



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA
APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU
CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA
FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**

María Fernanda Mendizábal Pereira

Asesorado por el Ing. Carlos Salvador Wong Davi

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA
APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU
CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA
FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA FERNANDA MENDIZÁBAL PEREIRA
ASESORADO POR EL ING. CARLOS SALVADOR WONG DAVI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ariel Villela Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jorge Rodolfo García Carrera
EXAMINADORA	Inga. Ana Rufina Herrera Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA
APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU
CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA
FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 3 de noviembre de 2020.

María Fernanda Mendizábal Pereira

Guatemala 08 de febrero del 2022

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Williams:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado: "FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA", elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Química, María Fernanda Mendizábal Pereira, quien se identifica con el registro académico 201404094 y con el CUI 2858718540101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Carlos Salvador Wong Davi
ASESOR
Ingeniero Químico
Colegiado activo no. 561

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
COLEGIADO. No. 561



Guatemala, 22 de marzo de 2022.
Ref. EIQ.TG-IF.006.2022.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **047-2020**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **María Fernanda Mendizábal Pereira**.
Identificado con número de carné: **2858718540101**.
Identificado con registro académico: **201404094**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química**.
En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación**.

Seguendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Carlos Salvador Wong Daví, profesional de la Ingeniería Química

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Manuel Emilio Figueroa Solares
Ingeniero Químico
Colegiado 426

Manuel Emilio Figueroa Solares
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE GRADUACIÓN
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación

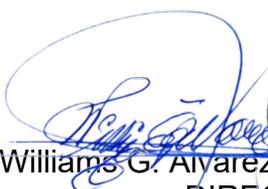
C.c.: archivo



LNG.DIRECTOR.106.EIQ.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**, presentado por: **María Fernanda Mendizábal Pereira**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Williams G. Alvarez Urejí M.U.I.E.
DIRECTOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, junio de 2022.

LNG.DECANATO.OI.389.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DESINFECTANTE PARA APLICACIÓN EN TELÉFONOS MÓVILES EVALUANDO SU EFECTIVIDAD MIDIENDO SU CARGA BACTERIANA PREVIA Y POSTERIOR DE SU APLICACIÓN, EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DE GUATEMALA**, presentado por: **María Fernanda Mendizábal Pereira**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por ser mi fortaleza en la carrera.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por abrirme sus puertas y compartir sus enseñanzas en el transcurso de la carrera de Ingeniería química.

Facultad de Ingeniería

Por darme una buena formación académica, dándome las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
HIPÓTESIS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Lenguaje técnico	3
2.1.1. Agar	3
2.1.2. Cultivo.....	3
2.1.3. Medio de cultivo.....	4
2.1.3.1. Agar caso.....	4
2.1.3.2. Agar Sabouraud.....	5
2.1.3.3. Agar MacConkey	5
2.1.3.4. Agar manitol salado	5
2.1.4. Cepa bacteriana	6
2.1.5. Antisepsia	7
2.1.6. Antiséptico	7
2.1.7. Bacteria coco	7
2.1.8. Colonia	8
2.1.9. Contaminación Bacteriana.....	8

2.1.10.	Fómites.....	8
2.1.11.	Incubación	8
2.1.12.	Autoclave.....	8
2.1.13.	Unidad formadora de colonia (UFC).....	10
2.2.	Técnica de recuento hisopado	10
2.3.	Uso del teléfono móvil	11
2.3.1.	Ventajas	11
2.3.2.	Desventajas.....	12
2.3.3.	Problemas de salud por pantallas contaminadas	12
2.3.4.	Contaminación bacteriana en pantalla de teléfonos celulares	13
2.3.5.	Posibles bacterias en pantallas	14
2.3.6.	Bacteriostáticos, desinfectantes y sanitizantes	20
2.3.7.	Sustancias desinfectantes.....	21
2.3.8.	Sustancias sanitizantes	23
2.3.8.1.	Halogenuros.....	23
2.3.8.2.	Fenoles.....	24
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
3.1.	Variables	27
3.1.1.	Variables cualitativas.....	27
3.1.2.	Variables cuantitativas	28
3.2.	Delimitación de campo de estudio	29
3.2.1.	Área de conocimiento.....	29
3.2.2.	Proceso	29
3.2.3.	Ubicación.....	30
3.2.4.	Clima	30
3.3.	Recursos humanos disponibles	30
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	30

3.4.1.	Equipos auxiliares.....	30
3.4.2.	Insumos de laboratorio y cristalería	31
3.4.3.	Reactivos para la elaboración del desinfectante.....	31
3.4.4.	Medios de cultivo	32
3.5.	Técnica cuantitativa	32
3.5.1.	Muestreo por medio del método de hisopado.....	32
3.5.1.1.	Toma de muestra.....	33
3.5.1.2.	Procedimientos de laboratorio – Cultivo e incubación.....	35
3.5.1.3.	Procedimientos de laboratorio – Lectura e interpretación	36
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	37
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	42
3.8.	Análisis estadístico	47
3.8.1.	Número de muestras	48
3.8.2.	Media aritmética	49
3.8.3.	Desviación estándar	49
3.8.4.	Coefficiente de variación	49
3.8.5.	Prueba t-student para muestras relacionadas	49
3.8.5.1.	Prueba t-student para el conteo microbiano	50
4.	RESULTADOS	53
4.1.	Fórmulas propuestas para la elaboración de la solución desinfectante de pantallas	53
4.2.	Fórmula final para el desarrollo del producto desinfectante	55
4.3.	Carga bacteriana: conteo microbiano previo y posterior a la desinfección de las pantallas de teléfonos	56

4.4.	Carga bacteriana: hongos y levaduras previo y posterior a la desinfección de las pantallas de teléfonos	56
4.5.	Presencia de E. coli en las pantallas y eliminación luego de la aplicación de la solución desinfectante	57
4.6.	Presencia de Staphylococcus en las pantallas y eliminación luego de la aplicación de la solución desinfectante.....	58
4.7.	Efectividad de la solución desinfectante determinada con el promedio de los resultados obtenidos de las bacterias evaluadas.....	58
4.8.	Análisis estadístico cualitativo sobre influencia del género, edad y uso del teléfono al ir al sanitario, en los resultados de contaminación bacteriana encontrada en su teléfono	59
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	63
	CONCLUSIONES.....	69
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	APÉNDICES.....	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Agares utilizados para el análisis microbiológico	6
2.	Autoclave utilizada en la industria farmacéutica evaluada	9
3.	Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según el género del colaborador	60
4.	Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según edad del colaborador	60
5.	Diagrama de pie de colaboradores que usan o no el teléfono en el sanitario.....	61
6.	Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según si usan o no el teléfono en el sanitario.....	61

TABLAS

I.	Variables cualitativas a evaluar	27
II.	Contaminación bacteriana en los teléfonos móviles	28
III.	Recuento microbiano en los teléfonos móviles	28
IV.	Conteo de Hongos y levaduras en los teléfonos móviles	29
V.	Condiciones y tiempo de incubación por agar.....	36
VI.	Lectura de muestras de las pantallas de teléfonos móviles	37
VII.	Datos cualitativos	40
VIII.	Recolección de datos obtenidos del análisis de las muestras tomadas	43

IX.	Recolección de los datos cualitativos obtenidos del muestreo realizado	45
X.	Prueba t-student para el conteo microbiano	50
XI.	Prueba t-student para Hongos y levaduras.....	51
XII.	Fórmula 1: peróxido de hidrógeno	53
XIII.	Fórmula 2: etanol.....	53
XIV.	Fórmula 3: isopropanol	54
XV.	Fórmula 4: hipoclorito de sodio.....	54
XVI.	Fórmula 5: amonio cuaternario	54
XVII.	Formulación y desarrollo producto desinfectante.....	55
XVIII.	Fórmula final definida con activo Isopropanol y peróxido de hidrógeno al 35 %.....	55
XIX.	Resumen resultados obtenidos análisis; conteo microbiano	56
XX.	Resumen resultados obtenidos análisis: hongos y levaduras.....	57
XXI.	Resumen resultados obtenidos análisis: presencia de E. coli	57
XXII.	Resumen resultados obtenidos análisis: Staphylococcus.....	58
XXIII.	Efectividad de la solución desinfectante realizada con la fórmula final propuesta.....	59

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
Spp.	Especie bacteriana
ECN	Estafilococos coagulasa negativos
°C	Grados centígrados
g	Gramos
H₁	Hipótesis alternativa
H_o	Hipótesis nula
lb	Libra/s
pH	Medida de acidez o alcalinidad
mm	Milímetro
mL	Mililitro
% v/v	Porcentaje volumen-volumen
UFC	Unidad formadora de colonias

GLOSARIO

Bacteria	Es un microorganismo unicelular que puede causar enfermedades.
Carga bacteriana	Cantidad de microorganismo y tipo, que contaminan una superficie u objeto.
Hipótesis alterna	Es la conclusión a la que se llegó por medio de la investigación propuesta.
Hipótesis nula	Es la afirmación opuesta a la conclusión de la investigación.
Microorganismo	Es un organismo que solo puede verse por microscopio. Se le llama también microbio.
Sanitizante	Es un compuesto químico que sirve para reducir o eliminar microorganismos de las superficies.
Virus	Microorganismo compuesto de material genético que causa enfermedades.

RESUMEN

Se formuló y elaboró un producto desinfectante para las pantallas de teléfonos móviles, estos son uno de los principales transmisores de virus y bacterias. Se comprobó su efectividad midiendo la carga bacteriana de los teléfonos antes y después de la aplicación del producto.

Se plantearon cinco fórmulas para el desarrollo del desinfectante y se descartaron por medio de una investigación rigurosa según la efectividad de cada uno de los compuestos para el uso que se le deseaba dar y que no dañara las pantallas.

Se muestrearon las pantallas de teléfonos de 81 trabajadores de la planta farmacéutica, aleatoriamente, durante 1 semana para determinar efectividad del producto elaborado. Se determinó la carga bacteriana, hongos y levaduras, la presencia de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus spp.* Previa y posterior a la aplicación del desinfectante.

Como fórmula final se escogió la segunda propuesta, con alcohol isopropílico como activo adicionando como segundo activo peróxido de hidrógeno al 3 %. Se observó en el análisis estadístico que el resultado de las muestras previo a la desinfección y posterior a esta, tenían una diferencia estadísticamente significativa por medio del análisis t- student ($p=0,05$). El análisis del producto formulado dio resultados favorables con un porcentaje arriba del 93 % de desinfección por lo que se considera que cumple la función propuesta.

OBJETIVOS

General

Formular y elaborar una solución sanitizante para teléfonos móviles inhibiendo gérmenes, virus y bacterias; evaluándolo en una industria farmacéutica de San Lucas Sacatepéquez, Guatemala, antes y después de su aplicación. A través de los datos obtenidos realizar un análisis estadístico.

Específicos

1. Proponer fórmulas para la solución desinfectante con diferentes principios activos especificando el porcentaje a utilizar y sus excipientes.
2. Definir qué fórmula propuesta para el producto limpia y desinfecta las pantallas de los teléfonos sin dañarlas, ni dañar la salud del usuario.
3. Calcular la carga bacteriana previa y posterior de la desinfección por medio de un conteo microbiológico.
4. Calcular la carga bacteriana de hongos y levaduras previa y posterior a la desinfección por medio de un conteo microbiológico.
5. Determinar si existe presencia de E. coli en las pantallas y si es eliminada posterior a la aplicación del desinfectante.

6. Determinar si existe presencia de *Staphylococcus* spp. en las pantallas y si es eliminada posterior a la aplicación del desinfectante.
7. Determinar la efectividad de la solución desinfectante por medio del método de hisopado, muestreando 3 cm² de la pantalla de teléfono de 81 trabajadores de la farmacéutica propuesta.
8. Hacer un análisis estadístico cualitativo sobre influencia del género, edad y uso del teléfono al ir al sanitario, en los resultados de contaminación bacteriana encontrada en su teléfono.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

El producto desinfectante de pantallas de teléfonos móviles, desarrollado con las fórmulas propuestas, eliminará menos de un 90 % de las bacterias determinadas previo a la desinfección.

Hipótesis alternativa:

El producto desinfectante de pantallas de teléfonos móviles, desarrollado con las fórmulas propuestas, eliminará más de un 90 % de las bacterias determinadas previo a la desinfección.

INTRODUCCIÓN

Los teléfonos móviles son dispositivos electrónicos que se han vuelto indispensables en la vida cotidiana tanto personal como profesionalmente. El número de usuarios de móviles en el mundo es de aproximadamente 5 135 mil millones, lo cual indica que el 68 % de la población mundial usa teléfono móvil. No obstante, se consideran un reservorio importante de microorganismos ya que entran en contacto con las manos, nariz, boca, las orejas y la cara; estas partes del cuerpo están colonizadas con microorganismos potencialmente patógenos.

Los móviles debido a su composición y estructura propia permiten el aumento del número de microorganismos, esto se debe a que se componen de superficies lisas e irregulares, a menudo protegidos con plástico, que generan espacios donde puede acumularse suciedad y sudor. También emiten calor, por lo que propician condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos.

Según varios estudios científicos, frecuentemente se encuentran más microorganismos en las superficies de las pantallas de los teléfonos móviles que en los baños. Las bacterias que más se encuentran o que predominan son las bacterias que colonizan la piel y la mucosa nasal, del género *Staphylococcus* spp; *Staphylococcus aureu*; *Bacillus* spp. y *E. coli*.

Estas bacterias, pueden transmitirse a partir de las manos y los teléfonos móviles y pueden ser causa de enfermedades infecciosas oportunistas en la población más sensible. En algunos estudios también se ha comprobado que los teléfonos móviles pueden actuar como trasmisores de enfermedades

gastrointestinales como rotavirus o virus implicados en enfermedades respiratorias de gravedad.

El uso del teléfono móvil en áreas contaminadas es común. Es importante concientizar tanto a los gerentes de plantas farmacéuticas como a sus colaboradores, de la importancia de llevar a cabo prácticas de higiene dentro y fuera de la planta, y en especial la higiene y desinfección su dispositivo móvil, ya que es una medida muy importante para la prevención de la transmisión de microorganismos y, en definitiva, para evitar la propagación de enfermedades infecciosas.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Se realizó una investigación documentada en la biblioteca de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en las principales webs de investigación y se ha llegado a la conclusión que no existe una tesis publicada igual al tema Formulación y elaboración de un producto desinfectante para aplicación en teléfonos móviles evaluando su efectividad midiendo su carga bacteriana previa y posterior de su aplicación, en una industria farmacéutica de Guatemala. Siendo esta la primera investigación y formulación que se realiza a nivel nacional con el tema planteado.

Existen tesis similares a este tema fuera del país las cuales serán de apoyo como antecedentes a esta investigación.

Investigación "Contaminación Bacteriana y Resistencia Antibiótica en los Celulares del Personal de Salud Médico del Hospital Vicente Corral Moscoso de Cuenca Ecuador", la cual tuvo como objetivo determinar la contaminación bacteriana y la resistencia antibiótica en los celulares del personal médico del hospital "Vicente Corral Moscoso" En esta investigación se analizó la superficie de 276 teléfonos celulares, pertenecientes a médicos tratantes, residentes e internos de medicina del hospital. Se realizó el método de hisopado a la superficie de los teléfonos, se cultivó en agar sangre y en EMB agar, aislando e identificando las bacterias con diferentes pruebas químicas para luego realizar antibiogramas e identificar la susceptibilidad bacteriana con la técnica de Kirby- Bauer.

Se obtuvo como resultado que el 93,84 % de celulares se encontraron contaminados, de estos, los teléfonos de los médicos tratantes mostraban un nivel intenso de contaminación ($p=0,001$), principalmente por *Staphylococcus aureus* ($p=0,022$), *Stafilococcus epidermidis* ($p=0,012$), *Enterobacter aerogenes* ($p=0,019$). El personal masculino muestra una contaminación intensa por *Enterobacter aerogenes* ($p=0,024$). La resistencia a la Oxacilina en *Stafilococcus aureus* es del 40,7 % En las Enterobacterias aisladas se encontró un alto grado de resistencia a

cefalosporinas de tercera generación, lo cual sugiere la presencia de cepas BLEE (26).¹

Trabajo de graduación *Riesgo microbiológico asociado al uso de teléfonos móviles en laboratorios clínicos hospitalario de Maracaibo – Venezuela*, se investigó la presencia de bacterias potencialmente patógenas, en los teléfonos móviles del personal de laboratorio de cuatro instituciones hospitalarias de Maracaibo, Venezuela. Se realizó el cultivo microbiológico cualitativo de hisopados de la superficie de 200 teléfonos. Mediante un cuestionario se indagó la adherencia del personal a las prácticas higiénicas estándar durante la jornada laboral.

El 83 % de los teléfonos se evidenció contaminación bacteriana y en 29 % se identificó agentes con potencial patogénico definido, predominando *Enterococcus* spp., anaerobios estrictos, *Staphylococcus aureus* y enterobacterias. Algunas cepas patógenas presentaron patrones de resistencia sugestivos de gérmenes nosocomiales. Un elevado porcentaje del personal abordado admitió no aplicar medidas higiénicas mínimas al utilizar sus teléfonos en el ambiente laboral.²

¹ MALLMA ESPINOZA, Aurelio. *Contaminación de bacterias patógenas en teléfonos celulares del personal de salud del hospital Daniel Alcides Carrión - Huancayo*. <http://docplayer.es/82333110-Universidad-peruana-los-andes-facultad-de-ciencias-de-la-salud-escuela-profesional-de-tecnologia-medica.html>. Consulta: 25 de mayo de 2021.

² PAZ MONTES, América; FUENMAYOR BOSCÁN, Alisbeth; SANDREA, Lisette; COLMENARES, Joelymar; MARÍN, Milagros; RODRÍGUEZ, Egleé. *Riesgo microbiológico asociado al uso de teléfonos móviles en laboratorios clínicos hospitalarios de Maracaibo-Venezuela*. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000200007&lng=es&tlng=es. Consulta: 27 de mayo de 2021.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Lenguaje técnico

Es utilizado para la denominación de ciertas características derivadas de oficios, trabajos y áreas.

2.1.1. Agar

Su temperatura de fusión es mayor a 100 °C y de gelificación de 40 a 50 °C. Es el medio de cultivo semisólido o sólido que tiene polisacárido extraído de ciertas algas marinas. Se constituye de un 70 % de agarosa y 30 % de agarpectina. También se le denomina agar-agar.

2.1.2. Cultivo

Población de microorganismos que se observa por el crecimiento de un inóculo en las condiciones adecuadas, como temperatura, humedad y presión. El cultivo en laboratorio debe sembrarse en un medio ideal donde se puede verificar el crecimiento y la multiplicidad para crear una colonia.

Los cultivos pueden ser calificados por su origen:

- **Naturales:** los cultivos naturales son todos aquellos, que proviene de origen animal, vegetal como pueden ser todos aquellos extractos de tejidos o bien infusiones, de composición química no se puede conocer con certeza.

- Sintéticos: los cultivos sintéticos pueden ser definidos cuantitativa y cualitativamente.
- Semisintéticos: son los que se añaden un extracto de orgánico complejo, puede ser utilizada levadura.

2.1.3. Medio de cultivo

Medio artificial de sustancias nutritivas que permiten el crecimiento y multiplicación de las bacterias in vitro, que puede encontrarse en estado sólido, semisólido o líquido. Los microorganismos pueden llegar a vivir en condiciones donde el pH sea extremo, temperaturas altas o bajas.

Los medios de cultivo ideales para bacterias son ambientes donde exista una gran cantidad de carbono, oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, e hidrógeno.

Los medios de cultivo a utilizar son los agares necesarios para las bacterias a analizar:

2.1.3.1. Agar caso

El medio preparado se utiliza para numerosas aplicaciones, incluidos el mantenimiento de cultivos de referencia, el recuento en placa, el aislamiento de microorganismos a partir de una variedad de materiales. Para preparar el agar soya tripticaseína se deben pesar 40 g del medio comercial deshidratado en una balanza digital. Se disuelve en un litro de agua destilada contenida en una faja. La mezcla se deja en reposo por 5 minutos y posteriormente se lleva a una fuente de calor para ayudar a la disolución del medio. Se debe agitar frecuentemente y dejar hervir por 1 o 2 minutos. Posteriormente, se esteriliza el medio en la autoclave a 121 °C por

15 minutos. Dejar enfriar hasta 50 °C y distribuir en placas de Petri estériles. Dejar solidificar, invertir, ordenar en plaqueros y guardar en nevera.³

2.1.3.2. Agar Sabouraud

Se usa para el aislamiento y cultivo de hongos y levaduras. Para su preparación homogeneice el polvo contenido en el frasco. Añada 42 gramos de medio deshidratado a un litro de agua destilada estéril. Espere 5 minutos, luego mezcle hasta que se obtenga una suspensión homogénea. Caliente suavemente, agitando con frecuencia y luego caliente hasta hervir y que se consiga la disolución completa. Si es necesario, ajuste el pH a 5,8. Esterilice en la autoclave a 121° durante 20 minutos y dispense en tubos o en placas de Petri.⁴

2.1.3.3. Agar MacConkey

Es un medio selectivo y diferencial para el aislamiento de organismos coliformes, Salmonella, Shigella y E. coli a partir de diversas muestras. Rehidratar 50 g del medio en un litro de agua destilada. Reposar 10 a 15 minutos. Calentar agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante 1 minuto para disolverlo por completo. Esterilizar en autoclave a 121 °C (15 lb de presión) durante 15 minutos. Enfriar aproximadamente a 45 °C. Vaciar en cajas de Petri estériles. Conservar en refrigeración de 2 a 8 °C.⁵

2.1.3.4. Agar manitol salado

Se utiliza para el aislamiento selectivo de estafilococos y para la detección de Staphylococcus aureus a partir de muestras clínicas. Suspender 111 g de medio deshidratado en un litro de agua destilada. Mezclar y calentar agitando frecuentemente y dejar hervir durante 1 minuto para disolver completamente los ingredientes. Esterilizar a 121 °C en autoclave durante 15 minutos.⁶

³ GIL, Marielsa. *Agar soya tripticaseína: fundamento, preparación y usos*. <https://www.lifeder.com/agar-soya-tripticaseina/>. Consulta: 12 de febrero de 2019.

⁴ Agar Sabouraud. *Medio para el aislamiento de hongos*. https://commerce.bio-rad.com/webroot/web/pdf/inserts/CDG/es/56524_2019_07_ES.pdf. Consulta: 29 de julio de 2019.

⁵ Agar MacConkey. *Medio de cultivo. Bacteriología general*. http://www.probiotek.com/wp-content/uploads/2014/01/1019-E_AGAR-MACCONKEY.pdf. Consulta: 11 de octubre de 2019.

⁶ Agar manitol salado. *Instrucciones de uso – Medios en placa listos para usar*. <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8771>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

Figura 1. **Agares utilizados para el análisis microbiológico**



Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

2.1.4. Cepa bacteriana

Cultivo puro de bacterias que es formada por los descendientes de un aislamiento.

Las características generales son las siguientes:

- Estabilidad genética.
- Factibilidad de cultivo.
- Máxima velocidad de reproducción en las condiciones operativas elegidas.
- Metabolismo orientado a la producción deseada con el mayor rendimiento posible.
- Factibilidad de manipulación.
- Factibilidad conservación.

Para la conservación de la cepa bacteriana se obtiene bajando el ritmo bajando el ritmo de la actividad metabólica de las células.

2.1.5. Antisepsia

Son los procedimientos y prácticas destinadas a limitar la colonización, encargados de la destrucción de los gérmenes patógenos con el fin de evitar posibles infecciones, destruyendo los microorganismos de la piel o de las membranas mucosas mediante sustancias químicas procurando que no afecten los tejidos donde se aplica.

2.1.6. Antiséptico

Cualquier sustancia que destruye o inhibe el crecimiento de los microorganismos patógenos pero que no es tóxica para las células del organismo infectado como por ejemplo el cloro.

Los antisépticos son de baja toxicidad, pueden aplicarse directamente a la piel y tejidos vivos, se utiliza para destruir microorganismos patógenos es decir de acción biocida o impedir su proliferación llamada acción biostática.

2.1.7. Bacteria coco

Es una forma celular esférica, también existen bacilos que tiene forma de vara, espirilos que están en forma de espiral y que estas toman forma de gotas de agua. Según los diferentes patrones o formas así son clasificado. Los Diplococos son las que se agrupan en pares. Streptococcus se agrupa en cadenas llamadas estreptococos. Sarcina se agrupa en forma cubo, en grupos de 8 células. Staphylococcus es un género agrupado con forma de racimo de uvas, posee una forma irregular. También es llamada estafilococos.

2.1.8. Colonia

Crecimiento notorio de microorganismos, normalmente en medios sólidos, se origina por la multiplicación de un solo organismo. Todos estos microorganismos provienen de una única bacteria preexistente.

2.1.9. Contaminación Bacteriana

Es la contaminación producida por los microorganismos bacterianos. Puede ser utilizada como indicador de la calidad o la salubridad de un alimento, del agua y dispositivos electrónicos, como los celulares.

2.1.10. Fómites

Sustancia u objeto a través del cual se transmiten los microorganismos en y pueden quedar retenidos, los fómites son considerados como objetos inanimados que contienen partículas contaminadas y que se sitúan en el entorno de estudio.

2.1.11. Incubación

Mantenimiento de cultivos bacterianos en condiciones favorables para su desarrollo y multiplicación, las bacterias tienen un mayor crecimiento cuando las temperaturas son favorables es decir que las temperaturas están por los 30 °C.

2.1.12. Autoclave

Es usada para esterilizar instrumentos de laboratorio u otro producto sanitario. Autoclave de laboratorio usada para esterilizar material de laboratorio.

En este caso será usada para esterilizar los instrumentos de laboratorio que será utilizados para la investigación.

La autoclave es un recipiente de estructura metálico, el cual funciona con vapor saturado seco para la desinfección de instrumentos médicos, de laboratorio.

Esta constituido básicamente por una cámara rígida y hermética que incluye una puerta con dispositivo de seguridad que permite introducir los objetos para que estos sean esterilizados.

Los tipos de carga de las autoclaves son:

- Cargas sólidas, no poroso
- Cargas porosas, material que puede absorber fluidos
- Carga hueca de tipo A, longitudes mayores a 5 mm
- Carga hueca tipo B, longitudes menores a 5 mm

Figura 2. **Autoclave utilizada en la industria farmacéutica evaluada**



Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

2.1.13. Unidad formadora de colonia (UFC)

Célula bacteriana viva y aislada que en las condiciones adecuadas da lugar a la producción de una colonia de bacterias.

2.2. Técnica de recuento hisopado

Este es un sistema antiguo y el más utilizado en los exámenes microbiológicos de superficies. Es utilizado especialmente para analizar superficies de equipos, utensilios y manipuladores en los laboratorios e industrias farmacéuticas ya que es una técnica bastante confiable. Además, sirve para estudiar superficies muy contaminadas, ya que a partir de la solución salina estéril es posible realizar diluciones decimales precisas.

El procedimiento consiste en:

- Colocar la plantilla (3 cm x 3 cm) sobre la superficie a muestrear.
- Humedecer el hisopo en la solución diluyente y presionar ligeramente en la pared del tubo con un movimiento de rotación para quitar el exceso de solución.
- Con el hisopo inclinado en un ángulo de 30°, frotar 4 veces la superficie delimitada por la plantilla, cada una en dirección opuesta a la anterior. Asegurar el hisopado en toda la superficie.
- Colocar el hisopo en el tubo con la solución diluyente, quebrando la parte del hisopo que estuvo en contacto con los dedos del muestreador, la cual debe ser eliminada.
- Para superficies irregulares, en el caso de utensilios, se repetirá la operación con 3 utensilios más (total 4 como máximo), con el mismo hisopo, considerando el área que está en contacto con el alimento o con la boca.
- Si no se toman las 4 muestras, se debe anotar en la Ficha de Toma de Muestra.⁷

⁷ El Peruano. *Normas Legales*. http://www.sanipes.gob.pe/normativas/8_RM_461_2007_SUPERFICIES.pdf. Consulta: 29 de julio de 2021.

2.3. Uso del teléfono móvil

- El uso de los teléfonos móviles ha revolucionado la vida, con los avances tecnológicos la dependencia en la población ha aumentado, ha facilitado muchos aspectos de la vida de las personas, pero esto también conlleva una serie de elementos a tomar en cuenta.

Uno de ellos es el aprendizaje que tiene los jóvenes en el uso de los nuevos aparatos, la manera en la que se desenvuelven les resulta mucho más complicado, en los últimos años esto ha cambiado de manera radical, el teléfono móvil ha llegado a sustituir muchos artículos a los cuales las personas anteriormente no tenían fácil acceso, como lo es el internet, plataformas de música, entre otros.

Con respecto al uso diario de los teléfonos móviles se ha llegado a tener una mejor comunicación en cortas y largas distancias, siendo este uno de los medios más comunes y que ha tenido mayor éxito en todo el mundo, esto se ha introducido de una manera exponencial en los últimos años.

Los móviles han remplazado las cámaras digitales, cámaras de video, reproductores de música, agendas, radios, entre otros. En la actualidad se busca un teléfono inteligente y que pueda contener la mayor cantidad de aplicaciones y que estas sean funcionales.

2.3.1. Ventajas

La comunicación por medio de los teléfonos móviles puede ser por video llamadas, mensajes de textos, mensajes por aplicaciones, notas de voz entre otras lo cual facilita la comunicación a distancia entre los usuarios.

El uso de teléfonos móviles ha revolucionado la forma en la que nos comunicamos con amigos y familiares incluso reuniones de trabajo.

Una de las ventajas más importantes en la evolución de los teléfonos móviles es el uso sin restricciones de redes sociales, acceso a internet y video llamadas.

2.3.2. Desventajas

Una de las desventajas que se tiene con la telefonía móvil es la contaminación que estos pueden contener. Durante el día tiene constante contacto con gérmenes y bacterias y el usuario no es consciente del hecho de que puede ser una cuna de bacterias las cuales pueden ser dañinas para su salud.

Otra desventaja es el hurto de información personal por medio de aplicaciones que exigen acceso a contraseñas, directorios telefónicos e información personal.

2.3.3. Problemas de salud por pantallas contaminadas

Algunos de los problemas más graves para la salud del usuario son las enfermedades bacterianas que un teléfono contaminado puede provocar.

Los problemas que esto nos genera no los vemos de forma directa, ya que es silencioso, diminuto e imperceptible. Esto que portamos siempre en el bolsillo es uno de los vectores contaminantes del planeta.

2.3.4. Contaminación bacteriana en pantalla de teléfonos celulares

Una de las principales preguntas formuladas para determinar la higiene de la persona y de su celular son:

- ¿Cuántas veces al día lava usted sus manos?
- ¿Cuántas veces lava usted sus manos después de utilizar el teléfono celular?
- ¿Ha utilizado otra persona su teléfono celular?
- ¿Usted le brinda su teléfono celular a cualquier persona que conozca?
- ¿Sabe usted los hábitos de limpieza de la persona a quien presta su teléfono?
- ¿Utiliza algún producto para limpiar y desinfectar su teléfono celular?
- ¿Utiliza su teléfono celular cuando entra al servicio sanitario?

Las respuestas a estas preguntas normalmente indican que el teléfono celular es cuna de bacterias y gérmenes, las cuales que se pueden transmitir por contacto.

Cuando un teléfono celular no tiene la debida limpieza en la pantalla se sabe que existe 10 veces más cantidad de bacterias que en un inodoro. Los teléfonos que no tienen limpieza en ningún momento pueden contener microbios que pueden causar enfermedades graves, esto es debido al contacto que se tiene con las manos, en un estudio realizados se ha determinado que se puede contagiar la tuberculosis si se comparte el teléfono celular con personas que padezcan de esta enfermedad.

De esta manera podemos decir que los teléfonos celulares se encuentran más sucios de lo que en realidad parecen, ya que están en contacto con muchas partes del cuerpo, como las manos, oídos y cachetes.

La bacteria de E. coli es responsable de infecciones gastro intestinales las cuales las podemos adquirir en cualquier superficie.

Se debe lavar las manos con agua y jabón después de utilizar el teléfono celular, así como evitar el uso del dispositivo cuando se hace uso del baño en especial a aquellos que son de uso público ya que en estos habitan bacterias entéricas y gérmenes patógenos que provienen principalmente de la materia fecal.

Teniendo en cuenta lo anterior se debe de tener en cuenta la limpieza frecuente del teléfono celular esto se hará para evitar que sea un elemento portador de bacterias y también de esta manera se protegerá el aparato.

2.3.5. Posibles bacterias en pantallas

Se ha determinado que los teléfonos celulares son portadores de sinnúmero de bacterias, se sabe que en la pantalla de un teléfono celular hay mucho mayor cantidad de bacterias que en un teclado de una computadora, el piso de una biblioteca e incluso que un asiento de un baño público.

Las manos son los instrumentos más utilizados por todas las personas y son las que están en contacto con la pantalla la cual no dispone de directrices de limpieza que cumplan con una norma de higiene. Cuando se revisa el uso del teléfono celular y como se sabe la mayoría de las bacterias con altas temperaturas se reproducen más rápidamente.

Algunos de las posibles bacterias que se pueden encontrar en las pantallas son las siguientes.

- Pseudomonas aeruginosa

Es una bacteria que se encuentra en suelo y agua. Esta bacteria puede generar infecciones ser de carácter grave o pueden ser leves, afectan oído, pulmones, torrente sanguíneo o puede generar directamente problemas cardiacos. Nacen en lugares húmedos como piscinas inadecuadamente clarificadas y en soluciones antisépticas caducadas.

- Clostridium difficile

Esta bacteria se encuentra en el medio ambiente, agua, aire, animales y carnes procesadas.

La manera más acertada de detectar esta bacteria es haciendo un análisis de heces, esta bacteria puede causar síntomas que varían desde diarrea a una inflamación del colon esta puede llegar a ser mortal.

Los principales síntomas en pacientes son diarrea líquida más de tres veces al día y calambres abdominales leves; en casos de gravedad las personas tienden a deshidratarse en algunas ocasiones deben de ser internados.

Los síntomas graves son: fiebre sangre o pus en las heces náuseas, frecuencia cardiaca acelerada, diarrea más de 5 veces, deshidratación, pérdida de apetito, abdomen hinchado, insuficiencia renal y recuento elevado de glóbulos rojos.

- *Staphylococcus aureus*

Las bacterias de los estafilococos pueden causar muchos tipos diferentes de infecciones en las cuales se pueden incluir:

Infecciones de la piel, bacteriemia esta infección ocurre en el torrente sanguíneo, infección en los huesos, endocarditis, neumonía y síndrome del *shock* tóxico.

Los estafilococos pueden propagarse de una persona a otra, pueden transmitirse por medio de contacto de superficies infectadas como teléfonos celulares, toallas, ropa, entre otros.

Para eliminar este tipo de bacterias se debe tener un tratamiento de un potente antibiótico. Esta bacteria se puede controlar teniendo hábitos de higiene es decir lavarse las manos frecuentemente y no compartir objetos que estén en contacto directo con nuestra piel.

- Estafilococos coagulasa-negativos

Los estafilococos coagulasa negativos (ECN) forman parte del microbiota residente de humanos y animales. Están alojados en forma preferencial según las distintas especies en las distintas zonas de la piel y de las mucosas.

Son responsables de infecciones asociadas a la necesidad de uso de otros dispositivos protésicos para el buen funcionamiento del cuerpo como por ejemplo en caderas, rodillas, marcapasos, entre otros. También son responsables de enfermedades que provocan abscesos superficiales, de infecciones dérmicas, de infecciones urinarias y de infecciones oftalmológicas posquirúrgicas.

Para reconocerlos, son asociados a infecciones nosocomiales con cepas de la propia flora es decir infecciones endógenas que provienen del personal de salud es decir que son provocadas por contaminación exógena en pacientes inmunocomprometidos o debilitados y en neonatos.

- Streptococcus

Estreptococos son un grupo grande de cocos Gram-positivos. Se desarrollan en pares o en cadenas de cocos fuertemente unidos entre sí, lo que provoca un recuento UFC que corresponda en ocasiones a cadenas completas denominadas unidades estreptocócicas.

Son bacterias anaerobias aerotolerantes que pertenecen al grupo de las bacterias lácticas por su capacidad para producir este ácido como resultado de la fermentación de glucosa. Se pueden distinguir con claridad de otros tipos de cocos piógenos Grampositivos debido a su carácter de catalasa negativos. La mayoría de los estreptococos son inocuos. Existen algunas especies que son intrínsecamente patógenas. Las especies menos virulentas pueden causar infecciones oportunistas.

La infección por neumococos es especialmente grave personas menores a 4 años, ya que no tienen desarrollado completamente su sistema inmune, así como en pacientes inmunodeprimidos.

Esta enfermedad provoca en el mundo casi un millón de muertes de niños menores de dos años al año por infecciones causadas por el neumococo. Producen enfermedades como: Meningitis, otitis media, sinusitis, conjuntivitis y Neumonía. Pueden ser tratados con cefalosporinas ya que hay muchas cepas resistentes a penicilinas.

- Escherichia coli

E. coli es la bacteria anaerobia más abundante de la microbiota del tracto gastrointestinal, donde ésta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo, además de la producción de las vitaminas B y K. Es parte de la flora normal humana. Es una bacteria fermentadora de la lactosa, y por esta característica puede ser identificada en medios de cultivo diferenciales como por ejemplo el Agar MacConkey.

Los factores de virulencia que pueden presentarse en unas u otras cepas, son responsables de los diferentes tipos de patologías en E. coli pueden ser los siguientes: Las fimbrias que participan en la adhesión, El lipopolisacárido, Enterotoxinas que son exotoxinas que afectan al funcionamiento del aparato digestivo, la verotoxina que daña las células del endotelio y otros productos tóxicos, entre ellos una hemolisina provocando enfermedades como, infecciones oportunistas, cómo neumonía, sepsis e infecciones postoperatorias, patologías de las vías urinarias cómo cistitis y pielonefritis en mujeres jóvenes, diarreas acuosas por el consumo de alimentos contaminados y diarreas con sangre que es causada por consumo de alimentos de origen animal en mal estado.

La E. coli es una bacteria que es utilizada frecuentemente como ejemplo en el laboratorio, debido a su velocidad de crecimiento sin necesidad de grandes requerimientos nutricionales. Además, su estructura del genoma es altamente flexible, lo cual permite la movilidad de material genético por medio de transposones, secuencias de inserción, bacteriófagos y plásmidos es usada en experimentos de genética y biología molecular.

- Coliformes

Estas bacterias se conforman de un gran grupo de varios tipos de bacterias que se producen en todo el alrededor. Se encuentran comúnmente en el agua y la superficie; también pueden aparecer en la piel. Una gran cantidad de ciertos tipos de bacterias coliformes también pueden encontrarse en los residuos de los seres humanos y animales. La mayoría de los tipos de bacterias coliformes son inofensivos para los humanos, pero algunas pueden provocar enfermedades leves y algunas pueden dar lugar a enfermedades transmitidas por el agua y son graves.

Si el agua está contaminada con bacterias coliformes no necesariamente es causa de enfermedad. La mayoría de estas bacterias son inofensivas para los seres humanos. Cuando las bacterias que causan enfermedades están presentes, los síntomas más comunes son similares al malestar estomacal, fiebre, dolor abdominal y diarrea los cuales son más probables en los niños o los miembros del hogar mayores. En algunos casos, se adquiere inmunidad a las bacterias transmitidas por el agua potable.

- Enterobacter

Es un patógeno oportunista frecuente en infecciones nosocomiales. Es una bacteria de la flora entérica comensal. Se diferencia de *Klebsiella* por ser un microorganismo móvil. Las principales especies son *E. aerógenos* y *E. cloacae*. Producen enfermedades infecciosas que afectan las vías urinarias y en ocasiones neumonías, infecciones de heridas y sepsis.

Es una bacteria que pertenece al género *Enterobacter*, de la familia de las *Enterobacteriaceae*, bacilo Gram negativo Oxidasa negativo y Catalasa positivo.

Se encuentra presente en el aparato digestivo humano. En ocasiones provoca infecciones del tracto urinario, herida quirúrgica e incluso bacteriemia. Lo más frecuente son infecciones nosocomiales en pacientes inmunocomprometidos. Son fermentadoras de la glucosa. Fermentan lactosa, por lo tanto, se observan como colonias rosadas en Agar McConkey, son lisinas negativas, por lo que no descarboxilan ni desaminan la Lisina; son Ornitina descarboxilasa positivos y fermentan la Arginina y el Sorbitol.

2.3.6. Bacteriostáticos, desinfectantes y sanitizantes

El proceso bacteriostático no produce la muerte a una bacteria, solo impide su reproducción. Son sustancias que se utilizan como medios defensivos contra las bacterias.

El proceso de desinfección se conoce como proceso físico o químico que mata o inhibe agentes patógenos como bacterias, virus y protozoos. Se logra impidiendo el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes.

Los desinfectantes disminuyen los organismos nocivos a modo que no perjudiquen la calidad de los productos ni la salud. Algunas sustancias, como los compuestos fenólicos, también pueden actuar como antisépticos. Se aplican sobre objetos inanimados, como instrumentos y superficies, para tratar y prevenir las infecciones. Los desinfectantes químicos más habituales del agua son el cloro, las cloraminas y el ozono. Es importante saber diferenciar los desinfectantes de los sanitizantes, los sanitizantes reducen a un nivel seguro el número de microorganismos.

- Alto poder bactericida.

- Amplio espectro.
- Estable.
- Homogéneo
- Penetrante.
- Soluble en agua, por lo que es útil para el lavado de piel, escaras, entre otros.
- Soluble en grasas.
- Compatible con otros productos químicos.
- Disponibilidad y buena relación costo-riesgo-beneficio

Los sanitizantes son compuestos que no eliminan los microorganismos del medio ambiente y objetos inanimados, pero los disminuyen a un nivel seguro. Generalmente son usados en contacto con alimentos. Tienen propiedades germicidas o antimicrobianos y son aplicados a los objetos no vivos para destruir los microorganismos, a este proceso se le llama desinfección o sanitización.

La diferencia principal entre un desinfectante y un sanitizante es que, en un determinado uso de la dilución, el desinfectante debe tener una mayor capacidad para matar bacterias patógenas en comparación con la de un sanitizante.

2.3.7. Sustancias desinfectantes

Son llamadas sustancias desinfectares aquellas que eliminan cualquier tipo de virus, bacteria o parásitos que pueden causar enfermedades, los más comunes son:

- Alcoholes: alcohol etílico y el isopropílico, solubles en agua. Son bactericidas para toda forma vegetativa. Es efectivo para bacterias, son

fungicidas, tuberculicidas y virucidas. Su efectividad depende de la concentración, al estar muy concentrados, dañan la superficie.

- Cloro y compuesto clorados: es un químico bastante económico y de rápido efecto sobre una gran variedad de microorganismos, se inactivan con la presencia de residuos orgánicos.

Se utiliza para la purificación del agua en plantas de tratamiento, en desinfectantes, y en la lejía.

El cloro en agua es más de tres veces más efectivo como agente desinfectante contra *Escherichia coli* que una concentración equivalente de bromo, y más de seis veces más efectiva que una concentración equivalente de yodo.

- Formaldehído: antiguamente se utilizaba una disolución del 35 % de formaldehído en agua como desinfectante. Es un químico muy inflamable y altamente volátil, posee un olor penetrante y es un gas incoloro.
- Glutaraldehído: su actividad antimicrobiana depende de condiciones como la dilución, la concentración y la temperatura.
- Peróxido: se inactiva cuando es expuesto a la luz, materia orgánica y contacto con el aire, la oxidación que produce lesiona la piel.
- Yodóforos: entre mayor dilución mejor actividad bactericida, su función disminuye por la presencia de sangre y material orgánico.
- Orto-ftalaldehído (OPA): desinfección que se obtienen a los 12 minutos.

- **Ácido peracético:** se descompone en ácido acético y agua oxigenada. Este compuesto no deja residuos tóxicos. Es esporicida a bajas temperaturas y efectivo en materia orgánica.
- **Compuestos fenólicos:** de acuerdo con su actividad, se comportan como bacteriáceo estáticos y bactericidas según el pH y la concentración.
- **Compuestos de amonio cuaternario:** soluciones germicidas para limpieza: son los productos de elección para limpieza de pisos.

2.3.8. Sustancias sanitizantes

- **Alcoholes:** los alcoholes tienen propiedades tanto desinfectantes como sanitizantes. El etanol o el isopropanol se evaporan con rapidez por lo que tiene una limitada actividad de efecto al momento de aplicarlo. No son corrosivos, tienen un amplio poder microbicida para una mejor desinfección, puede poseer un riesgo de incendio. Son más eficaces en combinación con agua purificada. No son eficaces contra esporas bacterianas u hongos.

2.3.8.1. Halogenuros

- **Yodo:** es soluble en solvente orgánico o como solución de yodo de lugol. Es utilizado en la industria avícola. Se agrega al agua para las aves para volverla potable. No es muy recomendada porque aumenta el tiempo de curación. La tintura de yodo utiliza como un antiséptico para la piel en cortes y raspaduras.

- Cloramina-T: se utiliza en el tratamiento de agua potable en lugar del cloro, ya que produce un menor número de subproductos derivados de la desinfección. Conserva su acción antibacteriana incluso después de que el cloro se haya agotado.
- Cloro: se utiliza para desinfectar piscinas, y se agrega en pequeñas cantidades al agua potable para reducir las enfermedades transmitidas por el agua.
- Hipocloritos de sodio: a menudo en forma de cloro de uso doméstico común, se utilizan en el hogar para la desinfección de los desagües, y aseos. Otros hipocloritos, como hipoclorito de calcio se utilizan como aditivo de piscinas.

2.3.8.2. Fenoles

Los fenoles son ingredientes activos en sanitizantes del hogar. Se pueden encontrar en enjuagues bucales y en jabones para manos.

- Fenol: es uno de los sanitizante conocidos más antiguos. Fue utilizado por primera vez por Joseph Lister, cuando se le conocía ácido carbólico. Es bastante corrosivo para la piel y a veces, las personas son sensibles a sus vapores tóxicos.
- o-enilfenol: se utiliza para sustituir el fenol, debido a que es menos corrosivo.

- Hexaclorofenol: es un compuesto fenólico que se utilizaba como aditivo germicida para productos del hogar. Se prohibió luego de la sospecha de efectos nocivos.
- Compuestos de amonio cuaternario: los compuestos de amonio cuaternario, como el cloruro de benzalconio, forman un gran grupo de compuestos relacionados. Algunos de estos compuestos se utilizó como sanitizantes de bajo nivel. Son eficaces contra las bacterias, pero no sirven contra algunas especies de bacterias *Pseudomonas*, o en esporas bacterianas.

Estos compuestos matan a las algas y son biocidas. Se utilizan como aditivos a gran escala en sistemas de abastecimiento de agua industrial para reducir al mínimo el crecimiento de gérmenes biológicos. Los compuestos de amonio cuaternario también pueden ser sanitizantes eficaces contra los virus.

- Hábitos para una mayor duración del efecto sanitizante del producto: el aseo personal es limpieza de uno mismo para prevenir enfermedades y mantener un buen estado de salud. Estos buenos hábitos evitan enfermedades, transmitirlas y mantener limpio y aseado el cuerpo.
- Limpieza de manos: lavarse las manos con frecuencia, este muy importante ya que las manos son una de las fuentes principales a la hora de contraer y contagiar infecciones.
- Cuidado de la piel: piel limpia e hidratada evitara la propagación de virus y bacterias. Ducharse como mínimo una vez al día.

- Lavar los dientes correctamente: la boca es una de las partes que más bacterias puede tener y puede transmitirse a través de la saliva.
- Bello capilar: pelo sano, limpio y brillante El cabello debe lavarse dos o tres veces en semana, ya que la humedad y grasa que se encuentra en el cuero cabelludo puede ser un medio con las condiciones favorables para el crecimiento de las bacterias.
- Limpieza en ropa: al usar de ropa limpia es como una capa más de piel que acumula bacterias, tanto de nuestro cuerpo como del exterior. Por lo que debe utilizarse prendas limpias lavadas con detergente para ropa o desinfectante.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Para el diseño metodológico se definieron dos tipos de variables.

3.1.1. Variables cualitativas

Las variables cualitativas serán útiles para determinar comprender los posibles motivos de la contaminación bacteriana en las pantallas según lo reflejado en los resultados.

Tabla I. Variables cualitativas a evaluar

Variables	Dimensión	Indicador	Tipo
Contaminación de bacterias	Población	Trabajadores de una industria farmacéutica de Guatemala.	Cualitativa
	Características personales	Género Edad Hábitos de limpieza e higiene	Cualitativa
	Nivel de contaminación	0 ufc/placa = nulo 1-10 ufc/placa = leve 11-50 ufc/placa = moderado >50 ufc/placa = intenso	Cualitativa
	Tipo de bacteria	Escherichia coli Streptococcus spp	Cualitativa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.1.2. Variables cuantitativas

Las variables cuantitativas serán útiles para realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos de la experimentación.

Tabla II. **Contaminación bacteriana en los teléfonos móviles**

Contaminación	Cantidad de teléfonos previo a la desinfección	Cantidad de teléfonos posterior a la desinfección
Negativo		
Conteo Microbiano		
Hongos y Levaduras		
E. Coli		
Staphylococcus spp		
Total		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla III. **Recuento microbiano en los teléfonos móviles**

Recuento microbiano	No. de casos previo a la desinfección	Porcentaje de casos previo a la desinfección (%)	No. de casos posterior a la desinfección	Porcentaje de casos posterior a la desinfección (%)
0				
1-50				
51-100				
101-150				
151-200				
201-250				
251-300				
>300				
TOTAL				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla IV. **Conteo de Hongos y levaduras en los teléfonos móviles**

Conteo microbiano	No. de casos previo a la desinfección	Porcentaje de casos previo a la desinfección (%)	No. de casos posterior a la desinfección	Porcentaje de casos posterior a la desinfección (%)
0				
1-50				
51-100				
101-150				
151-200				
201-250				
251-300				
>300				
TOTAL				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.2. Delimitación de campo de estudio

Se determinó la población a evaluar de determinada área, en determinadas condiciones.

3.2.1. Área de conocimiento

Fundamento del conocimiento: microbiología, química aplicada a productos químicos sanitizantes y desinfectantes.

3.2.2. Proceso

Formulación y elaboración de un producto desinfectante con base en las fórmulas propuestas. Comprobar la efectividad realizando el procedimiento de hisopado sobre pantallas de teléfonos móviles, determinando la carga bacteriana previa y posterior a su desinfección.

3.2.3. Ubicación

La experimentación para comprobar la efectividad del desinfectante se realizó en las instalaciones de un Laboratorio y farmacéutica, en el departamento de San Lucas Sacatepéquez, Guatemala. La formulación del producto y el análisis de datos se llevará a cabo en el mismo; en el área de control de calidad, en el laboratorio de microbiología.

3.2.4. Clima

El laboratorio está ubicado en San Lucas Sacatepéquez, con temperaturas promedio entre los 21 °C y los 25 °C y una presión atmosférica de 0,84.

3.3. Recursos humanos disponibles

La toma de las muestras y lectura de resultados serán realizadas por María Fernanda Mendizábal Pereira con el apoyo de Licda. Química bióloga Cesia Xiquitá.

3.4. Recursos materiales disponibles

Según la metodología experimental propuesta, se utilizarán los siguientes equipos y materiales.

3.4.1. Equipos auxiliares

- Balanza semi analítica
- Estufa eléctrica
- Autoclave

- Microscopio
- Incubadora
- Contador de bacterias
- Asa
- Mechero

3.4.2. Insumos de laboratorio y cristalería

- Guantes
- Tubos de ensayo con rosca
- Erlenmeyer
- Pipetas volumétricas de 1 a 15 mL
- Probetas de 10, 15, 25, 50 y 100 mL
- Cajas Petri
- Hisopos
- Medios de cultivo
- Atomizadores de 30 mL, 60 mL y 240 mL

3.4.3. Reactivos para la elaboración del desinfectante

- Agua
- Alcohol etílico
- Alcohol isopropílico
- Hipoclorito de sodio
- Peróxido de hidrógeno
- Lauril sulfato de sodio
- Amonio cuaternario
- Cocoamida

- Esencia de lavanda
- Esencia de vainilla
- Esencia de coco

3.4.4. Medios de cultivo

- Caldo caso
- Caldo Mac Conkey
- Agar caso
- Agar MacConkey
- Agar Sabouraud
- Agar manitol salado

3.5. Técnica cuantitativa

La técnica cuantitativa es la recolección de datos que implica el uso de números para evaluar la información. En el presente trabajo se realizará la técnica cuantitativa por medio de un análisis microbiológico. La toma de la muestra se hará por medio del método de hisopado en la pantalla del teléfono. Los resultados nos permitirán realizar el análisis estadístico.

3.5.1. Muestreo por medio del método de hisopado

El análisis microbiológico se realizará para detectar las bacterias que se encuentran en una pantalla de teléfono, qué bacteria es y si la formulación realizada anteriormente es efectiva para eliminarlas o disminuir el conteo microbiano.

3.5.1.1. Toma de muestra

Para la toma de muestra, previamente la estudiante debe lavarse las manos adecuadamente. Se dividirá en 50 personas a muestrear por cada día de toma de muestras en el Laboratorio farmacéutico.

- Paso 0: en 162 tubos de ensayo con rosca colocar 10 mL de caldo caso (81 para el muestro previo a la desinfección y 81 para el post). El caldo será nuestro diluyente. Refrigerar hasta el día de su uso.
- Paso 1: el día del muestreo, se preparan y esterilizan los utensilios de trabajo a utilizar para realizar el muestreo.
- Paso 2: el estudiante debe desinfectar sus manos con alcohol, frotando éste entre ambas manos de forma adecuada durante 60 segundos.
- Paso 3: el estudiante procede a colocarse los guantes estériles y mascarilla.
- Paso 4: se le solicita al colaborador de la empresa su teléfono celular de preferencia apagado como medida de seguridad. Nota: Los guantes del estudiante que está muestreando no deben tener contacto con el colaborador que está siendo muestreado para no contaminar la muestra.
- Paso 5: en un tubo de ensayo con 10 mL de caldo caso humedecer completamente el extremo de algodón del hisopo, evitando el contacto entre el hisopo y el tubo de ensayo.

- Paso 6: el estudiante procede a realizar la recolección de muestra por medio del método estéril de hisopado para recolección de muestras en un perímetro de 3 cm² de superficies, frotando la parte media baja del teléfono, pantallas, bocina y micrófono durante 1 minuto aproximadamente.
- Paso 7: se debe proceder de inmediato a almacenar el hisopo en el tubo de ensayo con el caldo para luego transportar la muestra al laboratorio de microbiología de la empresa.
- Paso 8: se aplica el producto desinfectante desarrollado, con un paño para tareas delicadas y se repiten los pasos del 5 al 7 con la pantalla ya desinfectada.
- Paso 9: colocar el hisopo dentro del tubo correspondiente, rompiendo el palillo sobresaliente de dicho tubo, se flamea y se asegura de tapar bien el tubo.
- Paso 10: se procede a identificar las muestras indicando tipo de muestra según encuesta realizada. Debido a que será un estudio anónimo, se identificó por número las muestras; como A al hisopado previo a la desinfección y B al posterior.
- Paso 11: se procede a descartar los guantes utilizados para este proceso en un recipiente para materiales biopeligrosos. Se procede a realizar del paso 4 al 10 para cada teléfono celular.

- Paso 12: las muestras obtenidas se almacenan dentro de un contenedor cerrado a temperatura ambiente. El tiempo de almacenamiento no debe superar las 2 hora antes de ser procesadas e incubados.

3.5.1.2. Procedimientos de laboratorio – Cultivo e incubación

Una vez tomadas las muestras deben ser manejadas por el estudiante con las medidas de bioseguridad y protocolos bacteriológicos.

- Paso 0: previo a la siembra, se deben preparar 81 placas Petri por agar específico según la bacteria o análisis a realizar. El agar sabouraud y el agar caso se colocó en placas Petri dobles, un externo para antes de la desinfección y el otro lado para luego de desinfectar. El agar Mac Conkey y manitol salado se prepararon 81 para el previo y 81 para el post.
- Paso 1: se procede en primer lugar a rotular cada Placa Petri con el número correspondiente de muestra.
- Paso 2: son el asa bacteriológica, previamente esterilizadas en el esterilizador de asas, se coge la muestra del tubo de ensayo y se procede a realizar la siembra por medio del método de siembra por estríado simple. Diseminamos en zigzag desde el inóculo a la superficie del medio de cultivo en la placa Petri. Este procedimiento se realiza en las placas Petri que contienen agar Mac Conkey para la identificación de E. Coli y en manitol salado para la identificación de Staphylococcus previo y posterior a la desinfección. Para el agar Sabouraud el cual sirve para conteo de hongos y levaduras y agar caso para el recuento total, se toma 1mL del tubo de ensayo con la muestra y se coloca sobre el agar en la placa Petri.

Se mueve la placa Petri en forma de “S” para la distribución de la muestra en toda la placa.

- Paso 3: se esteriliza el asa bacteriológica en el esterilizador antes y después de la siembra de cada muestra.
- Paso 4: luego se incuban las Placas Petri en condiciones aeróbicas a determinado tiempo según la siguiente tabla:

Tabla V. **Condiciones y tiempo de incubación por agar**

Agar	Análisis realizado	Temperatura de incubación (°C)	Tiempo de incubación (días)
Mac Conkey	E. Coli	35±2	2
Manitol Salado	Staphylococcus aureus	35±2	2
Caso	Recuento microbiano	30-35	3
Sabouraud	Hongos y Levaduras	22-25	5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.5.1.3. Procedimientos de laboratorio – Lectura e interpretación

- Luego de las primeras 24 horas de incubación se debe realizar una inspección visual si hay crecimiento y la cantidad de colonias presentes en las placas Petri con diferente medio.
- Se debe realizar la lectura de las muestras luego del tiempo de incubación especificado en la tabla IV.

- Se procede a reportar cultivos bacteriológicos como positivos aquellos en los que haya existido crecimiento bacteriano; crecimiento bacteriano y cambio de color en el caso del agar MacConkey y manitol salado. Se reportan como negativo en los que no se encontró crecimiento bacteriano.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Para la recolección y el ordenamiento de resultados obtenidos de la parte experimental de muestreo se utilizó la siguiente tabla:

Tabla VI. **Lectura de muestras de las pantallas de teléfonos móviles**

Resumen de Resultados Microbiología								
No. Muestra	Agar Caso		Agar Sabraud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado	
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Continuación de la tabla VI.

Resumen de Resultados Microbiología								
No. Muestra	Agar Caso		Agar Saburaud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado	
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								

Continuación de la tabla VI.

Resumen de Resultados Microbiología									
No. Muestra	Agar Caso		Agar Saburaud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado		
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Definiendo como “A” al muestreo previo a la desinfección y como “B” al muestreo posterior.

Tabla VII. Datos cualitativos

Resumen de Resultados cualitativos												
No. Muestra	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada	
					¿Teléfono al baño?						E. coli	Staph.
	M	F	0-35	36-65	Si	No	0	1-10	11-50	>50		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												

Continuación de la tabla VII.

Resumen de Resultados cualitativos												
No. Muestra	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada	
	M	F	0-35	36-65	¿Teléfono al baño?		0	1-10	11-50	>50	E. coli	Staph.
					Si	No						
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												

Continuación de la tabla VII.

Resumen de Resultados cualitativos												
No. Muestra	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada	
	M	F	0-35	36-65	¿Teléfono al baño?		0	1-10	11-50	>50	E. coli	Staph.
					Si	No						
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Se utilizó la siguiente tabla clasificando los muestreos por tipo de análisis y tomando como “+” al resultado positivo y “-” al resultado negativo.

Tabla VIII. **Recolección de datos obtenidos del análisis de las muestras tomadas**

Resumen Resultados Microbiología								
no.	Agar Caso		Agar Sabraud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado	
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1	0	2	0	-	-	-	-
2	0	0	0	0	-	-	+	-
3	14	0	3	0	-	-	+	-
4	3	0	0	0	-	-	-	-
5	3	0	1	0	-	-	+	-
6	0	0	0	0	+	-	-	-
7	0	0	0	0	-	-	+	-
8	0	0	0	0	-	-	-	-
9	6	0	9	0	-	-	+	-
10	1	0	0	0	-	-	+	-
11	25	0	2	0	+	-	+	-
12	0	0	0	0	+	-	-	-
13	1	0	0	0	-	-	-	-
14	0	0	0	0	-	-	-	-
15	4	0	0	1	+	-	-	-
16	1	0	0	0	-	-	-	-
17	0	0	3	0	-	-	-	-
18	2	0	2	0	-	-	+	-
19	2	1	0	0	-	-	+	-
20	0	0	2	0	-	-	-	-
21	0	1	0	0	-	-	-	-
22	0	0	0	0	+	-	+	-
23	1	0	1	1	-	-	+	-
24	4	0	1	0	-	-	+	-
25	4	0	0	1	-	-	+	-
26	7	1	80	0	+	-	+	-
27	8	0	0	0	+	-	-	-
28	0	0	0	0	+	-	+	-
29	0	0	0	0	+	+	+	-
30	2	0	0	0	-	-	+	-
31	1	0	0	0	-	-	-	-
32	1	0	0	0	-	-	-	-
33	0	0	0	0	-	-	+	-
34	12	0	0	0	+	-	+	-
35	2	0	0	0	-	-	-	-
36	0	0	0	0	+	-	-	-
37	0	0	0	0	-	-	-	-

Continuación de la tabla VIII.

Resumen Resultados Microbiología								
no.	Agar Caso		Agar Saburaud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado	
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
38	5	0	0	0	+	-	-	-
39	17	1	0	0	-	-	+	-
40	0	1	0	0	+	-	+	-
41	1	0	0	0	-	-	-	-
42	3	0	0	0	-	-	-	-
43	0	0	0	0	-	-	-	-
44	5	0	0	0	-	-	-	-
45	0	0	0	0	-	-	-	-
46	3	0	0	0	-	-	-	-
47	1	0	1	0	-	-	+	-
48	0	0	0	0	-	-	+	-
49	0	0	0	0	-	-	-	-
50	1	0	0	0	-	-	-	-
51	0	0	0	0	-	-	-	-
52	5	0	4	0	+	+	+	-
53	8	0	23	0	+	-	+	-
54	0	0	0	0	-	-	-	-
55	12	0	2	0	-	-	-	-
56	10	0	6	0	-	-	-	-
57	0	0	0	0	-	-	-	-
58	7	0	0	0	-	-	+	-
59	20	0	12	0	+	-	-	-
60	1	0	0	0	-	-	+	-
61	2	0	1	1	-	-	+	-
62	0	0	0	0	-	-	-	-
63	1	0	0	0	+	-	+	-
64	0	0	0	0	-	-	-	-
65	0	0	0	0	-	-	-	-
66	1	0	0	0			+	-
67	2	0	0	0	+	-	+	-
68	4	0	0	0	-	-	+	-
69	0	0	0	0	-	-	-	-
70	7	0	3	0	-	-	+	-
71	6	0	5	0	-	-	+	-
72	3	0	0	0	-	-	+	-
73	1	0	0	0	+	-	-	-
74	0	0	0	0	-	-	-	-

Continuación de la tabla IX.

Resumen Resultados Microbiología								
no.	Agar Caso		Agar Saburaud		Agar MacConkey		Agar Manitol Salado	
	Conteo microbiano		Hongos y Levaduras		E. Coli		Staphylo spp.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
75	2	0	0	0	-	-	+	-
76	1	0	0	0	-	-	+	-
77	0	0	0	0	-	-	-	-
78	1	0	0	0	+	-	+	-
79	0	0	0	0	-	-	-	-
80	9	0	0	0	+	-	+	-
81	0	0	0	0	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla IX. **Recolección de los datos cualitativos obtenidos del muestreo realizado**

Resumen de Resultados cualitativos													
No.	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada		
					¿Teléfono al baño?						E. coli	Staph.	
	M	F	0-35	36-65	Si	No	0	1-10	11-50	>50			
1	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-
2	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	x
3	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x
4	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-
5	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x
6	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x	-
7	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	x
8	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-
9	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x
10	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x
11	x	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-	x	x
12	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x	-
13	-	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-
14	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-
15	-	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-	x	-

Continuación de la tabla IX.

Resumen de Resultados cualitativos												
No.	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada	
	M	F	0-35	36-65	¿Teléfono al baño?		0	1-10	11-50	>50	E. coli	Staph.
					Si	No						
16	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-
17	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
18	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
19	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
20	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
21	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
22	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x
23	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	x
24	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
25	-	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
26	x	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x	x
27	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	x	-
28	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x
29	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x
30	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
31	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-
32	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-
33	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	x
34	x	-	x	-	-	x	-	-	x	-	x	x
35	x	-	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-
36	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	x	-
37	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
38	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	-
39	-	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-	x
40	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	x	x
41	-	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-
42	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-
43	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
44	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-
45	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
46	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-
47	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
48	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	x
49	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
50	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-
51	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
52	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x
53	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x
54	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
55	-	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-

Continuación de la tabla IX.

Resumen de Resultados cualitativos												
No.	Género		Rango de edad (años)		Hábitos de limpieza e higiene		Nivel de contaminación ufc/placa				Bacteria identificada	
					¿Teléfono al baño?						E. coli	Staph.
	M	F	0-35	36-65	Si	No	0	1-10	11-50	>50		
56	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-
57	x		-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
58	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
59	-	x	-	x	x	-	-	-	x	-	x	-
60	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
61	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
62	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
63	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	x	x
64	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
65	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
66	x	-	-	x	x		-	x	-	-	-	x
67	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	x	x
68	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
69	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
70	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
71	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
72	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
73	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	x	-
74	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
75	-	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
76	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x
77	x	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
78	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x
79	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
80	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x
81	-	x	x		x	-	x	-	-	-	-	-
Resultado	52	29	18	63	73	8	31	43	6	0	21	39
%	64 %	36 %	22 %	78 %	53 %	47 %	38 %	53 %	7 %	0 %	26 %	48 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.8. Análisis estadístico

Con la finalidad de evaluar estadísticamente los datos se definieron los siguientes valores:

3.8.1. Número de muestras

Se determinó el número de personas que componen la muestra extraída de la población, empresa que produce en Guatemala, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población.

Se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p q} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población 100
- Z_{α} = nivel de confiabilidad 95 % tabla de distribución normal: 1,96
- e = error muestral: 0,05
- p = proporción de individuos que poseen la característica de estudio:
 $p=q=0,5$
- q = proporción de individuos que no poseen la característica 1- p

Por lo que:

$$n = \frac{(1,96)^2 * 100 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 (100 - 1) + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5} = 79,50 = 80 + 1 \text{ muestras}$$

3.8.2. Media aritmética

Se definió la media aritmética del porcentaje de desinfección obtenido del análisis realizado, dando como resultado:

$$\bar{x} = \frac{94 + 90 + 90 + 100}{4} = 94 \%$$

3.8.3. Desviación estándar

Se determinó la desviación estándar del porcentaje de desinfección obtenido del análisis realizado, determinando que:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 4,6129$$

3.8.4. Coeficiente de variación

Se determinó el coeficiente de variación para saber la variabilidad de los porcentajes de desinfección encontrados, teniendo como resultado:

$$Cv = \frac{\sigma}{\bar{x}} = 4,91$$

3.8.5. Prueba t-student para muestras relacionadas

Mediante el análisis t-student se determinó la diferencia estadísticamente significativa entre los valores encontrados previo y posterior de la desinfección del conteo microbiano y hongos y levaduras.

3.8.5.1. Prueba t-student para el conteo microbiano

Existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras. Con un nivel de confianza del 95 %. $P(T \leq t)$ es menor de 0,05.

Tabla X. Prueba t-student para el conteo microbiano

Análisis	Variable 1	Variable 2
Media	3,0123	0,0617
Varianza	22,74	0,06
Observaciones	81,00	81,00
Correlación de Pearson	0,12	
Diferencia media hipotética	0,00	
df	80,00	
t Stat	5,60	
$P(T \leq t)$ una-cola	0,00	
t crítica una-cola	1,66	
$P(T \leq t)$ dos-colas	0,0000003	
t crítica dos-colas	1,99	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

3.8.5.1. Prueba t-student para Hongos y levaduras

Existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras. Con un nivel de confianza del 95 %.

$P(T \leq t)$ es menor de 0,05.

Tabla XI. Prueba t-student para Hongos y levaduras

Análisis	Variable 1	Variable 2
Media	3,0123	0,0617
Varianza	22,74	0,06
Observaciones	81,00	81,00
Correlación de Pearson	0,12	
Diferencia media hipotética	0,00	
df	80,00	
t Stat	5,60	
P(T<=t) una-cola	0,00	
t critica una-cola	1,66	
P(T<=t) dos-colas	0,0000003	
t critica dos-colas	1,99	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4. RESULTADOS

4.1. Fórmulas propuestas para la elaboración de la solución desinfectante de pantallas

Se propusieron 5 fórmulas con distintos ingredientes activos

Tabla XII. **Fórmula 1: peróxido de hidrógeno**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Peróxido de hidrógeno	3 %-25 %
Neutralizante	5-15 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla XIII. **Fórmula 2: etanol**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Etanol	60 %-70 %
Cocoamida	0,5 %
Lauril sulfato de sodio	5 %
Esencia aroma a vainilla	0,5 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla XIV. **Fórmula 3: isopropanol**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Isopropanol	70 %
Lauril sulfato de sodio	5 %
Esencia aroma a vainilla	0,5 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla XV. **Fórmula 4: hipoclorito de sodio**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Hipoclorito de sodio	0,5 %-2 %
Lauril sulfato de sodio	5 %
Esencia aroma a vainilla	0,5 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla XVI. **Fórmula 5: amonio cuaternario**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Amonio cuaternario	1,5 %-2 %
Lauril sulfato de sodio	5 %
Esencia aroma a vainilla	0,5 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.2. Fórmula final para el desarrollo del producto desinfectante

Se descartaron los ingredientes activos que dañaban la superficie de los teléfonos.

Tabla XVII. **Formulación y desarrollo producto desinfectante**

Principio activo	Daña la pantalla	Elimina bacterias	Porcentaje a usar	Observaciones
Alcohol etílico	x	x	70 %	A largo plazo daña la pantalla
Alcohol Isopropílico		x	70 %	No daña la pantalla, ni genera alergia en la piel del usuario
Peróxido de hidrógeno		x	3 %	No daña la pantalla.
Hipoclorito de sodio	x	x	0,5 %	Daña la pantalla del teléfono.
Amonio cuaternario		x	1,5 %	El contacto con la piel puede generar dermatitis

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Tabla XVIII. **Fórmula final definida con activo Isopropanol y peróxido de hidrógeno al 35 %**

Reactivo	Concentración efectiva mínima (% v/v)
Isopropanol	70 %
Peróxido de hidrogeno 35 %	3 %
Lauril sulfato de sodio	5 %
Esencia aroma a vainilla	0,5 %
Agua csp.	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.3. Carga bacteriana: conteo microbiano previo y posterior a la desinfección de las pantallas de teléfonos

Se presenta el resultado del conteo microbiano realizado a los teléfonos muestreados.

Tabla XIX. **Resumen resultados obtenidos análisis; conteo microbiano**

Conteo microbiano		
Resultado	# Muestra	% de muestra
Positivo	50	62 %
Negativo	31	38 %
Positivo previo / negativo post conteo microbiano	47	94 %
Positivo previo / positivo post conteo microbiano	3	6 %
Negativo Previo / positivo Post conteo microbiano	2	2 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.4. Carga bacteriana: hongos y levaduras previo y posterior a la desinfección de las pantallas de teléfonos

Se presenta el resultado del conteo de carga bacteriana hongos y levaduras realizado a los teléfonos muestreados.

Tabla XX. **Resumen resultados obtenidos análisis: hongos y levaduras**

Hongos y levaduras		
Resultado	# Muestras	% de muestra
Positivo	20	25 %
Negativo	61	75 %
Positivo previo / negativo post conteo microbiano	18	90 %
Positivo previo / positivo post conteo microbiano	2	10 %
Negativo Previo / positivo Post conteo microbiano	2	2 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.5. **Presencia de E. coli en las pantallas y eliminación luego de la aplicación de la solución desinfectante**

Se presenta el resultado de la presencia de E. Coli en los teléfonos muestreados.

Tabla XXI. **Resumen resultados obtenidos análisis: presencia de E. coli**

E coli		
Resultado	# Muestra	% de muestra
Positivo	21	26 %
Negativo	60	74 %
Positivo previo / negativo post conteo microbiano	19	90 %
Positivo previo / positivo post conteo microbiano	2	10 %
Negativo Previo / positivo Post conteo microbiano	0	0 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.6. Presencia de Staphylococcus en las pantallas y eliminación luego de la aplicación de la solución desinfectante

Se presenta el resultado de la presencia de Staphylococcus en los teléfonos muestreados.

Tabla XXII. **Resumen resultados obtenidos análisis: Staphylococcus**

Staphylococcus		
Resultado	# Muestra	% de muestra
Positivo	39	48 %
Negativo	42	52 %
Positivo previo / negativo post conteo microbiano	39	100 %
Positivo previo / positivo post conteo microbiano	0	0 %
Negativo Previo / positivo Post conteo microbiano	0	0 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.7. Efectividad de la solución desinfectante determinada con el promedio de los resultados obtenidos de las bacterias evaluadas

Se toma en cuenta efectividad promedio de los análisis realizados.

Tabla XXIII. **Efectividad de la solución desinfectante realizada con la fórmula final propuesta**

Resultado	
Análisis	Efectividad de Desinfección (%)
Conteo microbiano	94 %
Hongos y levaduras	90 %
E. coli	90 %
Staphylococcus	100 %
Promedio	94 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

4.8. Análisis estadístico cualitativo sobre influencia del género, edad y uso del teléfono al ir al sanitario, en los resultados de contaminación bacteriana encontrada en su teléfono

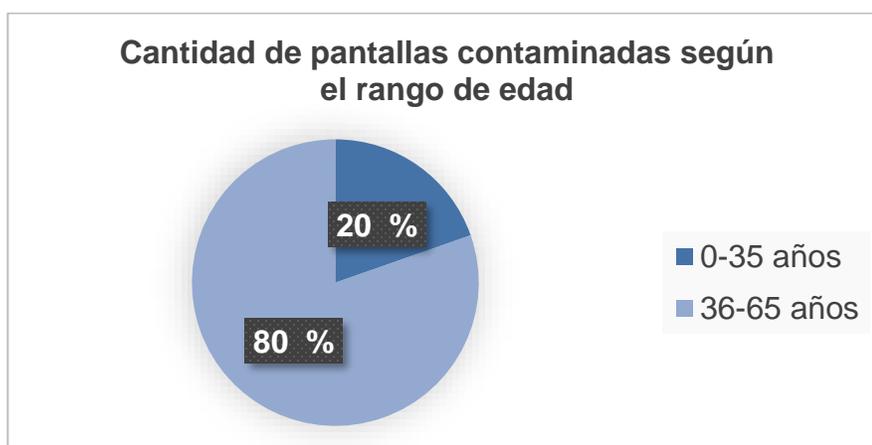
Para una mejor visual de los datos obtenidos, se realizó un análisis estadístico con las variables cualitativas y cuantitativas.

Figura 3. **Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según el género del colaborador**



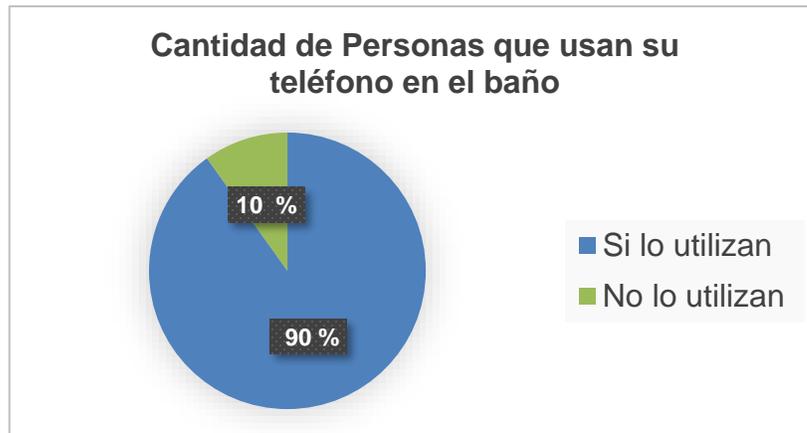
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2021.

Figura 4. **Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según edad del colaborador**



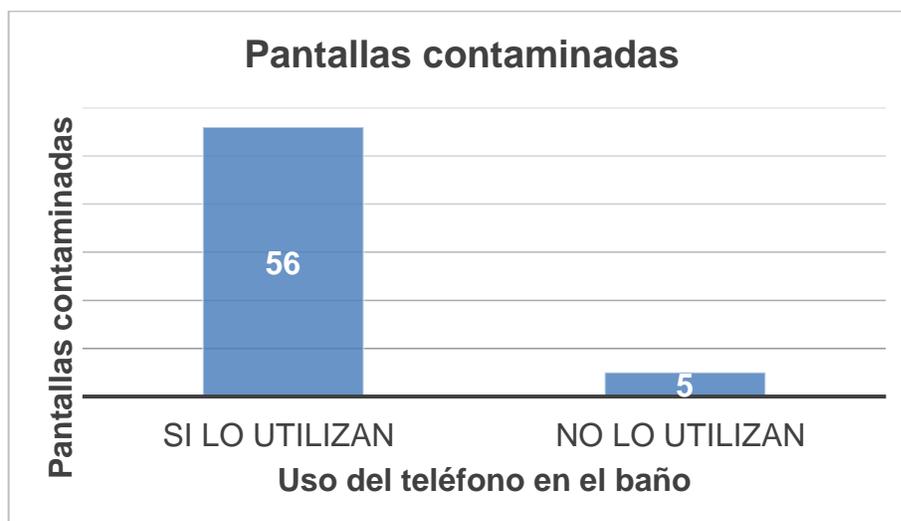
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2021.

Figura 5. **Diagrama de pie de colaboradores que usan o no el teléfono en el sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2021.

Figura 6. **Diagrama de pie de los resultados obtenidos de la contaminación de las pantallas según si usan o no el teléfono en el sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2021.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se propusieron 5 fórmulas para la elaboración del producto desinfectante de pantallas (tabla X-tabla XIV, resultados), cada una con un activo diferente y otros reactivos para su mejor funcionamiento, colocando el porcentaje a utilizar. Mediante investigación de cada uno de los activos se fue definiendo su efectividad como desinfectante, así como en qué tipo de superficies es normalmente utilizado. También se definió si alguno de estos era dañino para el medio ambiente, el consumidor o la superficie en la que sería aplicado, en este caso las pantallas de teléfonos móviles. Para realizar las pruebas de efectividad y funcionamiento de los activos se realizaron pruebas en pantallas de teléfonos móviles que ya no servían, para con esto no arriesgar dispositivos en funcionamiento.

Según la investigación y pruebas realizadas, el activo de la fórmula 1, alcohol etílico, si puede ser utilizado como desinfectante en una proporción mayor o igual a 70 % pero no puede ser utilizado en pantallas de teléfonos porque la daña luego de un uso prolongado. Por otro lado, el alcohol isopropílico (isopropanol) al 70 %, el activo de la fórmula 2, si elimina las bacterias sin provocar ningún efecto secundario negativo. El peróxido de hidrógeno, fórmula 3, en grandes proporciones, si daña la piel del usuario por lo que se definió que a un porcentaje bajo de 3 % elimina las bacterias evaluadas sin dañar al usuario ni las pantallas. Se realizaron pruebas con hipoclorito de sodio, fórmula 4, este a un bajo porcentaje de 0,5 %. Se observó que, si elimina las bacterias evaluadas, pero conjunto con esto provoca daños irreversibles en la pantalla. Por último, se evaluó el amonio cuaternario como opción para la fórmula final y si cumplía su

función como desinfectante, pero luego de un tiempo prolongado en contacto con la piel del usuario este provoca dermatitis. (tabla XV, resultados)

Se determinó la fórmula final, según los resultados anteriores obtenidos. Por lo que se definió como fórmula final la fórmula 2 propuesta con activo el alcohol isopropílico, pero se decidió agregarle otro activo para mejores resultados, añadiéndole el 3 % de peróxido de hidrógeno el cual se propuso en la fórmula 3. Por lo que la fórmula final definida se observa en la tabla XVI de la sección de resultados.

Luego de definida la fórmula a utilizar, se elaboró el producto desinfectante y se comprobó su efectividad. Por medio del método de hisopado se evaluaron 81 muestras, realizando el hisopado a la pantalla de teléfono del colaborador de la empresa farmacéutica, previo a la desinfección y luego se aplicó el producto desinfectante y se realizó otro hisopado a la misma pantalla. A la muestra obtenida del hisopado, se le realizaron 4 análisis microbiológicos; conteo microbiano, Hongos y levaduras, E. coli y Staphylococcus.

En el análisis de recuento microbiano analizado en el medio de cultivo agar caso, se determinó que, de las 81 muestras evaluadas previo a la desinfección, 50 de las muestras presentaron crecimiento microbiano, es decir el 62 % de los trabajadores al llegar al trabajo tienen su pantalla contaminada y 31 no presentaron crecimiento microbiano. Posterior del hisopado inicial se desinfectó la pantalla de teléfono con el producto desinfectante elaborado y se volvió a hisopar, obteniendo el resultado de las 51 muestras que dieron positivo al inicio, 47 dieron negativo luego de la desinfección, 3 dieron positivo nuevamente y de las que no presentaron crecimiento al inicio, 2 presentaron al final. Se puede concluir que la contaminación de estas muestras fue por motivos de contaminación durante la siembra de las muestras por lo que no se tomaron en

cuenta para calcular la efectividad del desinfectante para disminuir o eliminar el conteo microbiano de las pantallas. Se obtuvo como resultado un 94 % de efectividad de desinfección del producto elaborado, para la eliminación del conteo microbiano. (Tabla XVII-resultados)

Posterior a esto se realizó el análisis de medición de carga bacteriana de hongos y levaduras en el medio de cultivo agar Sabouraud. Los resultados iniciales obtenidos fueron de 20 muestras presentaron crecimiento de hongos y levaduras previo a la desinfección y posterior a esta solo 2 presentaron crecimiento. Debido al mal manejo de muestras en esta también se presentó crecimiento en 2 muestras por motivo de contaminación al momento de la siembra. Se determinó según los resultados obtenidos, que el desinfectante elaborado es efectivo un 90 % para eliminar hongos y levaduras de una pantalla de teléfono móvil. (Tabla XVIII-resultados)

Un análisis microbiano que no podía faltar para medir efectividad de desinfección de nuestro producto elaborado era el análisis de presencia de *E. coli* en las pantallas ya que estas provocan enfermedades graves en las personas. La identificación de esta se realizó en el medio de cultivo agar MacConkey. Los resultados obtenidos fueron, de 81 muestras el 26 % presento crecimiento de *E. coli*, es decir 21 muestras. Luego de la aplicación del desinfectante propuesto, 19 de las 21 muestras ya no presentaron el crecimiento de la bacteria. Por lo tanto, se determinó que la efectividad es de un 90 % para la eliminación de *Escherichia coli* (tabla XIX-resultados). Para la determinación del resultado positivo o negativo se realiza por medio de la observación del color del agar, si este presenta un cambio de corinto a amarillo suave, indica que hay crecimiento de *E. coli* en la muestra.

Por último, se analizó la presencia de Staphylococcus en las pantallas de los trabajadores, por medio del medio de cultivo agar manitol salado. Se obtuvo que casi el 50 % de las muestras analizadas previas a la desinfección presentaron crecimiento de Staph. Luego de la desinfección, ninguna de las muestras presentó crecimiento por lo que la efectividad del desinfectante para la eliminación de Staphylococcus es del 100 % (tabla XX-resultados). Se reportó como resultado positivo el cambio de color del medio de rojo a amarillo, indicando que hay crecimiento de Staph. en la muestra.

Por medio del análisis estadístico, t de student, se logró determinar que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras previas a la desinfección y luego de haber aplicado el desinfectante según los resultados obtenidos del conteo microbiano y del conteo de hongos y levaduras. Con un nivel de confianza del 95 %. $P(T \leq t)$ es menor de 0,05.

Tomando en cuenta los análisis microbianos expuestos, se determinó la media aritmética de los resultados obtenidos, llegando a la conclusión que el producto desinfectante elaborado con activos alcohol isopropílico al 70 % y peróxido de hidrógeno al 3 %, tiene una efectividad desinfectante del 94 % evaluando su efectividad, analizando las bacterias más comunes que podemos encontrar en las pantallas de teléfonos de las personas, por lo que la hipótesis nula (H_0) se rechaza, aceptando la alternativa (H_1).

Si analizamos los resultados cualitativos (inciso 4.8- resultados) podemos observar en la gráfica I. que más del 50 % de las pantallas contaminadas pertenecían a personas del género masculino. Esto también pudo haber sucedido ya que la mayor parte de los colaboradores de la empresa son hombres. Si vemos la relación de la contaminación de pantallas según su edad (figura 4), el 80 % de los teléfonos contaminados, son de personas que se encuentran entre el rango

de edad de 36 a 65 años. El foco de contaminación más alto es en los sanitarios, por lo que se evaluó la relación de las pantallas contaminadas vs. el uso del teléfono móvil al momento de utilizar el sanitario (figura 5). Cabe mencionar que el 90 % de los colaboradores utilizan el teléfono móvil al momento de utilizar el sanitario, esto es quiere decir que 9 de cada 10 colaboradores pueden contaminar de esta manera su pantalla. En la evaluación de contaminación versus uso en el sanitario (figura 6), 56 de las 61 pantallas que presentaron algún tipo de crecimiento microbiológico en el análisis fueron utilizadas al momento del uso del sanitario y solo 5 de estas puede deberse a otras causas.

CONCLUSIONES

1. Existen distintos tipos de activos desinfectantes para la elaboración de un producto para la limpieza de las pantallas móviles y cada uno de ellos debe ser utilizado a determinado porcentaje mínimo para que cumpla su función.
2. A pesar de que un activo cumpla su función como desinfectante, esto no nos garantiza el buen funcionamiento para la aplicación deseada ya que puede provocar efectos secundarios como daño a las pantallas de los teléfonos o daños al usuario del producto.
3. El uso de dos activos en una misma solución garantiza una mejor desinfección para más tipos de bacterias que si solo se utilizara uno.
4. El impacto de la aplicación del producto desinfectante en los resultados previos y posteriores al evaluar el recuento microbiano en las muestras es significativo.
5. El porcentaje de desinfección de hongos y levaduras en la muestra es de 90 % por lo que es un porcentaje aceptable por el uso que se le da a las pantallas.
6. La eliminación de presencia de E. Coli en las muestras es del 90 %, por lo que sí tuvo un impacto significativo al aplicar el producto en las pantallas.

7. Se eliminó en un 100 % la presencia de Staphylococcus en la muestra el cual refleja el mayor porcentaje de efectividad de desinfección del producto elaborado.
8. El porcentaje en promedio de desinfección de las bacterias evaluadas es del 94 % por lo que se considera que el producto cumple la su función deseada.
9. El aspecto que más influye en la contaminación de las pantallas móviles es el uso de este en el sanitario.

RECOMENDACIONES

1. Considerar los costos de los reactivos para todas las fórmulas propuestas para que el producto sea rentable.
2. Evaluar siempre a detalle que el activo este al porcentaje v/v % adecuado para la desinfección.
3. Investigar que, al momento de utilizar dos activos desinfectantes, estos no reaccionen de forma agresiva y se obtengan productos nocivos o irritantes.
4. Evaluar para una mejor desinfección, la adición de otro activo o un mayor porcentaje de los activos propuestos para la formula final del producto.
5. Evitar el uso del teléfono móvil al ir al sanitario ya que esta es la mayor causa de contaminación de las pantallas.

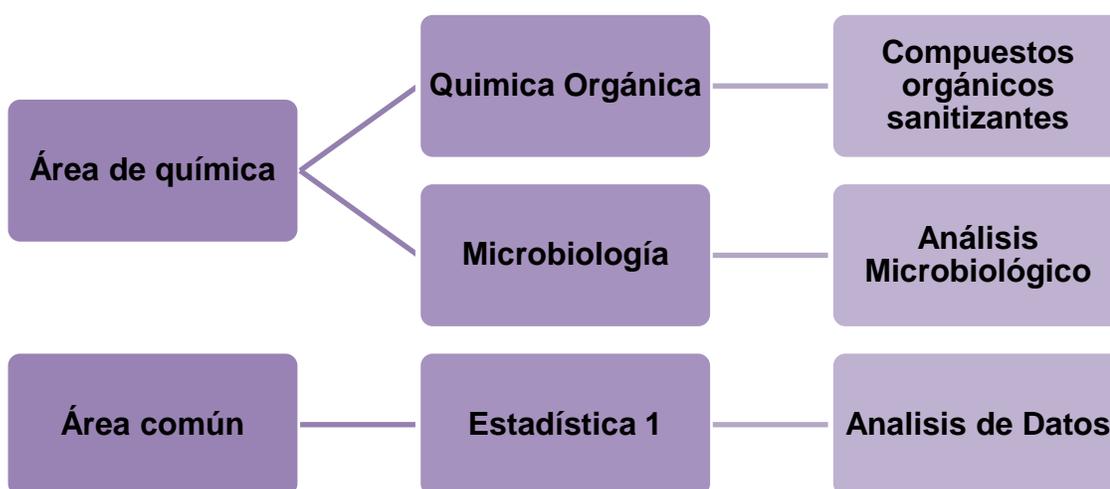
BIBLIOGRAFÍA

1. BRADY, R.; VERRAN, J.; DAMANI, N.; GIBB, A. *Revisión de los dispositivos de comunicación móvil como reservorios potenciales de patógenos nosocomiales.* [en línea]. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19168261>>. [Consulta: 25 de mayo de 2021].
2. DELGADO COBOS, Leydi Soledad; GALARZA BRITO, Juan Elí; HERAS GARATE, Marco Antonio. *Contaminación Bacteriana y Resistencia Antibiótica en los Celulares del Personal de Salud del Hospital Vicente Corral Moscoso.* Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, 2012. 123 p.
3. El Peruano. *Normas Legales.* [en línea]. <http://www.sanipes.gob.pe/normativas/8_RM_461_2007_SUPERFICIES.pdf>. [Consulta: 29 de julio de 2021].
4. FAMUREWA, Oladiran; OLUWOLE, David. *Cell phone: a medium of transmission of bacterial pathogens.* [en línea]. <https://www.researchgate.net/publication/288970109_Cell_phones_A_medium_of_transmission_of_bacterial_pathogens>. [Consulta: 22 de junio de 2021].

5. MACCONKEY, Agar. *Medio de cultivo. Bacteriología general*. [en línea]. <http://www.probiotek.com/wp-content/uploads/2014/01/1019-E_AGAR-MACCONKEY.pdf>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
6. MADIGAN, Michael; MARTINKO, John; PARKER, Jack. *Brok biología de los microorganismos*. 10a ed. Madrid, España: Pearson Educación; 2002. 986 p.
7. MALLMA ESPINOZA, Aurelio. *Contaminación de bacterias patógenas en teléfonos celulares del personal de salud del hospital Daniel Alcides Carrión - Huancayo*. [en línea]. <<http://docplayer.es/82333110-Universidad-peruana-los-andes-facultad-de-ciencias-de-la-salud-escuela-profesional-de-tecnologia-medica.html>>. [Consulta: 25 de mayo de 2021].
8. PAZ MONTES, América; FUENMAYOR BOSCAN, Alisbeth; SANDREA, Lisette; COLMENARES, Joelymar; MARÍN, Milagros; RODRÍGUEZ, Egleé. *Riesgo microbiológico asociado al uso de teléfonos móviles en laboratorios clínicos hospitalarios de Maracaibo-Venezuela*. [en línea]. <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000200007&lng=es&tlng=es>. [Consulta: 27 de mayo de 2021].
9. SABOURAUD, Agar. *Medio para el aislamiento de hongos*. [en línea]. <https://commerce.bio-rad.com/webroot/web/pdf/inserts/CDG/es/56524_2019_07_ES.pdf>. [Consulta: 29 de julio de 2019].

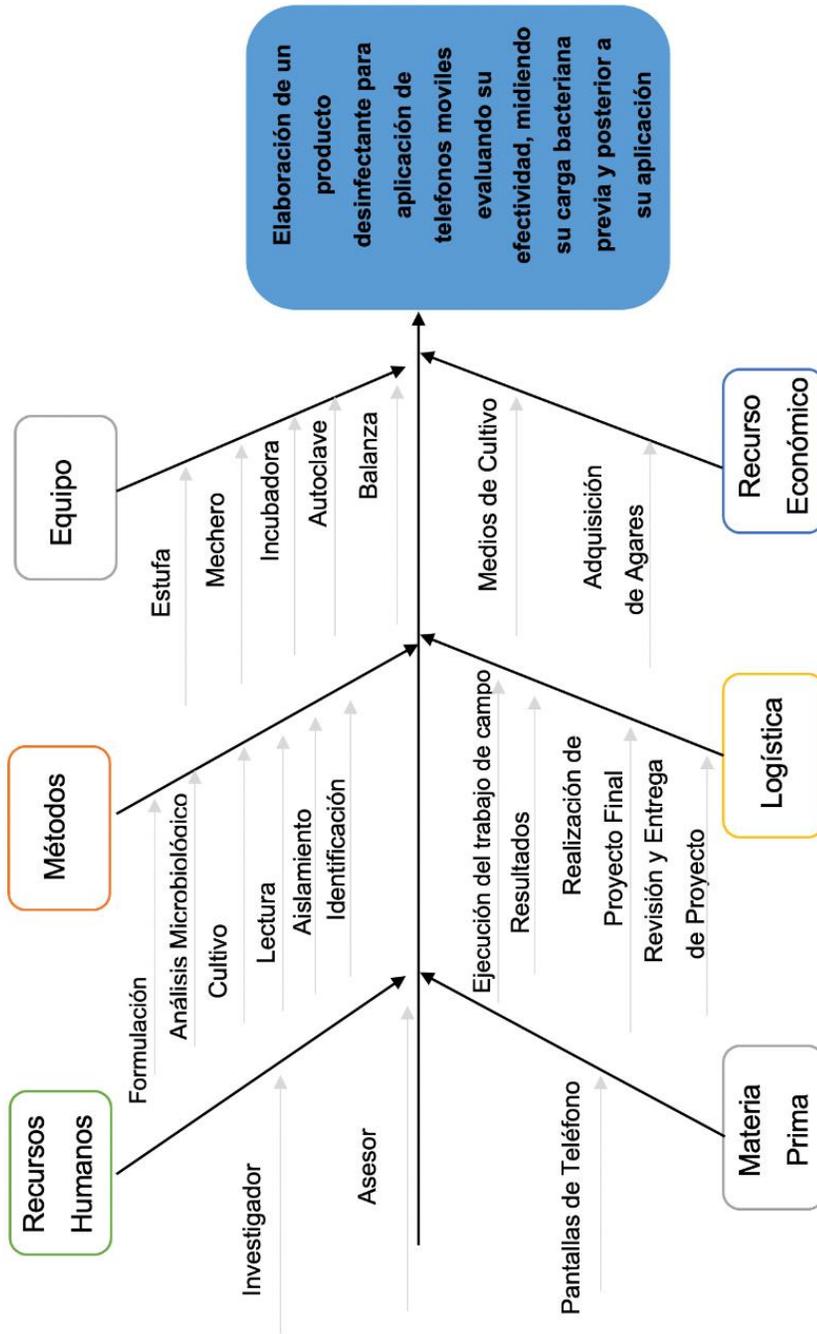
APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**



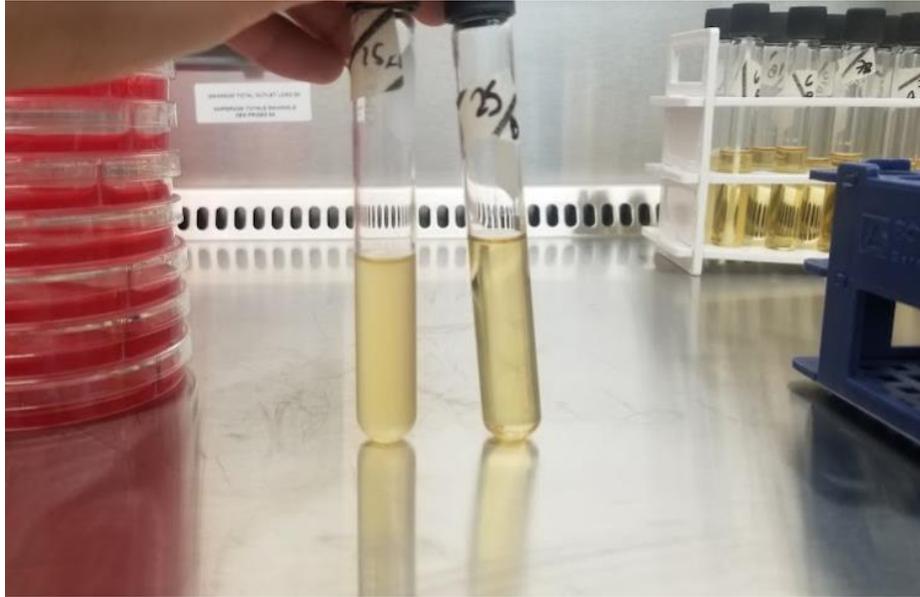
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2021.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2021.

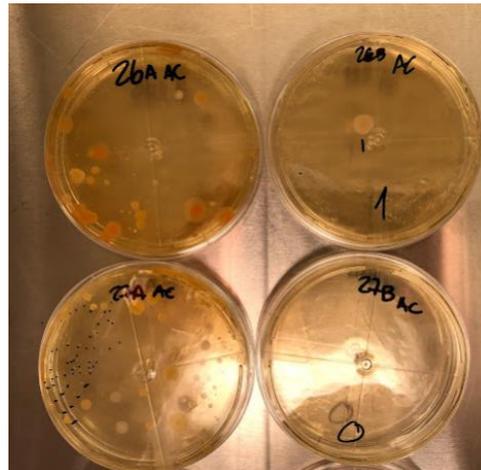
Apéndice 3. **Foto tubos de ensayo con muestra inicial sin desinfección y posterior a la desinfección**



A B

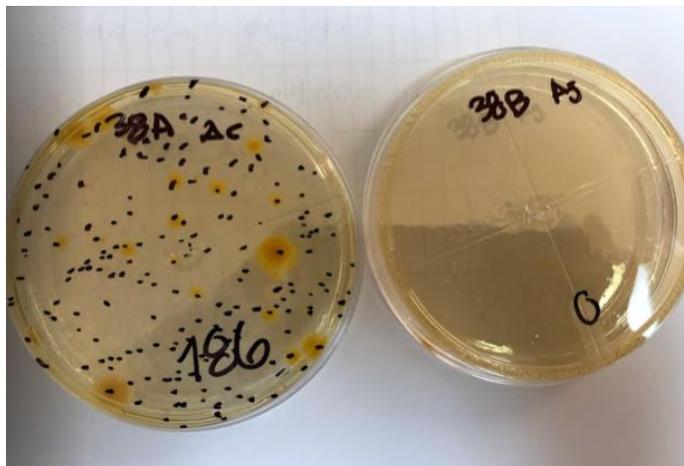
Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

Apéndice 4. **Foto recuento microbiano previo a la desinfección y posterior**



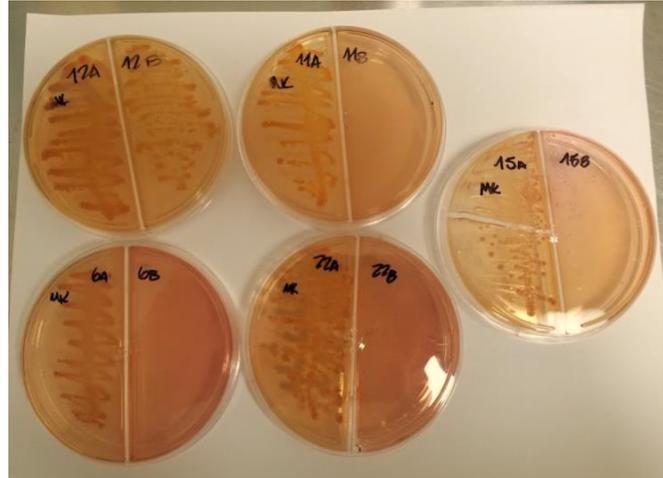
Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

Apéndice 5. **Foto conteo crecimiento hongos y levaduras previo a la desinfección y posterior**



Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

Apéndice 6. **Foto presencia de E. coli previo a la desinfección y posterior**



Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

Apéndice 7. **Foto presencia de Staphylococcus previo a la desinfección y posterior**



Fuente: elaboración propia, Laboratorios y Droguería Pharmadel, San Lucas Sacatepéquez.

