	3	Estreptococo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla anterior muestra la cantidad de bacterias aéreas en las 3 series y la disminución de bacterias mediante la aplicación de nanoburbujas, dando como una especie encontrada el estreptococo.

Tabla 11: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas

Resultado de análisis de colonias		
Número de serie	Muestra	Cantidad de colonias bacterianas (UFC/ml)
S1	Agar mac conkey	569
	Agar blood	195
	Agar ss	-
S2	Agar mac conkey	480
	Agar blood	150
	Agar ss	-

S3	Agar mac conkey	500
	Agar blood	185
	Agar ss	-

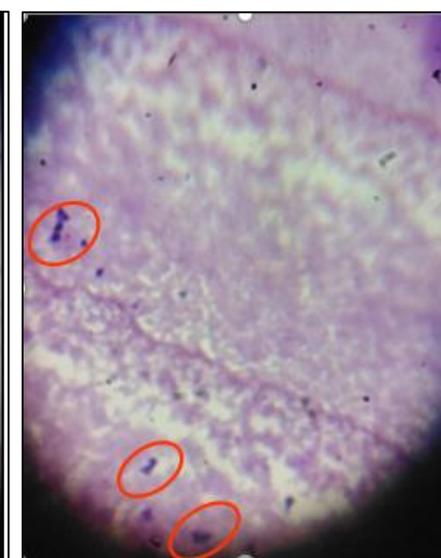
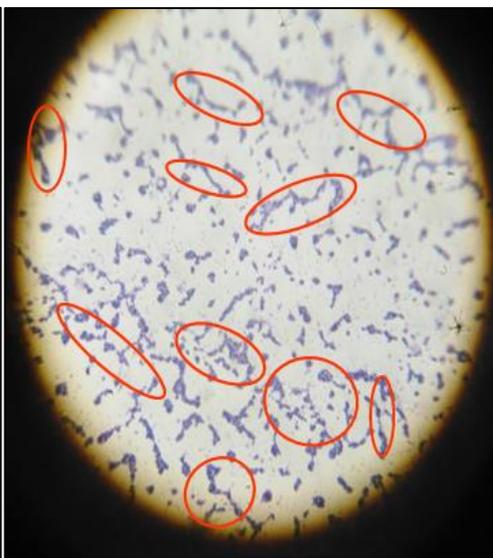
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla se presenta los resultados de la siembra en agar específico para la determinación de colonias existentes en el estudio, dando con mayor cantidad la Agar mac conkey y blood.

Tabla 12: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas

SERIE



TIEMPO 0

Especie: Estreptococo

Cantidad de cadenas: 30

TIEMPO 20

Especie: Estreptococo

Cantidad : 10

TIEMPO 40

Especie: Estreptococo

Cantidad : 5

TIEMPO 60

Especie: Estreptococo

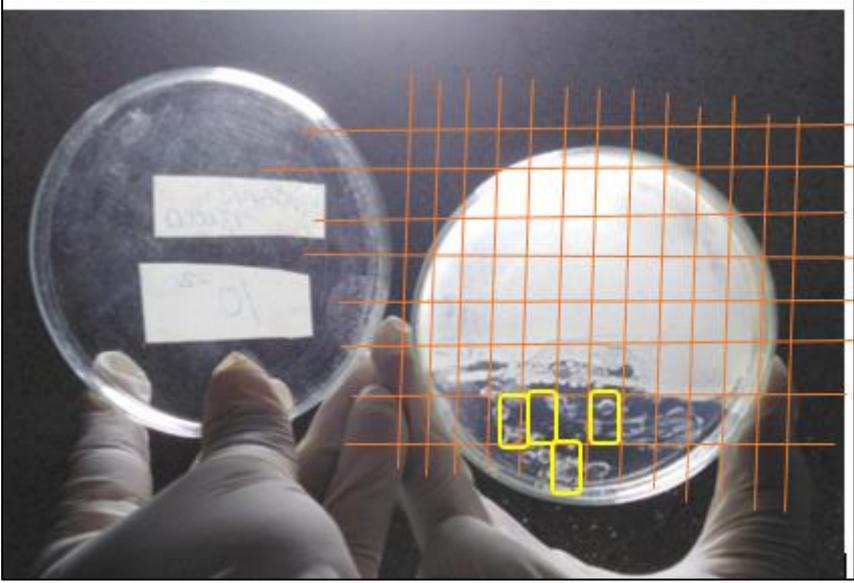
Cantidad : 3

Tabla 13: Cuadro de placas Petri con agares específicos

RESULTADO DE AGAR MAC CONKEY	
	<p>El agar Mac conkey fue utilizado en la muestra inicial para determinar la cantidad de colonias existentes.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;">$N^{\circ} \text{ de colonias} = \left(\frac{A + B + C + D \dots n}{n} \right) \times 65$</div> $N^{\circ} \text{ de colonias} = \left(\frac{7 + 9 + 12 + 7}{4} \right) \times 65$ $N^{\circ} \text{ de colonias} = 569 \text{ colonias}$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas

RESULTADO DE AGAR BLOOD	
	<p>El agar Blood fue utilizado en la muestra inicial para determinar la cantidad de colonias existentes.</p>
$N^{\circ} \text{ de colonias} = \left(\frac{A + B + C + D + \dots + n}{n} \right) \times 65$	
$N^{\circ} \text{ de colonias} = \left(\frac{4 + 2 + 3 + 3}{4} \right) \times 65$	
$N^{\circ} \text{ de colonias} = 195 \text{ colonias}$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Cuadro de resultados de conteo de colonias bacterianas

RESULTADO DE AGAR SALMONELLA SHIGELLA	
	<p>El agar Salmolnella Shigella fue utilizado en la muestra inicial para determinar la cantidad de colonias existentes.</p>
<p>Las colonias en el agar salmonella shigella fueran mínimas y fueron consideradas de contaminación cruzada</p>	

Fuente: Elaboración propia

4.4 Resultados de la reducción de las bacterias aéreas

Eficiencia de reducción de bacterias aéreas por aplicación de nano burbujas en tiempos específicos.

Figura . Ecuación de eficiencia

$$R = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

Cálculo de eficiencia de reducción de bacterias aéreas en la Serie 1

Serie 1: 30 bacterias en tiempo 20 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 10 colonias (UFC).

$$R = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{10}{30}\right) \times 100$$

$$E = 70\%$$

Serie 1: 30 bacterias en tiempo 40 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 8 colonias (UFC).

$$R = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{8}{30}\right) \times 100$$

$$E = 73\%$$

Serie 1: 30 bacterias en tiempo 60 minutos de aplicación de nanoburbujas fueron reducidas a 3 colonias (UFC).

$$R = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{3}{30}\right) \times 100$$

$$E = 90\%$$

Cálculo de eficiencia de reducción de bacterias aéreas en la Serie 2

Serie 2: 33 bacterias en tiempo 20 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 12 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{12}{33}\right) \times 100$$

$$E = 64 \%$$

Serie 2: 33 bacterias en tiempo 40 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 7 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{7}{33}\right) \times 100$$

$$E = 79 \%$$

Serie 2: 33 bacterias en tiempo 60 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 4 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{4}{33}\right) \times 100$$

$$E = 88 \%$$

Cálculo de eficiencia de reducción de bacterias aéreas en la Serie 3

Serie 3: 32 bacterias en tiempo 20 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 11 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{11}{32}\right) \times 100$$

$$E = 66 \%$$

Serie 3: 32 bacterias en tiempo 40 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 9 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{9}{32}\right) \times 100$$

$$E = 72 \%$$

Serie 3: 32 bacterias en tiempo 60 minutos de aplicación de nano burbujas fueron reducidas a 3 colonias (UFC).

$$E = \left(1 - \frac{\text{Cantidad de colonias tratadas}}{\text{colonias sin tratar}}\right) \times 100$$

$$E = \left(1 - \frac{3}{32}\right) \times 100$$

$$E = 91 \%$$

Tabla 16: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie 1

SERIE	Eficiencia (%)
S1	70
	73
	90

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla muestra la eficiencia de reducción de bacterias aéreas de 30 bacterias de especie estreptococo para el tiempo 20 minutos con un porcentaje de 70%, para el tiempo de 40 minutos con un porcentaje de eficiencia de 73% y para el tiempo de 60 minutos con una eficiencia de 90 %.

Tabla 17: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie 2

SERIE	Eficiencia (%)
S2	64
	79
	88

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla muestra la eficiencia de reducción de bacterias aéreas de 33 bacterias de especie estreptococo para el tiempo 20 minutos con un porcentaje de 64 %, para el tiempo de 40 minutos con un porcentaje de eficiencia de 79% y para el tiempo de 60 minutos con una eficiencia de 88 %.

Tabla 18: Eficiencia de reducción de bacterias en la serie

SERIE	Eficiencia (%)
S3	66
	72
	91

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla muestra la eficiencia de reducción de bacterias aéreas de 32 bacterias de especie estreptococo para el tiempo 20 minutos con un porcentaje de 66 %, para el tiempo de 40 minutos con un porcentaje de eficiencia de 72% y para el tiempo de 60 minutos con una eficiencia de 91 %.

Análisis Inferencial**- Técnica de Inferencia de estadística**

En la presente investigación el segmento de análisis de datos se aplica la técnica inferencial de diferencia de grupo, debido a que se determinará la diferencia existente de la reducción de las bacterias aéreas a los diferentes tiempos de 20, 40, 60 minutos de tratamiento con las nanoburbujas.

Hipótesis General:

Ho: La aplicación de las nanoburbujas de aire no logrará reducir las bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Ha: La aplicación de las nanoburbujas de aire logrará reducir las bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Para la comparación de las hipótesis se seleccionará la prueba estadística, para comprobar las hipótesis y enfocarse en la distribución probabilística de los datos, mediante la prueba.

A. Análisis de normalidad de datos

Para el análisis de normalidad se aplicará el estadístico de hipótesis Shapiro-Wilk por tomar en cuenta el número tamaño de muestra que es menor igual a 30. Presentando las siguientes hipótesis.

Ho: Los datos de tiempo y cantidad pertenecen a una distribución de probabilidad normal.

Ha: Los datos de tiempo y cantidad no pertenecen a una distribución de probabilidad normal.

Tabla 19: Prueba de normalidad del tiempo de aplicación y cantidad de bacterias

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempo	,166	12	,200 [*]	,876	12	,078
cantidad	,303	12	,003	,780	12	,006

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

Según los resultados del estadístico de normalidad con Shapiro - Wilk se tiene el primer resultado con respecto al tiempo con un resultado de 0,078 de significancia por lo que su distribución no es normal ya que 0,078 es mayor a la significancia teórica, y el segundo resultado es con respecto a cantidad de bacterias con un resultado de 0.006 de significancia por lo que su distribución es normal ya que 0,006 es menor a la significancia teórica, por lo tanto ambas respuestas de significancia no tienen distribución normal.

B. Prueba paramétrica

Los datos presentados en la tabla anterior tanto el tiempo propuesto del tratamiento como de la cantidad de bacterias aéreas en caso del tiempo no es normal y es por ello que se realiza la prueba paramétrica Anova en el contraste de la hipótesis anterior para constatar de los datos obtenidos de los tiempos propuestos.

Tabla 20: Prueba estadística inferencial – ANOVA

ANOVA					
cantidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1409,667	3	469,889	402,762	,000
Dentro de grupos	9,333	8	1,167		
Total	1419,000	11			

Fuente: SPSS

En la tabla se presenta la significancia de 0,00 por lo que es menor a 0,05, por lo tanto en este caso se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general de la presente investigación. A continuación, la explicación del valor F:

La representatividad que tiene F en la tabla es sobre el valor que determina si existe la diferencia significativa en cuanto a las medias y varianzas de 2 a más grupos, comparando así la varianza respectiva. Mostrando a continuación su método de lectura, donde el valor F es comparado entre la división de los grados de libertad (gl) y continuamente con la tabla que tiene los valores de comparación para denotar como resultado la existencia de la diferencia de varianzas, en el cuadro el valor de F es 402,762 y los grados de libertad de: 3 y 8 respectivamente los cuales son ellos que se busca en la tabla de varianza el valor correspondiente que es de 4.07, para comparar el valor de 402,762 con el 4.07. Observando que, si el F fuera mayor al valor de gl en tabla entonces si existiría diferencia en la varianza, pero como en el ejemplo el gl con valor 4.07 es menor a la de F con 402,762 entonces se determina que si existe diferencia significativa entre las medias y varianzas de grupos.

Prueba de hipótesis

a.1 Análisis de normalidad de datos para las hipótesis específicas

Sección donde se aplicará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk para las hipótesis específicas por el tamaño de muestra usada es menor igual a 30. Se tiene como Hipótesis específica 1

Ho: Los datos de característica físicas pertenecen a una distribución normal.

Ha: Los datos de característica físicas no pertenecen a una distribución normal.

Tabla 21: Prueba de normalidad de las características físicas.

Pruebas de normalidad						
Físicas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Valores 1,00	,279	3	.	,939	3	,524
2,00	,238	3	.	,976	3	,700
3,00	,273	3	.	,946	3	,551

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

Según en los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se observa que la significancia estadística de los resultados es mayor a la significancia teórica de 5%, es por ellos que se rechaza hipótesis alterna y se acepta la nula, por lo cual los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal y por lo cual se aplicará la prueba paramétrica.

Prueba de hipótesis

Hipótesis 1

Se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: No se puede lograr identificar las características físicas de las nano burbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Ha: Se puede lograr identificar las características físicas de las nano burbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Tabla 22: Estadístico de prueba de Anova de las características físicas

ANOVA					
FISICA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28,819	2	14,410	,329	,042
Dentro de grupos	262,729	6	43,788		
Total	291,548	8			

Fuente: SPSS

Según los resultados obtenidos en la prueba de ANOVA, se observa que la significancia del resultado es menor a la significancia teórica de 5%, es por ello que se rechaza la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna, confirmando que si se logra identificar las características físicas de las nanoburbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima. A continuación, la explicación del valor F:

La representatividad que tiene F en la tabla es sobre el valor que determina si existe la diferencia significativa en cuanto a las medias y varianzas de 2 a más grupos, comparando así la varianza respectiva. Mostrando a continuación su método de lectura, donde el valor F es comparado entre la división de los grados de libertad (gl) y continuamente con la tabla que tiene los valores de comparación para denotar como resultado la existencia de la diferencia de varianzas, en el cuadro el valor de F es 0.329 y los grados de libertad de: 2 y 6 respectivamente los cuales son ellos se busca en la tabla de varianza el valor correspondiente que es de 5.79, para comparar el valor de 0.329 con el 5.79, Observando que si el F fuera mayor al valor de gl en tabla entonces si existiría diferencia en la varianza pero como en el ejemplo el gl con valor 5.79

es mayor a la de F con 0.329, entonces se determina que no existe diferencia significativa entre las medias y varianzas de grupos.

a.2 Análisis de normalidad de datos para las hipótesis específicas

Sección donde se aplicará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk para las hipótesis específicas por el tamaño de muestra usada es menor igual a 30. Se tiene como Hipótesis específica 2

Ho: Los datos de característica del entorno pertenecen a una distribución normal.

Ha: Los datos de característica del entorno no pertenecen a una distribución normal.

Tabla 23. Prueba de normalidad de las características del entorno.

Pruebas de normalidad						
Serie	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad	1	,260	4	,827	4	,161
	2	,283	4	,863	4	,272
	3	,441	4	,630	4	,001
Temperatura	1	,259	4	,887	4	,368
	2	,287	4	,820	4	,142
	3	,366	4	,775	4	,065

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

Según en los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se observa que la significancia estadística de los resultados es mayor a la significancia teórica de 5% pero también se muestra una que es menor a la significancia mencionada por lo tanto al haber una diferencia mínima se considerara, rechazar la hipótesis nula y se acepta la alterna, por lo cual los datos no pertenecen a una distribución normal y donde se aplicara la prueba no paramétrica.

Prueba de hipótesis

Hipótesis 2

Se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: No existen características del entorno que influyan de manera determinante en el proceso del tratamiento de las nanoburbujas de aire sobre las bacterias aéreas de una urbanización Los Olivos, Lima.

Ha: Existen características del entorno que influyan de manera determinante en el proceso del tratamiento de las nanoburbujas de aire sobre las bacterias aéreas de una urbanización Los Olivos, Lima.

Tabla 24: Estadístico de prueba de Kruskal Wallis de las características de entorno

	Temperatura	Humedad
Chi-cuadrado	3,239	9,008
gl	2	2
Sig. asintótica	,048	,011

a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: Serie

Fuente: SPSS

Según los resultados obtenidos en la prueba de Kruskal Wallis, se observa que la significancia del resultado es menor a la significancia teórica de 5% para el parámetro de humedad y el parámetro de temperatura, se rechaza la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna tanto para la humedad como la temperatura, ambas corroborando que dichos parámetros son determinantes en el entorno de la cámara por medio de las nanoburbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima.

a.3 Análisis de normalidad de datos para las hipótesis específicas

Sección donde se aplicará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk para las hipótesis específicas por el tamaño de muestra usada es menor igual a 30. Se tiene como Hipótesis específica 3

Ho: Los datos de los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 pertenecen a una distribución normal.

Ha: Los datos de tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 no pertenecen a una distribución normal.

Tabla 25: Prueba de normalidad de los tiempos planteado de 0, 20, 40 y 60 en el tratamiento.

Pruebas de normalidad							
Serie		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Reduccion	1	,334	3	.	,860	3	,266
	2	,232	3	.	,980	3	,726
	3	,297	3	.	,917	3	,443
Tiempo	1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	3	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

Según en los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se observa que la significancia estadística de los resultados es mayor a la significancia teórica de 5%, es por ellos que se rechaza hipótesis alterna y se acepta la nula, por lo cual los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal y por lo cual se aplicará la prueba paramétrica.

Prueba de hipótesis

Hipótesis 3

Se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: Los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 minutos no son óptimos en la aplicación de la nano burbujas de aire para la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Ha: Los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 minutos si son óptimos en la aplicación de la nano burbujas de aire para la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.

Tabla 26: Estadístico de prueba de Anova de los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 minutos

ANOVA					
Reduccion					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	818,000	2	409,000	47,192	,000
Dentro de grupos	52,000	6	8,667		
Total	870,000	8			

Fuente: SPSS

Según los resultados obtenidos en la prueba de ANOVA, se observa que la significancia del resultado es menor a la significancia teórica de 5%, es por ello que se rechaza la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna, corroborando que los tiempos planteados de 0, 20, 40 y 60 son los óptimos para aplicar de las nano burbujas de aire aplicadas en el tratamiento de reducción de las bacterias aéreas en una urbanización de Los Olivos, Lima. A continuación, la explicación del valor F:

La representatividad que tiene F en la tabla es sobre el valor que determina si existe la diferencia significativa en cuanto a las medias y varianzas de 2 a más grupos, comparando así las varianzas respectivas. Mostrando a continuación su método de lectura, donde el valor F es comparado entre la división de los grados de libertad (gl) y continuamente con la tabla que tiene los valores de comparación para denotar como resultado la existencia de la diferencia de varianzas, en el cuadro el valor de F es 47.192 y los grados de libertad de: 2 y 6 respectivamente los cuales son ellos se busca en la tabla de varianza el valor correspondiente que es de 5.79, para comparar el valor de 47.192 con el 5.79, Observando que si el F fuera mayor al valor de gl en tabla entonces si existiría diferencia en la varianza pero como en el ejemplo el gl con valor 5.79 es menor a la de F con 47.192, entonces se determina que si existe diferencia significa entre las medias y varianzas de grupos.

V. DISCUSIÓN

- Según los autores Song Y Fan (2020), tuvieron como resultado la reducción de salmonella en 99% tras su aplicación de plasma de peróxido de hidrogeno en forma de aerosol, debido a la acción de desinfección producto de las coacciones de los iones, generando radicales OH y electrones libres concentrado en el plasma lo cual produce el efecto de causar el daño en la capa de las bacterias (compuesto de lípido, proteínas entre otros) logrando su reducción, en el presente resultado con el tratamiento de nanoburbujas de aire logra reducir el 91% de bacterias (Estreptococos) mediante la acción de la presión ejercida en el interior de la cámara, que al ser sometida por las nanoburbujas generaran condiciones de presión y temperatura ambas determinantes en la debilidad de la capa lipídica de la bacterias Estreptococos.
- Según los autores Palanisamy et al (2019), obtuvieron como resultados la reducción de 99% de geobacillus y 95% de Anoxybacillus tras la aplicación de hidróxido de sodio y peróxido de sodio generando compuestos oxidantes que daña la membrana los componentes bacterianos como el ADN, lípidos y proteínas en un proceso de eliminación de la proteínas de recubrimiento solubles- alcalino inactivando la enzima lítica que es necesaria para la germinación de las esporas a la vez de un aumento de temperatura generando un ensanchamiento de la capa y ocasionando la ruptura de la barrera permeable de la membrana interna tras la eliminación de la proteína de la cubierta, en los presentes resultados el porcentaje de reducción fue de 91% de Estreptococos, mediante el tratamiento con nanoburbujas de aire, en el cual se aplicó el sistema de integrado al equipo generador de nanoburbujas sometiendo la cámara de investigación a altas presiones- térmico de acuerdo a temperaturas experimentadas bajo la diferencias de presiones provocadas por las características interiores de la cámara, siendo las óptimas para lograr la propuesta de reducción.
- Según los autores Sun et al (2016), obtuvieron como resultados para la reducción de 95% de las colonias bacterianas de A. baumannii por la acción de explosión respiratoria fagocítica a la aplicación de peróxido de hidrogeno

generando una acción de que por fagocitosis en la membrana complejos de oxidasa y producción de superóxido, convirtiéndose en superóxido dimutasa en H_2O_2 para ser una sustancia bactericida con el ácido hipocloroso por la mieloperoxidasa, y producirse la explosión respiratoria pero que al ser sometidos al proceso corre el riesgo de codificar el gen para catalasas de las cuales esas enzimas degradan el H_2O_2 por el contrario los presentes resultados logran reducir un 91% de las colonias bacterianas *Streptococos*, mediante el proceso de tratamiento con nanoburbujas de aire dando un nuevo enfoque en la no aplicación de químicos siendo el sistema pionero en el no uso de lo anterior mencionado, solo de la forma de nanoburbujas de aire y que sus propiedades de presión-temperatura, ejerce un efecto fisicoquímico de la interacción de la fuerza de presión sobre la membrana de la bacteria a la vez de la temperatura que ambas propiedades fundamentales para su reducción.

- Según los autores Zheng et al (2018), como resultados expusieron que la reducción de colonias de *E. coli* fue de 99%, por medio de la aplicación de proceso fotocatalizador del TiO_2 que reduce a los microorganismos con los reactivos de oxígenos formados (ROS) que se van inducir después de la excitación de los electrones desde la banda en la valencia hasta la conducción en la nanofibra de TiO_2 -Cu y realizando un efecto tras la activación de la rayos UV, tal como en los presentes resultados se obtuvo una reducción de 91% de colonias bacterianas *streptococcus* como bacteria analizada que por medio del tratamiento de nanoburbujas de aire en el tiempo óptimo de 60 minutos logra los efectos reductivos, demostrando la eficiencia de un solo método de acción y el uso como base de agua ionizada para su formación y de presión de 90 PSI para el óptimo tratamiento.
- Según los autores Jin et al (2020), como resultados obtuvieron la reducción de colonias bacterianas *E. coli* a 99% en 120 min por medios de tratamiento de la radiación UV y el peróxido de hidrogeno, mediante el proceso de desinfección al tener contacto el microorganismo absorbe, donde la capa es alterada dañando al ácido desoxirribonucleico y al ácido ribonucleico sensibilizando a la bacteria y al aplicar el los reactivos OH como los radicales productos del peróxido de hidrogeno logrando destruir por acción oxidación

capa compuesta por los lípidos ya debilitados, pero en los presentes resultados se obtuvo un 91% reducción de colonias bacterianas en un tiempo de 60 minutos por medio de un sistema de nanoburbujas de aire aplicado por el mecanismo de presión en la cámara de investigación, con temperatura promedio de 21.25°C, generando una explosión de la bacteria al contacto con las nanoburbujas de aire demostrando la eficiencia en su reducción de solo aplicar un sistema sin producto química y no generar residuos peligroso.

- Según los autores Weber et al (2016), obtuvieron como resultado la reducción de *Staphylococcus aureus*, *Enterococos* y *Acinetobacter spp* en un 95% y 99% de colonias bacterianas respectivamente, tras la aplicación de procesos de radiación ultravioleta y el desinfectante de peróxido, al momento de irradiar UV con una longitud de onda de 200-270 nm y en el espectro electromagnético de 200-320 teniendo en cuenta tiempo de exposición de 5 a 25 minutos de dosis, intensidad y distancia desde el dispositivo como principales de 3.05 y para el peróxido respectivamente fue de tiempo 1.5 a 2.5 horas en su tratamiento, mientras que en los presentes resultados se mostraron una reducción de 91% de colonias bacterianas de *Estreptococos*, a un tiempo determinado de 60 minutos donde fue mayor en la reducción, tras solo la aplicación de 3.9 ml de agua desionizada, para la generación de las nanoburbujas de aire y así lograr la mayor eficacia ante ambos métodos desarrollados por los anteriores autores.
- Según los resultados Tsuge (2014), representó como características de las nanoburbujas de aire en el cual específico el tamaño de las nano burbujas de aire fueron de 1 y 100 μm , pero en el presente resultado corroborando a lo anterior mencionado, producto del uso de modelo del generador de nanoburbujas con el cual cuenta con de 1 mm de tamaño que ante la aplicación de la equipo generador la cual ejerce una presión óptima de 90 PSI corroborando también con los autores Rómulo y Valverde (2017) que emplearon 90 PSI siendo el del presente resultado la presión obtenida del generador por medio de 3 fases va generar las nanoburbujas de aire a ese diámetro para la respectiva aplicación en el su transporte por el sistema de mangueras.

- Según los resultados de Ifani et al (2020), para la generación de nanoburbujas de aire en su proyecto fue con el uso de 6 L de agua destilada para un flujo óptimo para su tratamiento, en lo que se contrasta al presente resultado que el equipo generador de nanoburbujas necesito solo de 3.9 mL, adicional que en lo experimentado es debido al generador de una dimensión 1 mm de diámetro dividido en 6 agujeros del mismo diámetro la potencia será mayor y por ende generara mayor concentración de nanoburbujas y disminuyendo el radio por los tres niveles de transporte por el sistema de manguera.
- Según los resultados Dayarathne et al (2017), sostuvo que como resultado en funciona al parámetro de temperatura para el medio de la nanoburbujas es de 25°C de acuerdo a la presión atmosférica, este resultado se contrasta con el presente resultado debido que la temperatura de la cámara sometida fue a diferentes tiempos de 0, 20, 40 y 60 min, de los cuales se obtuvo temperaturas entre de 22.01°C, 21.57°C y 21.25°C en promedio de las 3 series respectivamente denotándose la diferencia producto a la diferencia de ambiente en el que se realizó la medida y el proceso en cual fue sometido el factor tratamiento que de las nanoburbujas de aire, realizando la variación por la presión ejercida dentro de la cámara.
- Según los resultados de Kim et al (2020), en su método usado por cavitación hidrodinámica la compresora aplicó 60 PSI, en un tiempo determinado de 10 minutos de prueba piloto para un tratamiento de flotación en estado de sedimentación, en los presentes resultados se encontró donde la óptima es de 90 PSI debido a la presión con la que entra a la cámara y que a medida que sube los minutos la presión aumenta lográndose identificar que a los 20 minutos logra el auge de la presión y formándose una relación directa que a mayor presión generado por la compresora, mayor será la presión ejercida en el interior de la cámara.
- Según los autores Atsuo y Suominen (2019), tuvieron como resultado la reducción de E. coli, mediante la aplicación de mieloperoxidasa y peróxido de hidrogeno, lo cual producto del haluro generado en función del pH

intracelular de la bacteria que va ser alterada en su sistema ocasionando un proceso de fagolisosoma ocasionando la explosión respiratoria de la bacteria generado por el antibacteriano con la adición de peróxido generando una destrucción oxidativa, el presente resultado logra reducir 91% de las colonias bacterianas de *Streptococos*, por medio del proceso de aplicación de nanoburbujas por medio de un empuje a una presión de 90 PSI como optimo y al aplicarse en la cámara aumenta la temperatura como presión generando la destrucción de las bacterias *Streptococos*.

- Según los resultados de Wang et al (2020), a las bacterias *E. coli* y *staphylococcus áereus* se les aplico el peróxido de hidrógeno demostrando su capacidad antibacteriana en el cual los radicales $-OH$ oxidante genera la debilidad de la capa lipídica y empleado en forma de spray genera su eficiente reducción, en el presente trabajo se obtuvo el modelo elaborado a partir de la fuerza de la temperatura y presión sin aplicar un agente químico; debido a que aplica el mismo mecanismo solo por el uso de agua ionizada y por medio de acción de la compresora para crear las nanoburbujas, en el transporte a la generadora por etapas y se logre estas pero en menor tamaño simulando un efecto nebulizador (nube de vapor) para la destrucción de las bacterias *Streptococo*.
- Según los resultados de Zeng et al (2020), en la inactivación de las bacterias dependió del tratamiento mixto de los rayos UV a 180 mJ/cm^2 adicional de un tratamiento de H_2O_2 de 50 mg/L de lo cual en un tiempo de 6 h logra su inactivación, en este resultado es solo el uso de nanoburbujas de aire en 60 min sin empleo de adición química, por lo cual por teoría señala que la reducción se ve influenciada directamente por el factor presión y la variación de temperatura.
- Según el autor Gamal (2020), tuvo como resultado respecto a la reducción de bacterias *E. coli* y *Bacillus sp*, con la aplicación de peróxido de magnesio acompañado de las nanovarillas, mediante el proceso de fotocatalisis, provocando que la energía provocada incidente de luz sea mayor al intervalo de la banda generando la banda de valencia y electrones y también la banda

de conducción donde ocurre la excitación de los electrones y generar los aniones superóxido y radicales OH, en el cual cumplen un papel oxidativo con respecto a la interacción con los enlaces peptídicos de la pared celular de la bacteria ocasionando la debilidad de la capa y su destrucción, en el presente resultado se logró reducir la bacterias Estreptococos en un porcentaje de 91% debido a la acción de la presión ejercida en el interior de la cámara que al ser sometida por las nanoburbujas de aire que mediante el sistema conductor-nebulizador que generará condiciones de presión y temperatura ambas determinantes en la debilidad de la capa lipídica de la bacterias logrando así su reducción de la misma manera.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que el porcentaje de reducción de la bacteria streptococcus fueron de 91% siendo representativo en la reducción debido a que dependen de las características físicas de las nanoburbujas como de las características del interior de la cámara, de la variación de la temperatura y la presión ejercida por la compresora desplazándose hacia la cámara y generar el efecto de reducción de las bacterias aéreas producto de las nanoburbujas de aire.
- Las características físicas de las nanoburbujas son el diámetro de las nanoburbujas según los tiempos de 20, 40 y 60 con diámetros de 2800 nm, 3200 nm, 3600 nm según los tiempos respectivos, la presión interna en los respectivo de 20, 40 y 60 fue 1.99 atm, 1.86 atm y 1.76 atm y una velocidad de ascenso en los tiempos respectivo de 20, 40 y 60 fue 4.23×10^{-6} m/s, 5.54×10^{-6} m/s, 7.1×10^{-6} m/s.
- Las características del entorno son respecto a la tempera según los tiempos de acuerdo a las tres series correspondiendo a la serie 1 la temperatura promedio fue 22.01 ° C, para la 2 serie la temperatura fue 21.57° C, para la 3 serie la temperatura fue de 21.25°C y en el caso de la humedad relativa, siguiendo el mismo proceso, para la serie 1 el promedio de humedad relativa fue de 67%, para la 2 serie el promedio fue de 93.25%, para la 3 serie el promedio de humedad fue de 68.25%.
- Los tiempos en propuestas fueron de 0, 20, 40 y 60 minutos para la aplicación de las nanoburbujas de aire como tratamiento, demostrando que el tiempo óptimo para reducción de las bacterias fue de 60 minutos ya que tanto en las tres series es el tiempo donde demostró mayor reducción y en la 3 serie donde mayor alcanzo con el 91% de la reducción de la bacteria Estreptococo.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el empleo de diferentes presiones de acorde a las series planteadas en el tratamiento con las nanoburbujas, ya que tanto el factor del interior de la cámara (dimensiones) como de la cantidad de fuerza de presión ejecutada de las nanoburbujas de aire en la cámara generará mayores resultados óptimos con respecto a la cantidad de porcentaje de reducción de las bacterias aéreas.
- Se recomienda tener en cuenta las mediciones precisas de las nanoburbujas de aire (velocidad de ascenso), tomando en cuenta la presión interna de la nanoburbuja de aire, como características claves para el efecto reductivo y la estabilidad para el mismo y al presentar estas variaciones como en la cantidad, en los diámetros de las nanoburbujas de aire por segundos producidos durante el tratamiento.
- Se recomienda profundizar las mediciones de los parámetros como: las temperaturas y humedad relativa, según la cantidad de series en los determinados tiempos propuestos ya que tanto la variación del tiempo como de la presión son factores claves en las respectivas mediciones.
- Se recomienda hacer las cantidades de series de acorde tanto a los antecedentes como las probabilidades más cercanas para tener menor margen de error y ser más precisos en los tiempos a proponer como tratamiento.
- Se impulsa al uso de la información del material de tesis para futuros bases de investigación y mejorar la condición que muestra la prueba a escala piloto y con las características a mayor escala.

REFERENCIA

- ❖ ABATE, Benaziry y VALVERDE, Jhonny. Reduction of Thermotolerant Coliforms Present in the Sea Water by Means of Micro-Nanobubbles of Air-Ozone of the Beach Los Pavos, Lima, Peru. Revista CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS [en línea]. Octubre, 2017, n.1.[fecha de consulta: 27 de abril del 2020].

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/320190690_Reduction_of_Thermotolerant_Coliforms_Present_in_the_Sea_Water_by_Means_of_Micro-nanobubbles_of_Air-ozone_of_the_Beach_Los_Pavos_Lima_Peru

ISSN: 2283 – 9216

- ❖ AKHAVAN, Neda y IZADI, Hossein. Preparation and characterization of chitosan/ gelatin/ nanocrystalline cellulose/ calcium peroxide films for potential wound dressing applications. ELSEVIER [en línea]. Julio 2019, n. 133. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813019302430?via%3Dihub>

ISSN: 0141-8130

- ❖ ATOSUO, Janne, SUOMINEN, Eetu. A real-time-based *in vitro* assessment of the oxidative antimicrobial mechanisms of the myeloperoxidase-hydrogen peroxide-halide system. ELSEVIER [en línea]. Diciembre 2019, n. 116. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589019302111?via%3Dihub>

ISSN: 0161-5890

- ❖ AYALA [et al]. Efecto antimicótico del timol sobre cepas de Candida albicans: estudio in vitro. Revista KIRU [en línea]. 2019, Vol. 16, n°. 4. [fecha de consulta: 6 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1654/1672>

ISSN: 2410-2717

- ❖ AZEVEDO [et al]. Aqueous dispersions of nanobubbles: Generation, properties and features. ELSEVIER [en línea]. Agosto 2016, n. 94. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2020].

Disponible

en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687516301212>

ISSN: 0892-6875

- ❖ CALGAROTO [et al]. On the nanobubbles interfacial properties and future applications in flotation. *ELSEVIER* [en línea]. Junio 2014, n. 60. [Fecha de consulta: 6 de mayo del 2020].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687514000399?via%3Dihub>

ISSN: 0892-6875

- ❖ Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 05 de Marzo de 2019. Disponible en: https://www.cdc.gov/spanish/mediosdecomunicacion/comunicados/p_vs_est_afilecoco_030519.html

- ❖ CRONE [et al]. La ocurrencia ambiental de *Pseudomonas aeruginosa*. *JOURNAL OF PATHOLOGY MICROBIOLOGY AND IMMUNOLOGY* [en línea]. Noviembre, 2019. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/apm.13010>

ISSN: 1600-0463

- ❖ CHUN ´ AI [et al]. Effectiveness of hospital disinfection and experience gained over 11 years of surveillance. *The JOURNAL of BIOMEDICAL RESEARCH* [en línea]. Noviembre 2019, n. 33. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2020].

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6891869/>

ISSN: 1674-8301

- ❖ CRUZ, Rudy y VALVERDE, Jhonny. Reduction of Coliforms presents in domestic residual waters by Air-Ozone Micro-Nanobubbles In Carhuaz city, Peru. *Revista CINCADER, Journal of Nanotechnology* [en línea]. Octubre, 2017, n°1. [fecha de consulta: 30 de abril del 2020].

Disponible

en: <http://journals.cincader.org/index.php/nanoj/article/view/21/17>

ISSN: 2522 – 6908

- ❖ DAYARATHNE [et al]. Enhancement of cleaning-in-place (CIP) of a reverse osmosis desalination process with air micro-nano bubbles. *ELSEVIER* [en línea]. Noviembre 2017, n. 422. [Fecha de consulta: 6 de mayo del 2020].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916417308147?via%3Dihub>

ISSN: 0011-9164

- ❖ DUARTE [et al]. Factores asociados a colonización por enterococo sp resistente a vancomicina en una unidad de cuidados intensivos pediátricos del Paraguay: estudio transversal sobre historias clínicas. Revista Medwave [en línea]. 2019, Vol. 19, n°. 8. [fecha de consulta: 4 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Estudios/Investigacion/7694.act?ver=sindiseno>

ISSN: 0717-6384

- ❖ ESCHLEBCK, Elisabeth, SEEBURGER, Christina y KULOZIK Ulrich. Spore inactivation on solid surfaces by vaporized hydrogen peroxide—Influence of carrier material surface properties. Revista Journal of FOOD SCIENCE [en línea]. Abril, 2020, n.º5.[fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.15086>

ISSN: 1750- 3841

- ❖ ESTRADA [et al]. Colonización por enterococo resistente a vancomicina en pacientes internados en un hospital de Lima. SCIELO [en línea]. 2017, Vol. 34, n°. 4. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.scielo.org/article/rpmesp/2017.v34n4/666-671/es/#>

ISSN: 1726-4642

- ❖ GAMAL, El-shamy. Synthesis of the new magnesium peroxide (MgO₂) nano-rods for pollutant dye removal and antibacterial applications. ELSEVIER [en línea]. Marzo 2020, n. 243. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254058420300225?via%3Dihub>

ISSN: 0254-0584

- ❖ GONZÁLEZ, Alejandro. Cuando el remedio causa la enfermedad. REVISTA Divulgación Científica [en línea]. Septiembre, 2018, n°. 2. [fecha de consulta: 4 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://revistas.urosario.edu.co/index.php/RDC/article/view/7102>

ISSN: 2619 - 3493

- ❖ GHADIMKHANI [et al]. Ceramic membrane defouling (cleaning) by air Nano Bubbles. *ELSEVIER* [en línea]. Mazo 2016, n. 146. [Fecha de consulta: 6 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351530477X?via%3Dihub>

ISSN: 0045-6535

- ❖ HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5.a ed. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2014.656 pp.

Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ISBN: 978-607-15-0291-9

- ❖ HONG [et al]. Sequential treatment of hydrogen peroxide, vacuum packaging, and dry heat for inactivating Salmonella Typhimurium on alfalfa seeds without detrimental effect on seeds viability. *ELSEVIER* [en línea]. Febrero 2019, n. 77. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002017309383>

ISSN: 0740-0020

- ❖ HUMAYUN, [et al]. Efficacy of hydrogen peroxide fumigation in improving of hospital rooms and reducing the number of microorganisms. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad-Pakistan* [en línea]. 2019, Vol. 31, n°. 4. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en:
<http://jamc.ayubmed.edu.pk/index.php/jamc/article/view/6113/2818>

ISSN: 1819-2718

- ❖ IFANI [et al]. Enhancement of Penaeus vannamei shrimp growth using nanobubble in indoor raceway pond. *ELSEVIER* [en línea]. Abril 2020, n. 6. [Fecha de consulta: 30 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468550X20300356>

ISSN: 2468-550x

- ❖ INSTITUTO Nacional de Oftalmología (Perú). RS 1471. Documento técnico: Plan de vigilancia, Prevención y control de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud (IAAS). Lima: INO, 2019. 18 pp.

Disponible en:
<http://www.ino.gob.pe/transparencia/resoluciones/2019/RD%20N%20024-2019-INO-D.pdf>

- ❖ INEN (Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas “Eduardo Cáceres Graziani” (Perú). Informe del sistema de vigilancia epidemiológica de las infecciones intrahospitalarias I trimestre del 2016 [en línea]. Lima: INEN, 2016 [fecha de consulta: 23 de abril del 2020].
- ❖ INO (Instituto Nacional de Oftalmología) (Perú). RS 1471. Documento técnico: Plan de vigilancia, Prevención y control de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud (IAAS). Lima: INO, 2019. 18 pp.

Disponible en:
<http://www.ino.gob.pe/transparencia/resoluciones/2019/RD%20N%20024-2019-INO-D.pdf>

- ❖ IZZEDDIN [et al]. Evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud pública. Revista SALUS [en línea]. Diciembre, 2017, vol. 21, n°. 3. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3759/375955679005.pdf>
ISSN: 1316-7138

- ❖ JIMÉNEZ [et al]. Molecular epidemiology and antimicrobial resistance of *Clostridium difficile* in a national geriatric hospital in Costa Rica. Revista ELSEVIER [en línea]. Agosto, 2018, vol. 99. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195670118301786?via%3Dihub#!>

ISSN: 0195-6701

- ❖ JIN [et al]. Combination of sunlight with hydrogen peroxide generated at a modified reticulated vitreous carbon for drinking water disinfection. ELSEVIER [en línea]. Abril 2020, n. 252. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619346645>

ISSN: 0959-6526

- ❖ JINDO, keiji y MORIKAWA, Marino. Innovative Feasibility Study for the Reclamation of the Cascajo Wetlands in Peru Utilizing Sustainable Technologies. Revista WATER [en línea]. Enero 2020, n.º4.[fecha de consulta: 03 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/1097/htm#cite>

ISSN: 2073-4441

- ❖ KIM [et al]. Effect of nanobubbles for improvement of wather quiality in freshwater: Flotation model simulation. ELSEVIER [en línea]. Febrero 2020, n. 241. [Fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586619346623?via%3Dihub>

ISSN: 1383-5866

- ❖ LARA, Gustavo; NAVARRO María y ALTAMIRANDA, Jean. Estudio de fotoreactivación en cultivos microbiologicos obtenidos de la superficie de fresas sometidas a diferentes dosis de luz ultra violets de onda corta. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales [en línea]., 2018, vol. 5. [fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].

Disponible en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/1148>

ISSN: 1600-0463

- ❖ LAWRENCE, Muscarella. Use of ethylene oxide gas sterilization to eliminate multidrug-resistant bacterial outbreaks linked to duodenoscopes. BMJ Open Gastroenterol [en línea]. Agosto 2019, n. 1. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6688681/>

ISSN: 0740-0020

- ❖ LEYVA, Milagros y VALVERDE, Johnny.Reduction of COD and TSS of waste effluents from a sugar industry through the use of air micro-nanobubbles. Revista CINCADER, Journal of Nanotechnology [en línea]. Julio, 2018, n.º 1. [fecha de consulta: 30 de abril del 2020].

Disponible en:
[https://www.researchgate.net/publication/328558552_Reduction_of_COD_and_TSS_of_waste_effluents_from_a_sugar_industry_through_the_use_of_a_ir_micro-nanobubbles](https://www.researchgate.net/publication/328558552_Reduction_of_COD_and_TSS_of_waste_effluents_from_a_sugar_industry_through_the_use_of_air_micro-nanobubbles)

ISSN: 2522 - 6908

- ❖ LIMING Hu y ZHIRAN Xia. Aplicación de nanoburbuja de ozono para la remediación de aguas subterráneas. Revista ELSEVIER [en línea]. Enero, 2018 [fecha de consulta: 22 de abril del 2020].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389417306222>

- ❖ MACASSI Allasi, Giuliana. Comportamiento del Sistema de nanoburbujas en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción. Tesis (Ingeniero Químico Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. 91 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3777/Macassi%20Allasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ❖ Manual MSD versión para público general [en línea]. Buss Larry. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/infecciones-por-staphylococcus-aureus>

- ❖ MARTÍN, Rebekah y BACHMAN, Michael. Colonization, Infection, and the Accessory Genome of *Klebsiella pneumoniae*. Revista *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* [en línea]. Enero, 2018, vol. 8. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2018.00004/full>

ISSN: 2235-2988

- ❖ MCEVOY y ROWAN. Terminal sterilization of medical devices using vaporized hydrogen peroxide: a review of current methods and emerging opportunities. *Journal of Applied Microbiology* [en línea]. Agosto, 2019, n.º5. [fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jam.14412>

ISSN: 1365-2672

- ❖ MENDEZ, Rossana y VALVERDE, Jhonny. Reduction of Chemical Demand of Oxygen and Organic Material from water contaminated with Amoxicillin through application of Air Micro-Nanobubbles. Revista CINCADER, *Journal of Nanotechnology* [en línea]. Febrero, 2017, n.º2. [fecha de consulta: 30 de abril del 2020].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328558061_Reduction_of_Chemical_Demand_of_Oxygen_and_Organic_Material_from_water_contaminated_with_Amoxicillin_through_application_of_Air_Micro-Nanobubbles

ISSN: 2522- 6968

- ❖ MINISTERIO de Salud (Centro nacional de Epidemiología, Prevención y Control de enfermedades). Situación de las infecciones asociadas a la

atención en Salud, Perú-2016 [en línea]. Lima: MINSA, 2016 [Fecha de consulta: 23 de abril del 2020].

Disponible en:
<http://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/SE102017/02.pdf>

- ❖ MODARALI, Fata, GHODS, Shirin y REHM, Bernd. Pseudomonas aeruginosa Lifestyle: A Paradigm for Adaptation, Survival, and Persistence. Revista Frontiers in Cellular and Infection Microbiology [en línea]. Febrero, 2017, vol. 7.[fecha de consulta: 27 de abril del 2020].

Disponible en:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2017.00039/full>
ISSN: 2235-2988

- ❖ OLAGUER et al. Attribution of ethylene oxide exposure and quantification of emissions based on ambient air measurements near a sterilization facility.. Revista International Journal of Environmental Research and Public Health [en línea]. Diciembre, 2019, n.º1. [fecha de consulta: 4 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/1/42>

ISSN 1660-4601

- ❖ OMS (Organización Mundial de la Salud). Lawe and Bennett. 27 de Febrero de 2017. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>

- ❖ PALANISAMY [et al]. Low frequency ultrasound inactivation of thermophilic bacilli (Geobacillus spp. And Anoxybacillus flavithermus) in the presence of sodium hydroxide and hydrogen peroxide. ELSEVIER [en línea]. Marzo 2019, n. 51. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135041771830350X?via%3Dihub>

ISSN: 1350-4177

- ❖ Pathogenesis of Candida albicans biofilm, por Tsui Christina [et al]. Revista Pathogens and Disease [en línea]. Junio, 2016, vol. 74. [fecha de consulta: 6 de mayo del 2020].

Disponible en:
<https://academic.oup.com/femspd/article/74/4/ftw018/2389141>

ISSN: 2049-632X

- ❖ PARRA [et al]. Salmonella invasiva en un hospital de Lima, Perú. Scielo, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [en línea]. Julio-Septiembre 2019, n. 36 [Fecha de consulta: 20 de julio de 2020].

Disponible en: <https://scielosp.org/article/rpmesp/2019.v36n3/464-468/es/>

ISSN: 1726-4642

- ❖ PÉREZ et al. Infecciones Intrahospitalarias: Agentes, Manejo Actual y Prevención. Revista Scielo [en línea]. Diciembre, 2010, n.º2. [fecha de consulta: 4 de mayo del 2020].

Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332010000200009

ISSN: 2077- 3323

- ❖ PORTILLO M. y POZO J. Infecciones por estafilococo. REVISTA Elsevier [en línea].Febrero, 2018, vol. 12. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304541218300210>

ISSN: 2890 - 2894

- ❖ RAJORIYA [et al]. Hydrodynamic Cavitation: An advanced oxidation process for the degradation of bio-refractory pollutants. Chemical Engineering. [en línea]. Enero 2016, n. 32. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299444672_Hydrodynamic_cavitation_on_An_advanced_oxidation_process_for_the_degradation_of_bio-refractory_pollutants

ISSN: 0167-8299

- ❖ Revilla Tafur Luis Vicente. Boletín Epidemiológico del Perú [en línea]. Lima: Área Vigilancia Enfermedades no Transmisibles Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. [Fecha de consulta: 24 de Julio de 2020].

Disponible en: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/15.pdf>

- ❖ ROMULO, Reyes y VALVERDE, Jhonny.Efficiency Of Micro-Nanobubbles for Wastewater Treatment in Puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco. Revista CINADER, Journal of Nanotechnology [en línea]. Octubre, 2017, n.º1.[fecha de consulta: 21 de abril del 2020].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320190938_Efficiency_Of_Micro-

[Nanobubbles for Wastewater Treatment in Puerto Bermudez Oxapampa Pasco](#)

ISSN: 2522 – 6908

- ❖ RUSSO, Thomas y MARR, Candace. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*. *Revista Clinical Microbiology Reviews* [en línea]. Julio, 2019, vol. 32. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://cmr.asm.org/content/32/3/e00001-19/figures-only>

ISSN: 0893 – 8512

- ❖ SCHARF [et al]. Efficacy of vaporized hydrogen peroxide for repeated sterilization of a single-use single-incision laparoscopic surgery port. *Revista Frontiers in Microbiology* [en línea]. Mayo, 2018, vol. 48. [fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/vsu.12905>

ISSN: 1532-950X

- ❖ SONG, Yuanyuan, FAN, Xuetong. Cold plasma enhances the efficacy of aerosolized hydrogen peroxide in reducing populations of salmonella typhimurium and *Listeria innocua* on grape tomatoes, apples, cantaloupe and romaine lettuce. *ELSEVIER* [en línea]. Mayo 2020, n. 87. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002019310019?via%3DIihub>

ISSN: 0740-0020

- ❖ SUN [et al]. KatG and KatE confer *Acinetobacter* resistance to hydrogen peroxide but sensitize bacteria to killing by phagocytic respiratory burst. *ELSEVIER* [en línea]. Marzo 2016, n. 148. [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024320516300650>

ISSN: 0024- 3205

- ❖ *Streptococcus spp.* [en línea]. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [Fecha de consulta: 14 de agosto de 2020].

Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/353165/Srteptococcus+pyogenes+-+A%C3%B1o+2019.pdf/e832538b-b017-4aec-825c-c53106d2de9b>

- ❖ TAHIR [et al]. Visible light photo catalytic inactivation of bacteria and photo degradation of methylene blue with Ag/TiO₂ nanocomposite prepared by a novel method. ELSEVIER [en línea]. Septiembre 2016, n. 162. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2020].
 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1011134416301403>
 ISSN: 1011-1344

- ❖ TSUGE, Hideki. Micro- and Nanobubbles FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS. Irvine: University of California, 2014. 361 pp.
 Disponible en: <https://www.inspiredwaters.com/wp-content/uploads/2019/01/Micro-and-Nanobubbles-eBook.pdf>
 ISBN: 978-981-4463-10-2

- ❖ VARONA [et al]. Vancomycin heteroresistant Community associated methicillin-resistant Staphylococcus aureus st72-SCCmecIVa strain colonizing the nostrils of a five-year-old spanish girl. [en línea]. Marzo 2016, n. 35 [Fecha de consulta: 19 de julio de 2020].
 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0213005X16302452?via%3Dihub>
 ISSN: 0213-005X

- ❖ WHALEY [et al]. Azole Antifungal Resistance in Candida albicans and Emerging Non-albicans Candida Species. FRONTIERS IN MICROBIOLOGY [en línea]. 2017, vol. 7. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].
 Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.02173/full>
 ISSN: 1664-302X

- ❖ WANG [et al]. Electrocatalytic oxygen reduction to hydrogen peroxide by oxidized graphene aerogel supported MnCO₃ cubic for antibacteria in neutral media. ELSEVIER [en línea]. Abril 2020, n. 340. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].
 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013468620302723?via%3Dihub>
 ISSN: 0013-4686

- ❖ WEBER [et al]. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials. American Journal of Infection Control [en línea]. Mayo 2016, n. 44. [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2020].
 Disponible en: [https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553\(15\)01180-3/fulltext](https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553(15)01180-3/fulltext)

ISSN: 0196-6553

- ❖ WU [et al]. Effect of external electric field on nanobubbles at the Surface of hydrophobic particles during air flotation. *ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY* [en línea]. Enero 2019, n. 9. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2020].

Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2019/ra/c8ra08935c>

ISSN: 1792- 1798

- ❖ YUAN [et al]. Nano-metal oxides naturally attenuate antibiotic resistance in wastewater: killing antibiotic resistant bacteria by dissolution and decreasing antibiotic tolerance by attachment. *ELSEVIER* [en línea]. Abril 2020, n. 18. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452074820300197?via%3Dihub>

ISSN: 2452-0748

- ❖ ZENG [et al]. Inactivation of chlorine-resistant bacterial spores in drinking water using UV irradiation, UV/Hydrogen peroxide and UV/Peroxymonosulfate: Efficiency and mechanism. *ELSEVIER* [en línea]. Enero 2020, n. 243. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261933536X?via%3Dihub>

ISSN: 0959-6526

- ❖ ZHENG [et al]. Photocatalytic disinfection performance in virus and virus/bacteria system by Cu-TiO₂ nanofibers under visible light. *ELSEVIER* [en línea]. Junio 2018, n. 237. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749117346572>

ISSN: 0269-7491

- ❖ ZHENG PANG [et al]. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. *ELSEVIER* [en línea]. Febrero, 2019, vol. 37. [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975018301976>

ISSN: 0734-9750

- ❖ ZHOU [et al]. Investigation of bubble–particle attachment interaction during flotation. *ELSEVIER* [en línea]. Marzo 2019, n. 133. [Fecha de consulta: 3 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687518305806>

ISSN: 0892-6875

ANEXOS

- ✓ Matriz de Operacionalización
- ✓ Matriz de consistencia
- ✓ Instrumentos de recolección
- ✓ Validación de instrumentos
- ✓ Resultados de Análisis Microbiológico

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades Escala
<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Aplicación de las nanoburbujas de aire.</p>	<p>La aplicación de nano burbujas de aire está vinculada a la estabilidad de las cuales depende de sus características físicas de las burbujas, tienen función a la dimensión manométrica ($10^{-6} - 10^{-9}$) en la que se generan en medio acuoso (TSUGE, 2015).</p>	<p>Es la disposición y capacidad de las nanoburbujas para remover elementos bióticos como las bacterias con la presión interna con el fin de demostrar la eficiencia de su reducción de acuerdo a los tiempos en que se aplicara las nanoburbujas.</p>	<p>Características físicas de las nano burbujas</p>	Presión interna	atm
				Velocidad de Ascenso	m/s
				Diámetro de la nanoburbujas de aire	nm
			<p>Tiempo de aplicación de nanoburbujas de aire</p>	Tiempo 0	min
				Tiempo 20	
Tiempo 40					
Tiempo 60					
<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de los olivos, Lima.</p>	<p>Las bacterias aéreas son el soporte de las infecciones intrahospitalarias por su capacidad de resistencia a los fármacos y desarrollo en pacientes vulnerables según el agente etiológico de la bacteria (PÉREZ et al., 2010).</p>	<p>La reducción de bacterias aéreas será analizada en laboratorios microbiológicos para determinar sus características específicas y el análisis de las características de su entorno en el cual se desarrolla.</p>	Características del exterior de la urbanización de los olivos, Lima	temperatura	° C
			<p>Reducción de las bacterias aéreas</p>	Humedad relativa	%
				$R\% = \frac{CI - CF}{CI} \times 100$	UFC/m ³
				Especie de bacteria (. Estreptococo)	-

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis de investigación	Variable de estudio	Método
<p>¿Cuál es la eficiencia en la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nanoburbujas de aire?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las características de las bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima después de la aplicación de las nanoburbujas de aire?</p> <p>¿Cuáles son las características del entorno en el interior presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima antes de la aplicación de las nanoburbujas de aire?</p> <p>¿Cuál es el tiempo óptimo para la reducción de bacterias aéreas presentes presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nanoburbujas de aire?</p>	<p>Determinar la eficiencia en la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de las nanoburbujas de aire.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las características de las bacterias aéreas presentes en el interior presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima de la aplicación de las nanoburbujas de aire.</p> <p>Determinar las características del entorno presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima después de la aplicación de las nano burbujas de aire</p> <p>Determinar el tiempo óptimo de reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima mediante la aplicación de nano burbujas de aire 0, 30, 60 y 90 minutos.</p>	<p>La aplicación de las nanoburbujas de aire logrará ser eficiente para la reducción de las bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.</p> <p>Hipótesis Específica</p> <p>La cantidad inicial de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima se logra identificar como muestra de pre prueba antes de la aplicación de las nano burbujas de aire</p> <p>La cantidad final de bacterias aéreas presente presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima después de la aplicación de la nano burbuja de aire</p> <p>El tiempo óptimo de aplicación de la nano burbujas de aire es de 30, 60 y 90 minutos para la reducción de bacterias aéreas presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Reducción de bacterias presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima.</p> <p>Variable Independiente</p> <p>Aplicación de nano burbujas de aire.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población: El espacio aéreo presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima</p> <p>Muestra: Cantidad de bacterias aéreas dentro del área presentes en una urbanización de Los Olivos, Lima</p> <p>Técnicas e instrumentos:</p> <p>Observación y medición directa (instrumentos y equipos).</p>

Anexo 3. Instrumentos de recolección

FORMATO N° 1
FORMATO DE CADENA DE CUSTODIA INICIAL

Fecha:	Distrito/provincia:
Responsable:	Hora Inicial
Lugar:	Hora Final:

Código de campo	Coordenadas UTM	Hora	Parámetros Físicoquímico dentro de la Cámara		Observaciones
			Temperatura C°	Humedad Relativa %	

Fuente: Elaboración Propia

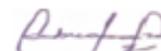


Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

Atentamente,



José Julio Ochoa Galvez
DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784

FORMATO N°2

FORMATO DE BACTERIAS EN EL PRE Y POST- TRATAMIENTO

Fecha:
Hora:

Anexo: Ficha de concentración de Bacterias en Pre- Post Tratamiento

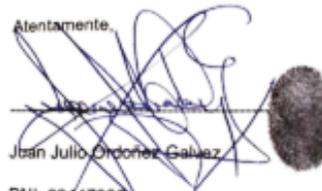
Bacterias Encontradas	Parámetros		Pre- tratamiento Concentración Inicial UFC/ml	Post- Tratamiento Concentración Final UFC/ml	Porcentaje de Remoción
	Temperatura	pH			

Fuente: Elaboración propia 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784

FORMATO N° 3
FORMATO DE DETERMINACION DE LAS NANOBURBUJAS DE AIRE

Cantidad de Muestras	Características físicas de las Nanoburbujas de aire				
	Diámetro de la Nanoburbuja (um)	Velocidad de Ascenso (m/seg)	Tiempo de Contacto (min)	Tipo de gas Aire	Presión interna de la Nanoburbuja (atm)
M0					
M1					
M2					
M3					

Fuente: Elaboración Propia 2020



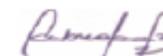
Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

DNI. 17402784

Anexo 4. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Jhonny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Cadena de Custodia Inicial
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57136412805
 CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 18120253



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Jhonny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Bacterias en el Pre y Post-Tratamiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez, Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 18120253



V. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Jhonny Wilfredo
 1.6. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.7. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Determinación de las nanoburbujas de aire
 1.8. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CID: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 18120253



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Cadena de Custodia Inicial
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de mayo del 2020


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 08447308



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Bacterias en el Pre y Post-Tratamiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez, Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90%

Lima, 25 de mayo del 2020


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 08447308



V. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.6. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.7. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Determinación de las nanoburbujas de aire
 1.8. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90%

Lima, 25 de mayo del 2020


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 08447308



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Cadena de Custodia Inicial
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 17402784



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Bacterias en el Pre y Post-Tratamiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez, Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 17402784



V. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco
 1.6. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/ UCV Lima Norte
 1.7. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Determinación de las nanoburbujas de aire
 1.8. Autor(A) de Instrumento: Gutierrez Guillen, Lizeth Milagros
 Huallanca Gutierrez, Nicole Jazmin

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 25 de mayo del 2020

Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N: 17402784

Anexo 5. Resultados de Análisis Microbiológico

LOS JAZMINES DEL NARANJAL - LOS OLIVOS MZ N LOTE 24					
ENSAYO N° 01 - 2020					
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AIRE					
Dirección:		Lima Metropolitana			
Tipo de ensayo:		Análisis Microbiológico			
Matriz:		Cabina Cerrada (ambiente)			
Descripción de la muestra:		Muestra inicial y final			
Muestra tomado por:		Gutiérrez Guillen Lizeth Milagros Huallanca Gutiérrez Nicole Jazmín			
Fecha de ingreso de la muestra:		29/06/2020			
<i>ESTREPTOCOCOS UFC / 100ml</i>					
ESTACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO			
Muestra inicial	UFC / ml	S1	S2	S3	
		7.64x10 ²	6.3x10 ²	6.85 x10 ²	
Observación:					
<i>ESTREPTOCOCOS UFC / 100ml</i>					
SERIE	UNIDAD DE MEDIDA	TRATAMIENTO: NANO BURBUJAS DE AIRE			
1	UFC / ml	RESULTADO			
		T0'	T20'	T40'	T60'
		30 Colonias	<30 Colonias	<30 Colonias	<30 Colonias
<i>ESTREPTOCOCOS UFC / 100ml</i>					
SERIE	UNIDAD DE MEDIDA	TRATAMIENTO: NANO BURBUJAS DE AIRE			
2	UFC / ml	RESULTADO			
		T0'	T20'	T40'	T60'
		33 Colonias	<30 Colonias	<30 Colonias	<30Colonias

ESTREPTOCOCOS UFC/ 100 ml					
SERIE	UNIDAD DE MEDIDA	TRATAMIENTO: NANO BURBUJAS DE AIRE			
3	UFC / ml	RESULTADO			
		T0'	T20'	T40'	T60'
		32 Colonias	<30 Colonias	<30 Colonias	<30 Colonias



Q.F.B. Rosalbina De La Cruz Dávila
CQFP. 05160