



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOFARMACIA**

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE  
DESINFECTANTES HOSPITALARIOS FRENTE A LOS  
MICROORGANISMOS *Staphylococcus aureus* Y *Enterococcus*  
*faecalis*

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE QUÍMICAS FARMACEUTAS

**AUTORAS: DEBIE CATALINA AVILÉS CASTILLO**

**ARIANA SAMANTHA SÁNCHEZ ANDRADE**

**DIRECTORA: Q.F SANDRA DENISSE ARTEAGA SARMIENTO**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOFARMACIA**

**CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE DESINFECTANTES**

**HOSPITALARIOS FRENTE A LOS MICROORGANISMOS**

*Staphylococcus aureus Y Enterococcus faecalis*

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

**TÍTULO DE QUÍMICAS FARMACEUTAS**

**AUTORAS: DEBIE CATALINA AVILÉS CASTILLO**

**ARIANA SAMANTHA SÁNCHEZ ANDRADE**

**DIRECTORA: Q.F SANDRA DENISSE ARTEAGA SARMIENTO.**

**CUENCA-ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

Debie Catalina Avilés Castillo portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0107195240. Declaro ser la autora de la obra: “Concentración Mínima inhibitoria de desinfectantes hospitalarios frente a los microorganismos Staphylococcus aureus y Enterococcus faecalis”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 26 de septiembre de 2022

**Debie Catalina Avilés Castillo**

**C.I. 0107195240**

**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

Ariana Samantha Sánchez Andrade portadora de la cédula de ciudadanía N° 0105348296. Declaro ser el autor de la obra: “Concentración Mínima Inhibitoria de desinfectantes hospitalarios frente a los microorganismos *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 27 de septiembre de 2022



Ariana Samantha Sánchez Andrade

C.I. 0105348296

### CERTIFICACIÓN:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado “**CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE DESINFECTANTES HOSPITALARIOS FRENTE A LOS MICROORGANISMOS *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis***”, realizado por **DEBIE CATALINA AVILÉS CASTILLO** y **ARIANA SAMANTHA SANCHÉZ ANDRADE**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución bajo el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor/a, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Cuenca, **20 de septiembre del 2022.**



**Firma**

Dra. Denisse Arteaga Sarmiento

---

## RESUMEN

**Introducción:** Los microorganismos son peligrosos para la salud de los seres humanos, principalmente los causantes de enfermedades nosocomiales a nivel hospitalario, entre estos se destacan *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*. Su alta capacidad de infección en muchas ocasiones se debe a que las bacterias mencionadas anteriormente, presentan una cierta resistencia a antimicrobianos y desinfectantes de uso hospitalario, por lo cual no se genera su inhibición total deseada.

**Objetivos:** Evaluar la resistencia que tienen los microorganismos *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis* frente a diferentes concentraciones de desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios como: hipoclorito de sodio, glutaraldehído, yodopovidona, amonio cuaternario y alcohol etílico.

**Materiales y métodos:** Se determinó la resistencia antimicrobiana de las cepas *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis* usando la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) utilizando el método de macro dilución en caldo. **Resultados:** los desinfectantes hipoclorito de sodio, alcohol etílico y amonio cuaternario inhibieron el crecimiento bacteriano en absolutamente todas sus concentraciones y réplicas; mientras que los desinfectantes glutaraldehído y yodopovidona no generaron una inhibición total.

**Palabras clave:** Desinfectantes, concentración mínima inhibitoria, resistencia microbiana.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** Microorganisms are dangerous for human health, mainly those causing nosocomial diseases at the hospital level, among which *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis* stand out. Their high capacity for infection is often because the bacteria mentioned above present a specific resistance to antimicrobials and disinfectants of hospital use, which is why their desired total inhibition is not generated.

**Objectives:** To evaluate the resistance of *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis* microorganisms to different concentrations of disinfectants used in hospital environments such as sodium hypochlorite, glutaraldehyde, iodopovidone, quaternary ammonium and ethyl alcohol.

**Materials and Methods:** The antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis* strains were determined using the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) through the macro dilution method in broth. **Results:** Sodium hypochlorite, ethyl alcohol and quaternary ammonium disinfectants inhibited bacterial growth in absolutely all concentrations and replicates, while glutaraldehyde and iodopovidone disinfectants did not generate total inhibition.

**Keywords:** disinfectants, minimum inhibitory concentration, microbial resistance

---

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	1
PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	1
1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
2.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
3. OBJETIVOS .....	6
3.1- Objetivo general .....	6
3.2- Objetivos Específicos .....	6
4. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1- Antecedentes .....	7
4.2.3- <i>Staphylococcus aureus</i> .....	11
4.2.4- <i>Enterococcus faecalis</i> .....	12
CAPÍTULO II .....	4
METODOLOGÍA .....	4
5. METODOLOGÍA .....	15
5.1. Diseño y Clasificación de la investigación .....	15
5.2. Definición del universo de estudio o la población .....	15
5.3. Muestreo y Muestra .....	15
6. PRINCIPALES VARIABLES DE MEDICIÓN DE LA RESPUESTA .....	16
7. Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	18
8. Procesamiento, análisis, resumen y presentación de la información .....	18
Procedimientos éticos .....	19
CAPÍTULO III .....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
9. RESULTADOS .....	22
10. DISCUSIÓN .....	30
CAPÍTULO IV .....	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	23
11. CONCLUSIONES .....	37
12. RECOMENDACIONES .....	39

BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS.....	37

---

## **DEDICATORIA.**

Esta tesis se la dedico con todo mi corazón a mi mamá por su apoyo incondicional debido a que, sin ella no lo habría logrado. A lo largo de mi vida, su bendición me ha protegido mucho, así como su amor y paciencia en este camino tan largo.

Debie Catalina Avilés Castillo.

---

## **DEDICATORIA.**

Este trabajo de titulación está dedicado a mi madre y hermano por ser un valioso y constante soporte en mi vida cotidiana, ya que sin su motivación y apoyo esto no habría sido posible.

Ariana Samantha Sánchez Andrade.

---

## **AGRADECIMIENTOS:**

Quiero agradecer primero a Dios por consentir la culminación de una de mis metas planteadas en la vida.

Debido al apoyo incondicional y amor, en el transcurso de mi carrera, agradezco a mis padres.

A mis profesores por enseñarme con paciencia y guiarme en este camino de la vida.

A mi tutora por guiarme en el transcurso de mi tesis.

Y a mis compañeros de la Universidad por compartir conmigo momentos gratos.

Debie Catalina Avilés Castillo.

---

## **AGRADECIMIENTOS:**

Deseo agradecer a mi hermano y madre por el soporte y cooperación absolutos brindados, lo que me motivó a culminar este trabajo de titulación.

A la Doctora Denisse Arteaga, mi tutora de tesis, por su guía, esfuerzo, dedicación, esmero y asistencia constante durante todo el desarrollo de la misma.

A la Doctora Paula Blandín por el apoyo y comprensión que me ha brindado siempre.

A todos mis profesores de la Universidad que me impartieron conocimiento a lo largo de mi formación académica.

A mis compañeros de clases que siempre fueron amables y agradables conmigo.

Ariana Samantha Sánchez Andrade.

---

## INTRODUCCIÓN

La expansión de bacterias multi resistentes a nivel mundial, es alarmante y representa un problema de salud importante, ya que estos microorganismos tienen la capacidad de generar infecciones en la población, por lo que causan una prolongación del tiempo de hospitalización, aumento de costos médicos y mortalidad. Por este motivo, es necesario que las naciones implementen tanto medidas de prevención, como de control de infecciones generadas por bacterias en establecimientos de salud (5).

El término resistencia a desinfectantes, se refiere a un microorganismo que no presenta sensibilidad a una determinada concentración del compuesto usado, por lo que el desinfectante no cumple con su actividad normal de desinfección e inhibición, porque la bacteria incrementa su tolerancia a la sustancia y se vuelve resistente. Los desinfectantes son capaces de desempeñar mecanismos de acción sobre moléculas de membrana de las células vivas, en especial sobre lípidos, carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales, ácidos nucleicos y hormonas. No obstante, la actividad de un desinfectante puede variar según el microorganismo, inclusive entre cepas distintas de una misma especie (5,7).

Los mecanismos de resistencia de estos agentes patógenos en muchas ocasiones se deben a una adaptación de los mismos al medio en el que habitan, causado por el uso indiscriminado y sin control de estas sustancias; así como inadecuadas concentraciones de las mismas, tiempos insuficientes de aplicación, ya que las personas no suelen leer los instructivos que indican todas estas cuestiones (7).

En la presente investigación se evaluó la CMI de hipoclorito de sodio, glutaraldehído, alcohol etílico, yodopovidona y amonio cuaternario, frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 y *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 a través de varias concentraciones de las sustancias y con blancos negativos y positivos para la comparación óptima de los resultados.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## **1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Situación problemática y problema de investigación**

Los microorganismos han impactado significativamente en la historia de la humanidad. Desde épocas remotas, han sido causantes de enfermedades graves que culminaron con la vida de un sinnúmero de personas y generado pandemias, por ello, el descubrimiento de la acción de los antimicrobianos, desinfectantes y antisépticos frente a las bacterias, permitió el cese en la proliferación de algunos microorganismos a nivel hospitalario tanto para superficies como para insumos, instrumental médico e incluso en pacientes (1).

En Perú, según la investigación realizada por González, los desinfectantes reducen la mortalidad por infección en un 54% por su capacidad para erradicar gérmenes transmisores de enfermedades (1). Es por ello que la OMS recomendó usar desinfectantes y antisépticos en áreas intrahospitalarias (2).

Las infecciones bacterianas siguen siendo un problema trascendental tanto en la salud pública como privada. Cada persona está expuesta a una gran cantidad de agentes microbianos en su diario vivir debido a que las infecciones pueden ser transmitidas de manera directa e indirecta (cruzada) a través de objetos inanimados. El uso de un nivel superior de higiene dentro de toda labor, principalmente hospitalario, es primordial, ya que permite la reducción de transmisión cruzada de cualquier agente infeccioso (3).

Sin embargo, desde la década de 1950, ya se informaba de las primeras cepas bacterianas capaces de adquirir resistencia a antimicrobianos en general, debido a que su proceso de evolución se ha acelerado y expandido globalmente, incrementando la resistencia bacteriana. Teorías planteadas acerca de la multiresistencia bacteriana, relacionan al medio ambiente y a los cambios genéticos, así lo manifiestan Celis et. al (3).

Por este motivo, la OMS señaló que la RAM se encuentra formando parte de uno de los tres problemas más importantes a los que la salud humana enfrenta, siendo una de las mayores amenazas en la actualidad. Entre los antimicrobianos también se pueden citar a los antisépticos y desinfectantes, por este motivo, alcanzar un mejor nivel de desinfección mediante adecuadas concentraciones de desinfectantes podría favorecer a una eliminación más efectiva de los microorganismos (4).

Desde hace años atrás, se sabe que la mayor parte de las infecciones hospitalarias han sido principalmente causadas por una diversa variedad de bacterias. Frente a esta situación, aproximadamente en la década de 1950, se detectó que el género *Staphylococcus* constituyó uno de los principales agentes que generan infecciones nosocomiales por presentar alta resistencia, la cual ha ido incrementando hasta obtener cepas resistentes principalmente a la meticilina y que forman parte del ecosistema de muchos hospitales en general (5).

De igual manera, un estudio epidemiológico realizado por Castellano *et al.*, demostraron un incremento paulatino en infecciones nosocomiales generadas por *S. aureus*, desde un 11,2% en 1996 hasta un 20% en 2016. Asimismo, en la década actual el incremento de la prevalencia de *E. faecalis* dentro de un proceso asistencial hospitalario tanto en forma endémica como epidémica, implica un serio problema terapéutico por la adquisición de resistencia contra los desinfectantes comunes (6, 7).

El NNIS (EE.UU.) informó que el género *Enterococcus* es la segunda causa más frecuente reportada de infecciones en heridas quirúrgicas por su capacidad de acceder con facilidad a las vías sanguíneas. El género *Enterococcus* ha adquirido resistencia incluso a condiciones ambientales por lo que su rápida diseminación en el ambiente hospitalario se ha favorecido por el insuficiente cumplimiento de lavado de manos del personal de salud. A partir de la década de los años 50 del pasado siglo, se informó de las primeras cepas de *Enterococcus faecalis* resistentes a los derivados de amonio cuaternario, siendo un gran problema para algunos ambientes

intrahospitalarios. No obstante, dicha situación se ha incrementado. Esta bacteria es la responsable del 23,9% de la mortalidad global por enfermedades nosocomiales (6, 7, 8).

Es importante recalcar que no ha sido posible evidenciar investigaciones que se relacionen con el tema referente a la resistencia a desinfectantes o antisépticos en diferentes concentraciones en Ecuador y en Azuay mediante el método de CMI. Las investigaciones encontradas solamente relacionan a antibióticos más no desinfectantes.

## **2.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1- Significado o importancia de la solución del problema**

La presente investigación es de relevancia debido a que en la actualidad la resistencia microbiana frente a diversos desinfectantes de uso hospitalario ha incrementado considerablemente, lo que se debe al hecho de que se requiere de otras concentraciones de los mismos o tiempos de contacto mucho más prolongados.

Por este motivo, es trascendental el desarrollo de nuevos estudios e investigaciones sobre el uso de los desinfectantes y sus concentraciones que permita impedir la proliferación de diversos microorganismos. Entre éstos se encuentran *S. aureus* y *E. faecalis*, que son los microorganismos patógenos de interés.

### **2.2- Aporte y Novedad**

#### **2.2.1- Aporte metodológico**

Bajo el criterio metodológico, la presente investigación permitirá observar la aplicación de la técnica de CMI de algunos desinfectantes más comunes de uso hospitalario, frente a los microorganismos *S. aureus* y *E. faecalis* a partir de la experimentación en el laboratorio, con la finalidad de brindar una recomendación.

### **2.2.2- Aporte teórico-práctico**

El aporte teórico-práctico de esta investigación, está dado por la generación de referencias teóricas, las cuales son obtenidas, por un lado, a partir de fuentes bibliográficas fiables que solventarán y reforzarán el aprendizaje adquirido durante estos años. A través de la práctica en el laboratorio se permitirá la obtención de los resultados con la finalidad de verificar la hipótesis planteada.

### **2.2.3- Novedad**

Este tema es de relevancia puesto que verifica la resistencia o susceptibilidad bacteriana a través de los años a los distintos desinfectantes en ambientes hospitalarios, lo que ciertamente podría conducir a infecciones intrahospitalarias de los pacientes, por lo cual es imprescindible realizar investigaciones relacionadas. La investigación sirve de contribución en lo que al campo de las ciencias de la salud se refiere.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1- Objetivo general**

- Evaluar la resistencia de *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis* frente a diferentes concentraciones de desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios.

### **3.2- Objetivos Específicos**

- Identificar la CMI necesaria de los desinfectantes para la inhibición de *Staphylococcus aureus*.
- Verificar la CMI necesaria de los desinfectantes para la inhibición de *Enterococcus faecalis*.
- Comparar los resultados obtenidos entre las concentraciones de los diferentes desinfectantes utilizados, con las mismas bacterias.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1- Antecedentes

La resistencia que presentan las bacterias en la actualidad genera graves problemas a nivel hospitalario tanto público como privado y a la población en general. Las investigaciones se encaminan en el análisis de las bacterias patógenas y resistentes que puedan causar infecciones nosocomiales, aun cuando los procedimientos de trabajo o manipulación a pacientes impliquen antisépticos y desinfectantes. Tal es el caso de varias investigaciones que se detallan a continuación.

Un estudio realizado en Costa Rica por Miranda en el INISA, dedujo que, desde la década de 1950, cepas de *Staphylococcus* y *Enterococcus* han adquirido resistencia a los desinfectantes por lo que el incremento de enfermedades nosocomiales fue en aumento a partir de la fecha antes mencionada (9).

Por otro lado, la investigación realizada por Reynaldo en Argentina evaluó la respuesta de los *Enterococcus* hospitalarios sensibles y resistentes a metilicina frente a antisépticos y desinfectantes como *p*-cloro-metil-xileno al 4,8%, cloruro de benzalconio (amonio cuaternario de primera generación) al 10%, glutaraldehído alcalino al 2% y yodopovidona a través del método de difusión en agar de Mueller Hilton, en donde se observó que la yodopovidona y el glutaraldehído fueron eficaces contra *Enterococcus* (10).

El uso de diferentes compuestos químicos ha aumentado, con fines antisépticos o desinfectantes. Así lo demuestra Monsalve en Colombia, en donde dedujo que desde la aparición de los microorganismos *Staphylococcus* y *Enterococcus* a mediados del siglo 50, la manipulación inadecuada a los pacientes y las instalaciones o ambientes intrahospitalarios han sido los responsables en gran parte de la transmisión tanto directa como indirecta de bacterias resistentes debido al mal uso de los desinfectantes (11).

Por otra parte, se han considerado a los patógenos *S. aureus* y *Enterococcus* como los patógenos más relevantes dentro de las infecciones nosocomiales entre los años 1980-1999. Se conoce a nivel mundial que los desinfectantes y antisépticos se utilizan ampliamente en hospitales, cada uno de ellos forma una parte fundamental dentro de las planificaciones de control de infecciones, cuyo propósito es evitar la propagación de infecciones nosocomiales usándolos en procesos de limpieza y desinfección en ambientes intrahospitalarios (12).

Los desinfectantes reducen la cantidad de microbios en el ambiente. Los más comunes y utilizados son los derivados del amonio cuaternario, siendo el más común el cloruro de benzalconio, alcoholes, aldehídos (glutaraldehído) y compuestos halogenados (yodo-cloro). Sin embargo, en la década de 1950, se notificaron las primeras cepas bacterianas (entre ellas *S. aureus*) resistentes a los derivados del amonio cuaternario y con ello se logró contribuir a la demostración de su capacidad de modificación en su composición lipídica para poder perdurar a la exposición de estos compuestos. Para 1959 el 20% de las cepas ya eran resistentes a algunos desinfectantes (13).

Según un estudio realizado en Colombia por Zúñiga, desde la aparición de cepas de *Staphylococcus* y *Enterococcus* la diseminación se ha mantenido como un problema asociado al ambiente hospitalario. El problema se intensifica puesto que, en Estados Unidos durante el año 2005, el número de personas fallecidas debido a infecciones graves generadas por ambas cepas fue de alrededor de 18.650 (24).

En Ecuador, de igual manera se han reportado problemas de resistencia bacteriana. Sin embargo, pocos son los estudios realizados que verifiquen resistencia a desinfectantes dentro del ámbito nacional. No obstante, en una investigación realizada en Quito por Chávez en la Universidad Pontificia Católica del Ecuador, se realizaron pruebas con glutaraldehído y otros desinfectantes contra *S. aureus* a través de micropocillos que contenían agua de peptona, desinfectante e inóculo activado de una suspensión del microorganismo con turbidez 0,5 McFarland, en

donde se demostró que la efectividad del desinfectante fue del 60% a partir de la lectura de resultados mediante un espectrofotómetro (14).

Ante la exigencia de tener un ambiente hospitalario con menor cantidad de microorganismos, es necesario trabajar con técnicas idóneas de desinfección, así como la adecuada concentración de los desinfectantes y antisépticos a utilizar. Con base a ello, Padilla en su investigación, trabajó con superficies inertes y *S. aureus* evaluando la interacción con glutaraldehído y cloruro de n-alquil-dimetil-bencilamonio, en las concentraciones del 0,1%, 0,33%, 1%. Se observó un valor de inhibición del 82% para *S. aureus* con hipoclorito de sodio al 0,1%, 0,33%, 1%; y glutaraldehído con las concentraciones del 0,33%, 1% y 2% (15).

De igual manera, Llivisaca, utilizó extractos cetónicos de la hoja de *Vaccinium corymbosum* (arándano) por medio del método de difusión en agar modificado y demostró acción antibacteriana frente a *S. Typhimurium*, *V. parahaemolyticus* y *E. faecalis* con la técnica en disco. Los halos de inhibición fueron de 8.25mm; 10.88mm y 10,33 mm en el agar LB y 7,33, 8,00 y 5,00 mm en TSA. De acuerdo a los resultados, se demostró que los diversos compuestos fenólicos dentro de los arándanos contribuyen al efecto antimicrobiano. Esta toxicidad fenólica posiblemente es el factor inhibitorio en la actividad enzimática presente en los microorganismos (16).

Es importante recalcar que no se han evidenciado investigaciones a nivel local que permitan la verificación de concentraciones mínimas inhibitorias de los desinfectantes de uso hospitalario como son hipoclorito de sodio, alcohol etílico, yodopovidona, glutaraldehído y amonio cuaternario frente a las bacterias *S. aureus* y *E. faecalis* (15).

#### **4.2- Marco referencial**

#### 4.2.1- Desinfectantes

Los desinfectantes son una herramienta esencial que se emplean para controlar la diseminación de agentes infecciosos. Son altamente utilizados para destruir los microorganismos o inhibir el desarrollo de los mismos sobre una superficie inerte o inanimada (15, 17).

A los desinfectantes se los puede clasificar desde varios criterios, uno de ellos es de acuerdo con el mecanismo de acción. En la tabla 1, se detalla el efecto de algunos desinfectantes:

**TABLA 1.** Mecanismo de acción de los desinfectantes.

Compuestos	Mecanismo de Acción
Alcoholes	Poseen la capacidad de desnaturalización de las proteínas en concentraciones a partir del 70% destruyendo así la membrana celular y matando a la bacteria.
Hipoclorito de sodio	Inhibe las reacciones enzimáticas y desnaturaliza las proteínas.
Amonios cuaternarios cuarta y quinta generación	Puede unirse de manera irreversible a los fosfolípidos y proteínas de la pared celular e inactivar las enzimas.
Peróxido de hidrógeno	Produce iones $\text{OH}^-$ y radicales libres que oxidan ciertos lípidos y/o proteínas a través de la liberación de oxígeno y con ello evitar la germinación de esporas.
Glutaraldehído	Genera la alquilación presente en los distintos grupos químicos de las proteínas de los ácidos nucleicos y bacterias. Actúa también frente a virus y hongos.

**Fuente:** Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología (2017).

#### 4.2.2- Disminución de microorganismos

El uso de productos desinfectantes como parte de los procesos hospitalarios permite una disminución en la carga bacteriana. Existen una gran cantidad de desinfectantes utilizados a nivel hospitalario. Sin embargo, los más usados se describen en la siguiente tabla:

**TABLA 2.** Disminución de microorganismos.

Desinfectantes	Bacteria		Toxicidad
	Gram (+)	Gram (-)	
Aldehídos	+	+	Alta
Hipoclorito de sodio	+	++	Media
Peróxido de hidrogeno	++	++	Baja
Ácido peracético	++	++	Alta
Compuestos de amonio cuaternario	++	+	Media

**Fuente:** Rodríguez. Instituto de Salud Pública de Chile (2015).

#### 4.2.3- *Staphylococcus aureus*

Bacteria cocoide, agrupada en una forma parecida a un racimo de uvas, Grampositivo y anaerobio facultativo. Forma parte de la familia *Micrococaceae* género *Staphylococcus*, y es acreedora de resistencia contra antibióticos. En los humanos es considerado el principal causante de infecciones nosocomiales, infecciones respiratorias e infecciones del tracto urinario ya que puede colonizar distintas zonas del cuerpo. También se encuentra en ambientes con elevada presión osmótica y con humedad reducida lo cual explica su capacidad para sobrevivir y desarrollarse en secreciones del cuerpo humano como las nasales (18).

Se encuentra habitando mucosas y piel de los seres humanos, lo cual puede le facilitar su penetración al torrente sanguíneo del individuo a través de heridas quirúrgicas. Las cepas habituales de *S. aureus* tienen un alto poder de resistencia

a los antibióticos, principalmente a la meticilina y penicilina. *S. aureus* es una bacteria importante debido a que es la causante de diversas infecciones y es uno de los microorganismos principales que se ven implicados en la transmisión de enfermedades generadas por alimentos (ETA) debido a la liberación de sus toxinas (18, 19).

Según el estudio de Herrera en Quito, la tasa de prevalencia de infecciones por *S. aureus* fue del 1,03% por cada diez mil pacientes atendidos, en donde la mayoría de estos pacientes habían ingresado por diferentes problemas de salud. De los diez mil pacientes atendidos, 250 presentaban infección con *Staphylococcus* spp. Son encontradas principalmente en abscesos (20). La resistencia adquirida por estos microorganismos a los desinfectantes en general es debido a una mutación o adquisición de un plásmido al momento de la auto replicación de su genoma (21).

#### **4.2.4- *Enterococcus faecalis***

Son cocos Grampositivos, ubicuos, anaerobios facultativos y no esporulados. Se encuentran comúnmente en agua, suelos y la microbiota del hombre en el tracto digestivo. Son conocidos por causar infecciones del tracto urinario (ITU). Se han descrito 17 especies, dentro de ellas, *E. faecalis*, es la más frecuente en aislarse en humanos con infección debido a su alta virulencia, siendo responsable de hasta el 90% de las infecciones causadas por *Enterococos* en ambientes hospitalarios. Ha logrado adquirir resistencia a las beta-lactamasas y tienen la capacidad de sobrevivir y multiplicarse en microambientes que son tóxicos para otras especies bacterianas, como ocurre en presencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (21, 22).

Su transmisión puede ser ocasionada por una relación directa entre los individuos que forman parte del personal de atención en la salud y el paciente, o por una hospitalización que se prolongó, principalmente dentro de las áreas de unidades de cuidados intensivos (UCI). *E. faecalis* también tiene un elevado nivel de resistencia a los antibióticos, razón por la cual las infecciones producidas por este microorganismo son difíciles de erradicar. Posee una elevada mortalidad por sus

altos niveles de resistencia a la gentamicina, a la estreptomina y la vancomicina, lo que genera muchos problemas al momento de elegir terapia con antibióticos (37).

Estas bacterias se perciben en cadenas o suelen estar en parejas cortas. *E. faecalis* no posee cápsula, tampoco la posibilidad de formar esporas y son anaerobios facultativos, lo que quiere decir que estos microorganismos se adaptan a varios ambientes y pueden sobrevivir, desarrollarse y crecer en presencia o ausencia de oxígeno, además, su capacidad para generar infecciones en ambientes hospitalarios, es elevada. Su resistencia a los antibióticos comenzó en la década de 1990 donde la *faecalis* presentaba una resistencia menor al 1% a la vancomicina, gentamicina y estreptomina, no obstante, en la actualidad se acerca al 30% (37).

**CAPÍTULO II**  
**METODOLOGÍA**

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Diseño y Clasificación de la investigación**

La investigación partió de un diseño experimental de tipo cuantitativo ya que pretendió verificar mediante la experimentación en el laboratorio cuál fue la CMI de los desinfectantes de uso hospitalario como hipoclorito de sodio, alcohol etílico, yodopovidona, glutaraldehído y amonio cuaternario frente a *E. faecalis* y *S. aureus*.

Se consideró de tipo cuantitativo pues a través de la recopilación de la información a partir del análisis se pudo identificar si las bacterias presentaron resistencia o sensibilidad a diferentes concentraciones de los desinfectantes. Por otro lado, el desarrollo de la investigación permitió comprobar la hipótesis planteada de esta investigación a través de un análisis de la información en un periodo de tiempo por lo que la convierte en un diseño con corte transversal.

### **5.2. Definición del universo de estudio o la población**

Durante la investigación se trabajó con cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 y *Staphylococcus aureus* ATCC 29212. Los desinfectantes con los cuales se trabajó fueron hipoclorito de sodio, alcohol etílico, yodopovidona, glutaraldehído y amonio cuaternario (cloruro de benzalconio) en diferentes concentraciones a partir de la concentración planteada por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP).

### **5.3. Muestreo y Muestra**

Para el muestreo y muestra se procedió a trabajar con diferentes concentraciones de los desinfectantes mencionados anteriormente, siendo su concentración inicial la establecida por el MSP para uso a nivel hospitalario. Se trabajó con cinco repeticiones para cada concentración de los desinfectantes y los resultados se compararon con un control positivo y un control negativo por cada concentración de desinfectante de acuerdo a las siguientes tablas:

**TABLA 3.** Concentraciones de los distintos desinfectantes frente a *S. aureus*.

<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>					
<b>Desinfectantes</b>	<b>Concentraciones</b>				
Hipoclorito de sodio	0,5 %	1 %	2%	3,5%	5%
Amonio cuaternario	2%	4%	6%	8%	10%
Glutaraldehído	0,25%	0,5%	1%	1,5%	2%
Yodopovidona	2%	4%	6%	8%	10%
Alcohol etílico	70%	75%	80%	90%	96%
Total de repeticiones + concentraciones					125
Se realizaron 5 repeticiones por cada concentración					

Autores: Avilés Debie, Ariana Sánchez.

**TABLA 4.** Concentraciones de los distintos desinfectantes frente a *E. faecalis*.

<b><i>Enterococcus Faecalis</i></b>					
<b>Desinfectantes</b>	<b>Concentraciones</b>				
Hipoclorito de sodio	0,5 %	1 %	2%	3,5%	5%
Amonio cuaternario	2%	4%	6%	8%	10%
Glutaraldehído	0,25%	0,5%	1%	1,5%	2%
Yodopovidona	2%	4%	6%	8%	10%
Alcohol etílico	70%	75%	80%	90%	96%
Total de repeticiones + concentraciones					125
Se realizaron 5 repeticiones por cada concentración					

Autores: Avilés Debie, Ariana Sánchez.

## 6. PRINCIPALES VARIABLES DE MEDICIÓN DE LA RESPUESTA

### 6.1- Operacionalización de variables y definición de escalas

- ❖ **Variable 1:** Resistencia de *S. aureus* frente a desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios y por el personal de salud.

- ❖ **Variable 2:** Resistencia de *E. faecalis* frente a desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios y por el personal de salud.
- ❖ **Variable 3:** Concentración mínima inhibitoria de desinfectantes frente a *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*.

## 6.2- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición	Clasificación	Indicador	Escala
-Resistencia bacteriana de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Enterococcus faecalis</i> frente a desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios.	<b>Conceptual:</b> la resistencia bacteriana se produce mediante mutaciones y por la transmisión de material genético adicional cromosómico proveniente de otras bacterias.	Variable cualitativa de escala ordinal.	-Sensibilidad de las bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Enterococcus faecalis</i> frente a desinfectantes hospitalarios.	-Variable ordinal  <b>Sensible:</b> existe una buena probabilidad de éxito inhibitorio de bacterias utilizando una concentración habitual de los desinfectantes.  <b>Resistente:</b> la probabilidad de éxito inhibitorio de microorganismos patógenos con ciertos desinfectantes es muy reducida o nula.
Concentración mínima inhibitoria	<b>Conceptual:</b> la concentración mínima inhibitoria		Crecimiento bacteriano, considerándose que la solución no	-Variable de razón

necesaria de los desinfectantes hospitalarios para la inhibición de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Enterococcus faecalis</i> .	hace referencia a la concentración más baja de diversos desinfectantes hospitalarios, que hace posible la inhibición del crecimiento de microorganismos.	Variable cuantitativa de escala de razón.	es efectiva cuando visualmente se registre formación de colonias, y efectiva cuando no sea posible observar la formación de colonias de los microorganismos.	<p style="text-align: center;">❖ <b>Tubos</b></p> <p>+: Turbidez: crecimiento</p> <p> -: No turbidez: no crecimiento</p>
---	--	---	--	--

Autores: Avilés Debie, Ariana Sánchez.

### 7. Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Los datos se obtuvieron a partir de la observación y análisis durante el desarrollo experimental de la investigación y fueron recolectados mediante fichas de registro de datos. Una vez recopilada la información se procedió a la verificación de los resultados, para lo cual, se trabajó con el sistema estadístico SPSS versión 24 que permitió la verificación de la información y verificación de la hipótesis planteada en la investigación.

### 8. Procesamiento, análisis, resumen y presentación de la información

Los datos numéricos obtenidos a partir del Sistema SPSS fueron tabulados y presentados mediante gráficos, barras o diagramas en donde los resultados se pudieron visualizar de una manera más sistemática, resumida y comparativa entre los desinfectantes.

#### Técnicas y procedimientos

Se procederá al análisis a través de la técnica de CMI para las bacterias *S. aureus* y *E. faecalis* con cada uno de los desinfectantes ya mencionados y sugeridos por el MSP. El periodo de tiempo que se trabajará será de 24 a máximo 48 horas.

- **Técnicas y procedimientos empleados por objetivos**

***Objetivo específico I***

1. Aislamiento de *S. aureus* (ATCC 25923). Se realizó la siembra en agar nutritivo de la cepa original a 37°C por 24 horas.
2. Una vez cultivada, se preparó una suspensión bacteriana para compararla con el patrón al 0,5% de McFarland.
3. Por otra parte, previamente se preparó las disoluciones de los desinfectantes con agua estéril.
4. Con las suspensiones bacterianas y mezcladas previamente con agar TSA se procedió a realizar la siembra en las respectivas disoluciones de cada desinfectante, se dejó bajo incubación por 24 horas a 37°C y se realizó la lectura de los resultados observando si presentan o no turbidez.
5. El mismo procedimiento que se llevó a cabo para *S. aureus* se realizó con *E. faecalis* (ATCC 29212).

***Objetivo Específico II***

1. Los resultados obtenidos se ingresaron en el sistema SPSS
2. A partir de los resultados tabulados se pudo verificar la validez de los mismos.
3. Los resultados tabulados se compararon entre los diferentes desinfectantes y bacterias y se elaboraron cuadros comparativos en base a los resultados.

**Procedimientos éticos**

Se trata de una investigación en donde no se manipularon muestras biológicas provenientes de seres humanos. De esta forma, se cumplió con los procedimientos necesarios para una adecuada eliminación de los residuos microbiológicos y de los desechos generados durante la investigación como tal. Una vez culminada la respectiva eliminación de desechos infecciosos al separarlos en fuentes y fundas resistentes, se procedió a realizar el respectivo etiquetado y almacenado donde permanecieron hasta su recolección externa según el artículo número 15, 16 y 17 del reglamento ministerial establecidos por el MSP (23).

Por otra parte, se obedecieron a las instrucciones dadas por el docente tutor de tesis con el objetivo de asegurar tanto la seguridad de las estudiantes como de la docente tutora, lo cual implicó seguir de forma correcta, los procedimientos y normas de bioseguridad para evitar contaminación a los autores de la investigación (24).

Adicionalmente, fue impredecible la utilización de equipos de protección y bioseguridad como: la mascarilla quirúrgica para proteger la nariz y la boca, guantes para la protección de las manos y evitar contacto con los microorganismos, la bata para prevenir la contaminación o propagación de la bacteria y zapatones quirúrgicos. Es importante recalcar que no se requirió de la aprobación por parte del comité de ética.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 9. RESULTADOS

Los resultados que se presentan producto de la investigación, fueron obtenidos a partir de la fase de experimentación de la investigación en el laboratorio y son referentes a la inhibición de las cepas de bacterias *S. aureus* ATCC 29212 y *E. faecalis* ATCC 25923, frente a diferentes concentraciones de desinfectantes comúnmente utilizados en ambientes hospitalarios como hipoclorito de sodio, glutaraldehído, alcohol etílico, yodopovidona y amonio cuaternario.

A través de este estudio se llevó a cabo cinco repeticiones de cada uno de los desinfectantes escogidos con cada microorganismo. Adicionalmente, se compararon con un control positivo y negativo por cada concentración de desinfectante.

**TABLA 5:** Inhibición de *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a hipoclorito de sodio en las concentraciones de 0,5%, 1%, 2%, 3,5% y 5%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
0,5	5	0	5
1	5	0	5
2	5	0	5
3,5	5	0	5
5	5	0	5

Fuente 1: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 5 se observa que, en todas las concentraciones, es decir 0,5%, 1%, 2%, 3,5% y 5% de hipoclorito de sodio, se presentó una inhibición de *S. aureus* en la totalidad de los tubos de ensayo de las cinco repeticiones realizadas por cada concentración. La concentración planteada por el MSP para el uso de hipoclorito de sodio es a partir del 0,5%.

**TABLA 6:** Inhibición de *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a glutaraldehído en las concentraciones de 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5% y 2%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
0,25	5	2	3
0,5	5	2	3
1	5	1	4
1,5	5	0	5
2	5	0	5

Fuente 2: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 6 se constató que, a partir de las concentraciones de 0,25% y 0,5% el glutaraldehído es capaz de inhibir el crecimiento bacteriano en tres de los cinco tubos.

Con la concentración de 1% se observó crecimiento en un tubo de las cinco réplicas realizadas, mientras que en los 4 restantes no existió crecimiento. A partir de esta concentración, es decir, al 1,5% y 2% existió inhibición total del crecimiento de *S. aureus* en sus réplicas. El MSP sugiere que la concentración máxima para el uso de glutaraldehído debe ser al 2%.

**TABLA 7:** Inhibición *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a alcohol etílico en las concentraciones de 70%, 75%, 80%, 90% y 96%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
70	5	0	5
75	5	0	5
80	5	0	5
90	5	0	5
96	5	0	5

Fuente 3: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 7 se observa que con las concentraciones del 70%, 75%, 80%, 90% y 96% de alcohol etílico, se presentó una inhibición en el crecimiento de la bacteria en todos los tubos de ensayo de las cinco repeticiones realizadas por cada concentración. De igual manera, el MSP plantea que la concentración que debe ser utilizada para uso como antiséptico y desinfectante es a partir del 70%.

**TABLA 8:** Inhibición de *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a yodopovidona en las concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.

Concentración (%)	Réplicas totales	Tubos positivos	Tubos negativos
2	5	5	0
4	5	2	3
6	5	1	4
8	5	0	5
10	5	0	5

Fuente 4: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 8 con la concentración de 2% de yodopovidona se presentó crecimiento de *Staphylococcus aureus* en la totalidad de las réplicas, lo que quiere decir que yodopovidona al 2% no fue capaz de inhibir el crecimiento bacteriano de la bacteria mencionada. Con la concentración de 4% de yodopovidona existió inhibición del crecimiento bacteriano ya que sólo en dos de las cinco réplicas totales se desarrolló el microorganismo, pero en las restantes no se observó crecimiento.

La concentración del 6% de yodopovidona presentó crecimiento de *Staphylococcus aureus* en únicamente una de las cinco réplicas y no en las demás, por lo tanto, yodopovidona al 6% inhibió el crecimiento de *S. aureus* en la mayoría de los tubos. Mientras que a partir de las concentraciones del 8% y 10%, se constató una inhibición total de la bacteria en todas sus réplicas. Según el MSP, los compuestos yodóforos, entre los cuales se destaca la yodopovidona pueden tener un rango de concentración desde el 2% hasta el 10% con amplia actividad antiséptica.

**TABLA 9:** Inhibición de *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a amonio cuaternario en las concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
2	5	0	5
4	5	0	5
6	5	0	5
8	5	0	5
10	5	0	5

Fuente 5: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 9 se observa que a partir de las concentraciones del 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de amonio cuaternario, se presenta una inhibición total en el crecimiento de la bacteria en los tubos de ensayo de las cinco repeticiones por cada concentración. De acuerdo con el MSP, las concentraciones con las que se pueden trabajar en la preparación del amonio cuaternario como desinfectante varían entre 0,4 a 1,6%.

**TABLA 10:** Inhibición de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 frente a hipoclorito de sodio en las concentraciones de 0,5%, 1%, 2%, 3,5% y 5%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
0,5	5	0	5
1	5	0	5
2	5	0	5
3,5	5	0	5
5	5	0	5

Fuente 6: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 10 se constata que con las concentraciones al 0,5%, 1%, 2%, 3,5% y 5% de hipoclorito de sodio, se presentó una inhibición del crecimiento de *Enterococcus*

*faecalis* en todos los tubos de ensayo de las cinco réplicas realizadas por concentración.

**TABLA 11:** Inhibición de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 frente a glutaraldehído en las concentraciones de 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5% y 2%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
0,25	5	1	4
0,5	5	1	4
1	5	0	5
1,5	5	3	2
2	5	1	4

Fuente 7: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 11 se observa que con las concentraciones de 0,25% y 0,5% de glutaraldehído, se presentó inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* en casi la mayoría de tubos, ya que dentro de la parte práctica sólo una de las cinco realizadas por concentración mostró crecimiento bacteriano. Por ello, glutaraldehído al 0,25% y 0,5% fue capaz de inhibir el crecimiento de *E. faecalis*.

La concentración al 1% de glutaraldehído generó inhibición total de *Enterococcus faecalis* por cada una de sus réplicas. Con la concentración al 1,5% se constató desarrollo de la bacteria ya que en tres de las cinco réplicas realizadas existió crecimiento del microorganismo. Por otro lado, en la concentración de 2% de glutaraldehído se presentó inhibición de *Enterococcus faecalis* ya que únicamente en una de las cinco réplicas existió crecimiento de la bacteria.

**TABLA 12:** Inhibición de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 frente a alcohol etílico en las concentraciones de 70%, 75%, 80%, 90% y 96%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
70	5	0	5
75	5	0	5
80	5	0	5
90	5	0	5
96	5	0	5

Fuente 8: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 12 se observa que con de las concentraciones de 70%, 75%, 80%, 90% y 96% de alcohol etílico, se presentó una inhibición de la bacteria en todos los tubos de ensayo de las cinco réplicas realizadas por cada concentración del desinfectante.

**TABLA 13:** Inhibición de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 frente a yodopovidona en las concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
2	5	3	2
4	5	2	3
6	5	1	4
8	5	0	5
10	5	0	5

Fuente 9: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 13 se observa que con la concentración del 2% de yodopovidona se presentó crecimiento de *Enterococcus faecalis* en tres de las cinco réplicas, es decir, yodopovidona al 2% no inhibió el desarrollo en la totalidad de los tubos. A partir de la concentración de 4% de yodopovidona se presentó inhibición de *E. faecalis* en

dos de las cinco réplicas y a partir de la siguiente concentración, es decir, 6%, 8% y 10% se observa inhibición.

**TABLA 14:** Inhibición de *Enterococcus faecalis* ATCC 25923 frente a amonio cuaternario en las concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.

Concentración (%)	Total de réplicas	Tubos positivos	Tubos negativos
2	5	0	5
4	5	0	5
6	5	0	5
8	5	0	5
10	5	0	5

Fuente 10: Base de datos SPSS.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

En la tabla 14 se observa que con las concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de amonio cuaternario, se generó una inhibición de *Enterococcus faecalis* en todos los tubos de ensayo de las cinco réplicas realizadas por cada concentración del desinfectante.

De acuerdo a los resultados obtenidos, de los cinco desinfectantes, hipoclorito de sodio, alcohol etílico y amonio cuaternario en todas sus concentraciones, presentaron una inhibición bacteriana total de *S. aureus* en cada uno de los tubos de ensayo de las cinco réplicas realizadas. En cuanto al glutaraldehído, la bacteria se desarrolló únicamente en pocas réplicas en las concentraciones de 0,25%, 0,5% y 1%; por lo que se puede decir que en general, el desinfectante es capaz de inhibir el crecimiento del microorganismo.

Por otro lado, se generó una inhibición total de la bacteria en todos los tubos de ensayo de las concentraciones de 1,5% y 2% del glutaraldehído. Con yodopovidona se observó el desarrollo de *Staphylococcus aureus* en todas las réplicas de la concentración del desinfectante al 2%, por lo que se consideró positivo el crecimiento de la misma. Se observó crecimiento de *S. aureus* en algunas réplicas

de las concentraciones al 4% y 6% de yodopovidona, pero se consideró como negativo el crecimiento de la bacteria ya que en la mayoría de las réplicas sí se generó una inhibición. Mientras que, se presentó una inhibición bacteriana total con las concentraciones del desinfectante al 8% y 10% en todas sus réplicas.

Referente a *E. faecalis* ATCC 25923, existió inhibición total del crecimiento bacteriano en cada una de las cinco réplicas de sus respectivas concentraciones con hipoclorito de sodio, alcohol etílico y amonio cuaternario. Existió crecimiento de la bacteria en pocas réplicas con las concentraciones de glutaraldehído al 0,25% y 0,5%, sin embargo, se consideró como resultado negativo en cuanto a crecimiento bacteriano porque en la gran mayoría de las réplicas sí existió inhibición.

En la concentración del desinfectante al 1,5% se consideró como resultado positivo para el crecimiento bacteriano ya que *E. faecalis* creció en tres de las cinco réplicas. No obstante, se constató la inhibición total de la bacteria en todas las réplicas de la concentración de glutaraldehído al 1%.

Finalmente, se presentó crecimiento del microorganismo en más de la mitad de las réplicas en la concentración al 2% de glutaraldehído, por lo que se consideró como resultado positivo en cuanto al crecimiento de esta bacteria. También existió desarrollo de *E. faecalis* en algunas repeticiones en las concentraciones de 4% y 6%, no obstante, se consideró como resultado negativo en cuanto al crecimiento de esta cepa bacteriana ya que en la mayoría de las réplicas sí se dio inhibición. En cuanto a las concentraciones de yodopovidona al 8% y 10% se refiere, existió inhibición total de *E. faecalis* en todas las réplicas por cada concentración de este desinfectante.

## 10. DISCUSIÓN

Las infecciones generadas por microorganismos resistentes a antimicrobianos, desinfectantes y antisépticos constituyen un problema crucial dentro del ámbito de la salud, es por ello que es indispensable conocer las normas correspondientes de uso y sus concentraciones mínimas para la inhibición de bacterias antes de emplear los diferentes desinfectantes en superficies e instrumental médico. Esto permite al equipo profesional encargado de las labores sanitarias de los establecimientos tener una referencia sustancial para el adecuado uso de estas sustancias, lo que favorecería a una mejor cobertura y prevención de la propagación de estos agentes infecciosos (28).

Los pacientes que por lo general se encuentran hospitalizados están expuestos a un sinnúmero de microorganismos que, a través del contacto con aparatos médicos, objetos, muebles o sustancias contaminadas previamente, son capaces de generar infecciones o causar una diseminación epidemiológica a lo largo de los establecimientos de salud. El problema radica en que el inadecuado y constante uso de desinfectantes en ambientes hospitalarios ha llevado al desarrollo de microorganismos resistentes a los mismos, lo que incrementa el riesgo de infecciones y, por ende, una disminución de su normal acción inhibitoria (28).

En este estudio se buscó identificar la inhibición de las bacterias *S. aureus* ATCC 29212 y *E. faecalis* ATCC 25923 frente a distintas concentraciones de desinfectantes habitualmente usados en ambientes hospitalarios como hipoclorito de sodio al 0,5%, glutaraldehído al 2%, alcohol etílico al 96%, yodopovidona al 10% y amonio cuaternario al 10% y verificar desde qué porcentaje mínimo inhibitorio son capaces de impedir el crecimiento de estos agentes infecciosos de acuerdo a lo planteado por la normativa del Ministerio de Salud Pública.

Es posible comparar los resultados obtenidos con diversos estudios referentes a la efectividad de ciertos desinfectantes frente a diversas bacterias. Uno de ellos se publicó en la Revista Odontológica Mexicana, por parte de Sánchez, García y

Martínez, en donde se comparó la acción inhibitoria que tiene el hipoclorito de sodio y Microdacyn 60 (ácido hipocloroso e hipoclorito de sodio), una solución antimicrobiana y antiséptica usada comúnmente en Odontología, sobre cepas de *E. faecalis* causantes de fracasos endodónticos a través de pruebas de concentración mínima inhibitoria del hipoclorito de sodio al 2,5 y 5%. Los resultados que se obtuvieron estipulan que Microdacyn 60 (ácido hipocloroso e hipoclorito de sodio) no presenta efecto alguno como antimicrobiano sobre estas cepas bacteriológicas, no obstante, el hipoclorito de sodio a concentraciones de 2,5 y 5% fueron efectivos con *E. faecalis* (30).

A partir de la comparación de los resultados de la investigación, junto con los del estudio previo, es importante señalar que Sánchez utilizó una metodología similar para la comprobación de la efectividad antimicrobiana del Microcyn 60 e hipoclorito de sodio al 2,5% y 5% sobre *E. faecalis*, *Pseudomona aeruginosa* y *Bacillus subtilis*. Los métodos que se utilizaron varían a partir de ese punto ya que el artículo anterior efectuó el método de micro-dilución, y en esta investigación se realizó una macro-dilución. Es sumamente importantes dar a conocer que los resultados son semejantes entre sí, puesto que coinciden en que hipoclorito de sodio al 5% de concentración genera una inhibición total del crecimiento de *E. faecalis*.

Un estudio realizado en Brasil por Berber *et al.*, se examinó la actividad antimicrobiana que el hipoclorito de sodio en concentraciones del 2,5% y 5,25% tiene contra biopelículas de *S. aureus*. Las biopelículas se sumergieron en sustancias endodónticas irrigantes durante 30 segundos; 5, 10, 15, 30 y 60 minutos, con y sin agitación mecánica. Después de cada período de tiempo fueron transferidas a tubos con caldo. Los resultados demostraron eficacia del hipoclorito de sodio frente a la bacteria al 5,25% (31).

A pesar de que no se utilizó la misma técnica en esta investigación en comparación con la propia y tanto las concentraciones como el muestreo difieren entre los dos, se pueden comparar los resultados, ya que ambas investigaciones coinciden en que a partir del hipoclorito de sodio al 2% de concentración se logró observar una inhibición total del crecimiento de *S. aureus*.

Por otro lado, un estudio realizado por Calderón *et al.* señalan que la desinfección con Glutaraldehído al 2% presentó una inhibición frente a la bacteria *E. faecalis*. El glutaraldehído en dicha concentración se usó para desinfectar conos odontológicos los cuales se encontraban contaminados artificialmente. La inhibición del desinfectante fue eficaz en absolutamente todos los conos (32).

Mientras que Gutiérrez *et al.* en Colombia, realizaron una investigación en donde se evaluó la acción de varios desinfectantes, entre los cuales se encontraba glutaraldehído al 2% sobre superficies propensas a contaminarse por microorganismos en unidades dentales de uso continuo. Entre las bacterias encontradas, *S. aureus* fue identificado y se concluyó que existió una inhibición de estas bacterias frente al desinfectante y su concentración (33). Al basarse en los resultados obtenidos de la propia investigación y al comparar los mismos, con los dos estudios previos de Calderón y Gutiérrez, se puede decir que el desinfectante glutaraldehído al 2% genera una inhibición total del crecimiento tanto de *S. aureus* como de *E. faecalis*, demostrando la actividad del desinfectante.

Por otro lado, Alba y Araujo evaluaron la efectividad de desinfectantes que fueron utilizados en los procesos de desinfección y limpieza del área de fitoterapéuticos en los laboratorios Pronabell en Bogotá, uno de ellos fue alcohol etílico al 70%. Los resultados obtenidos indicaron que la concentración escogida por este desinfectante fue capaz de inhibir *S. aureus* (34).

Mientras que, en Brasil Cardoso *et al.*, elaboró un estudio que consistió en una cantidad de 32 conos de gutaperchas adheridas con *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, con el objetivo de medir la eficacia de varios desinfectantes como glutaraldehído al 2 %; hipoclorito de sodio al 1%, alcohol etílico al 70%. Se concluyó que existió eficacia de estos desinfectantes en la inhibición de los microorganismos mencionados (35).

Analizando las investigaciones anteriores, a pesar de que se utilizaron métodos diferentes, se puede argumentar que ambas coinciden en que alcohol etílico a partir

de la concentración mínima utilizada en esta investigación, es decir al 70% es capaz de inhibir el crecimiento de *S. aureus* y *E. faecalis* en su totalidad.

En cuanto a la yodopovidona, existen algunos estudios referentes a su actividad frente a diferentes microorganismos, sin embargo, no se encontraron investigaciones que se asemejen a la propia, ni con concentraciones parecidas de yodopovidona o frente a *S. aureus* y *E. faecalis*.

Un estudio realizado en España por parte de Rueda *et al.*, evaluaron la efectividad del amonio cuaternario usando la metodología de la CIM frente a *Staphylococcus aureus* y *E. faecalis* de origen tanto porcino como ovino. La investigación difiere de esta en la lectura de los resultados de Rueda, que se consideraron los halos de diámetro mayor de 9 milímetros como dilución del amonio cuaternario activa frente a la suspensión bacteriana y halos menores a los 9 mm como solución no activa. Se debe hacer hincapié en que dicho estudio no describe en qué concentraciones fue usado el desinfectante en cuestión, pero coincide con este proyecto de investigación en que el amonio cuaternario es capaz de inhibir ambos microorganismos (36).

Los desinfectantes son indispensables para la desinfección de ambientes hospitalarios, es por esa razón que su uso correcto y la regularidad de limpieza son necesarias, así como es importante que el personal encargado de estas áreas esté capacitado en cuanto a la lectura y comprensión de las instrucciones que cada desinfectante tiene y su tiempo de duración y efectividad en ciertas condiciones una vez abiertos.

Adicionalmente, los desinfectantes usados en esta investigación, el hipoclorito de sodio, alcohol etílico y amonio cuaternario generaron inhibición sobre *S. aureus* y *E. faecalis* en cada tubo de ensayo de las réplicas realizadas por cada concentración respectiva, mientras que existió crecimiento bacteriano de *S. aureus* y *E. faecalis* en algunas concentraciones de glutaraldehído y yodopovidona. Se debe destacar que no se tomaron en cuenta otros factores como la densidad, volatilidad de las sustancias, pH o la interacción entre desinfectante y caldo de cultivo, así como se

pudo observar en el caso de los desinfectantes amonio cuaternario e hipoclorito de sodio, sin embargo, se verificó si hubo crecimiento a través de la siembra en agar nutritivo, resultando negativo en todos los casos.

Finalmente, dentro de la investigación se trabajó bajo los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, en cuanto a concentraciones de desinfectantes. Sin embargo, no fueron considerados los parámetros planteados por la OMS, principalmente las planteadas en la pandemia ocasionada por SARS-CoV-2.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 11. CONCLUSIONES

- Se evaluó la resistencia de las cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 29212 frente a diferentes concentraciones de desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios, en donde se observó que existió crecimiento bacteriano cuando la bacteria fue sometida a las concentraciones de 0,25%, 0,5% y 1% de glutaraldehído y en las concentraciones de 2%, 4% y 6% de yodopovidona. En lo referente a *Enterococcus faecalis* ATCC 25923, se evidenció desarrollo del microorganismo frente a glutaraldehído al 0,25%, 0,5%, 1,5% y 2%, y en las concentraciones de 2%, 4% y 6% de yodopovidona.
- En cuanto a la identificación de la concentración mínima inhibitoria necesaria de los cinco desinfectantes para la inhibición de *Staphylococcus aureus*, la investigación señala que la CMI para inhibir el crecimiento de esta bacteria con hipoclorito de sodio es de 0,5%, con glutaraldehído se necesitó una concentración al 1%, con alcohol etílico desde el 70% de concentración, yodopovidona desde el 8% y con amonio cuaternario a una concentración al 2%.
- En la verificación de la CMI necesaria de los desinfectantes antes mencionados para la inhibición de *Enterococcus faecalis*, se evidenció que la concentración mínima inhibitoria de hipoclorito de sodio frente a esta bacteria es de 0,5%, la de glutaraldehído únicamente con la concentración al 1%, con alcohol etílico es necesaria una concentración del 70%, con yodopovidona desde la concentración al 8% y con una concentración de 2% en lo que respecta al amonio cuaternario.
- Finalmente, al comparar los resultados obtenidos entre las concentraciones de los diferentes desinfectantes utilizados, tanto frente a *S. aureus* como a *E. faecalis*, se concluye que los desinfectantes con una mayor actividad

inhibitoria bacteriana en ambos casos fueron hipoclorito de sodio, alcohol etílico y amonio cuaternario, mientras que en algunas réplicas de ciertas concentraciones de glutaraldehído y yodopovidona existió crecimiento de los microorganismos mencionados, no obstante, se constató que también existe cierto grado de inhibición en algunas de las concentraciones de estos dos últimos desinfectantes.

## 12. RECOMENDACIONES

- Es importante promover más investigaciones acerca de la concentración mínima inhibitoria de distintos desinfectantes usados en ambientes hospitalarios frente a varios microorganismos, debido a que su uso en estos establecimientos es constante y habitual.
- Es necesario realizar más estudios con relación al desinfectante yodopovidona en similares o las mismas concentraciones y someter a cepas de *S. aureus* y *E. faecalis* a los mismos, debido a que, en la búsqueda de investigaciones relacionadas a estos microorganismos con yodopovidona, no fue posible encontrar estudios significativos o parecidos.
- Se recomienda que, en estudios futuros se tome en cuenta factores como la densidad de los desinfectantes, pH, volatilidad y posibles interacciones con medios de cultivo en el momento del muestreo con el fin de comprobar si los mismos generan o no variaciones en los resultados.
- Desarrollar nuevos estudios modificando las concentraciones de los desinfectantes glutaraldehído y yodopovidona, ya que fueron los únicos sin capacidad de inhibir totalmente estos microorganismos en todas sus concentraciones.
- Promover el seguimiento, lectura de las instrucciones y especificaciones que cada desinfectante tiene antes de usarlos con el objetivo de conservar sus propiedades y actividad inhibitoria de fábrica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. González Mendoza Jorge, Maguiña Vargas Ciro, González Ponce Flor de María. La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. Acta méd. Peru [Internet]. 2019 Abr [citado 2022 Ago 17]; 36( 2 ): 145-151. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172019000200011&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172019000200011&lng=es).
2. Pérez D. Resistencia Antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud". Revista Cubana de Medicina Tropical [Internet]. 2017 [citado 17 Ago 2022]; 69 (3) Disponible en: <http://www.revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/263>
3. Rubio, Vivian Vensa, Celis Bustos, Yamile Adriana, Camacho Navarro, María Marcela, Perspectiva histórica del origen evolutivo de la resistencia a antibióticos. Revista Colombiana de Biotecnología [Internet]. 2017;XIX(2):105-117. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77654661011>
4. Zúñiga, Andrés Edmundo, Cabrera, Cristina Eugenia, Gómez, Rommel Fabián, La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. Colombia Médica [Internet]. 2007;38(2):149-158. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28338208>
5. Patiño-Bello D, Pérez-Acevedo L, Torres-Caycedo M, Rosas-Leal D, Di-Filippo-Iriarte G. Uso de biocidas y mecanismos de respuesta bacteriana. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [Internet]. 2019 [citado 17 Ago 2022]; 37 (3) Disponible en: <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/136>
6. Castellano-González MJ, Perozo-Mena AJ, Gutierrez K, Jimenez J, Urdaneta M. Distribución de especies y susceptibilidad antimicrobiana en cepas de Enterococcus de origen clínico. Kasmera [Internet]. 11 de diciembre de 2018 [citado 17 de agosto de 2022];46(2):99-115. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/kasmera/article/view/24663>

7. Chacón-Jiménez Luz, Rojas-Jiménez Keilor. Resistencia a desinfectantes y su relación con la resistencia a los antibióticos. Acta méd. costarric [Internet]. 2020 Mar [cited 2022 Aug 17] ; 62( 1 ): 7-12. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-60022020000100007&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022020000100007&lng=en).
8. Rodríguez Martínez, Claudio, Zhurbenko, Raisa, Díaz Pérez, Marilyn, Aspectos fundamentales sobre el género Enterococcus como patógeno de elevada importancia en la actualidad. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología [Internet]. 2010;48(2):147-161. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223217613006>
9. Miranda Novales, María Guadalupe (2011). Resistencia antimicrobiana del Staphylococcus aureus en México. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. [revista en la Internet]. 2011 Ago [citado 2022 Ago 17] ; 68( 4 ): 262-270. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462011000400003&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462011000400003&lng=es).
10. Reynaldo, Mirta Beatriz, Flores, Mónica Beatriz, Caetano, José Alberto Viegas, Magariños, María Del Carmen (2004). Eficacia de algunos biocidas contra estafilococos hospitalarios sensibles y resistentes a la meticilina en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev Panam Salud Publica; 16(3) 187-192, set. 2004. Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1020-49892004000900005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892004000900005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
11. Monsalve G, Moscoso Gama JM. Resistencia Bacteriana a Desinfectantes en áreas comunes de oficinas. ACCB [Internet]. 27 de octubre de 2021 [citado 17 de agosto de 2022]; 1(33):60-74. Disponible en: <https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/225>
12. Jerves Guerrero, Diana Luisa. Determinación del tipo de mecanismo de resistencia de *Enterococcus* spp resistentes a la vancomicina por medio de la Reacción en Cadena de la Polimerasa en aislados de muestras clínicas. Quito: Universidad Central del Ecuador, Carrera de Bioquímica Clínica; 2017. Disponible en:

- <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14147/1/T-UCE-0008-BC013-2018.pdf>
13. Bravo, Z., Orruño, M., Navascues, T., Ogayar, E., Ramos-Vivas, J., Kaberdin, V. R., & Arana, I. (2019). Analysis of *Acinetobacter baumannii* survival in liquid media and on solid matrices as well as effect of disinfectants. *The Journal of hospital infection*, 103(1), e42–e52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.04.009>
  14. Chávez Escalante Paúl; Sánchez Franco Carlos. Evaluación de la actividad germicida de desinfectantes de uso doméstico vendidos en cuatro cadenas de supermercados de la ciudad de Quito. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Bioanálisis; 2016. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10941/TESIS%20PAUL%20CH%c3%81VEZ%2001-12-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  15. Padilla Espinoza Bryan. Elaboración de un plan maestro de desinfección para la empresa de deshidratados Criswils. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas Carrera de Química de Alimentos; 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21230/1/T-UCE-0008-CQU-232.pdf>
  16. Llivisaca Susana Alexandra. Cultivo in vitro y bioprospección de frutos y hojas de *Vaccinium Floribundum Kunth*. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias de la Vida; 2017. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/48396/D-CD109750.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
  17. Bosoquet, Laura González. Antisépticos y desinfectantes. *Offarm*, 2003, vol. 22, no 3. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antisepticos-desinfectantes-13044452>
  18. Salcedo Libreros LF, Ponce Ramírez MA, Ortegón Henao MP, Bravo Narvaez LY, Velásquez Palomino A, Torres Martínez CA, Talat Ahmad MK. *Staphylococcus aureus* y susceptibilidad de un hospital Nivel II en Palmira-

- Colombia. rcslibre [Internet]. 31 de diciembre de 2020 [citado 18 de agosto de 2022];15(2):e237188. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rcslibre/article/view/7188>
19. Hernández Aguilera, Vianellys et al. Staphylococcus aureus en escolares portadores asintomáticos del estado Aragua, Venezuela. Revista Biomédica, [S.l.], v. 31, n. 1, ene. 2020. ISSN 2007-8447. Disponible en: <https://www.revistabiomedica.mx/index.php/revbiomed/article/view/661/764>
20. Vaca Córdova, Stephany Denisse; cruz Pierard, Stephanie Marie; Iñiguez jiménez, Samuel Olegario. Prevalencia de Staphylococcus aureus meticilino resistente en el personal de salud de un Hospital de Especialidades en Quito-Ecuador. Revista San Gregorio, [S.l.], n. 45, mar. 2021. ISSN 2528-7907. Disponible en: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/1515>
21. Ortega González LM. Enterococos: actualización. Rev haban cienc méd [Internet]. 2010 [citado 18 Ago 2022]; 9(4):[aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1715>
22. Aspiroz, Carmen et al. “Urinary tract infection due to mucoid phenotype Enterococcus faecalis: an emerging phenotype.” “Infección urinaria causada por Enterococcus faecalis con fenotipo mucoide: un morfotipo inusual.” Enfermedades infecciosas y microbiología clínica vol. 18,7 (2000): 369-370. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-infeccion-urinaria-causada-por-enterococcus-12264>
23. Ministerio de Salud Pública. Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios. Acuerdo Ministerial 5186; Registro Oficial 379 de 20-nov.-2014; Estado: Vigente. No. 0005186. Disponible en: [https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/ACUERDO\\_MINISTERIAL\\_5186\\_REGLAMENTO\\_INTERMINISTERIAL\\_GESTI%C3%93N\\_DESECHOS\\_SANITARIOS.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/ACUERDO_MINISTERIAL_5186_REGLAMENTO_INTERMINISTERIAL_GESTI%C3%93N_DESECHOS_SANITARIOS.pdf)

24. Zúniga Andrés, Mañalich Jaime, Cortés Rosario. ¿Estetoscopio o estafiloscopio?: Potencial vector en las infecciones asociadas a la atención de la salud. Rev. chil. infectol. [Internet]. 2016 feb [citado 2022 Ago 18]; 33(1): 19-25. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182016000100003&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182016000100003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182016000100003>.
25. Espinosa Verónica. Bioseguridad para los establecimientos de Salud del Ecuador. Quito; 2016. Disponible en: <https://hospitalgeneralchone.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/Manual-de-Bioseguridad-02-2016-1.pdf>
26. Quiroga Karina. Lineamientos Técnicos para la adquisición de soluciones antisépticas de uso humano y desinfectantes para dispositivos médicos y ambientes hospitalarios. Quito; 2021. Disponible en: <https://www.hgdz.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/lineamientos-finales.pdf>
27. Suárez Leonor, Vallejo Clara. Código de Práctica ecuatoriano, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito; 2012. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/CPE-20-C%C3%93DIGO-DE-PRACTICA-PARA-LIMPIEZA-DESINFECI%C3%93N.pdf?x42051>
28. Diomedi Alexis, Chacón Eiiiana, Delpiano Luis, Hervé Beatrice, Jemenao M. Irene, Medel Myriam et al. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. Rev. chil. infectol. [Internet]. 2017 Abr [citado 2022 Ago 18] ; 34( 2 ): 156-174. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182017000200010&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000200010&lng=es).
29. Instituto de Salud Pública de Chile. Consideraciones importantes en el uso de desinfectantes. Santiago de Chile; 2015. Disponible en:

- [https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota\\_Tecnica\\_N\\_025\\_Consideraciones\\_Importantes\\_en\\_el\\_Uso\\_de\\_Desinfectantes.pdf](https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota_Tecnica_N_025_Consideraciones_Importantes_en_el_Uso_de_Desinfectantes.pdf)
30. Sánchez Ruiz Fabiola Haidee, Furuya Meguro Alberto Taketoshi, Arroniz Padilla Salvador, Gómez Moreno Abel, Gómez Luciano. Comparación de la acción bactericida de hipoclorito de sodio y Microcyn 60. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. 2009 [citado 2022 Ago 18] ; 13( 1 ): 9-16. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-199X2009000100009&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2009000100009&lng=es).
  31. Berber, Gomes, Sena, Vianna, M. E., Ferraz, C. C., Zaia, A. A., & Souza-Filho, F. J. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing Enterococcus faecalis within root canals and dentinal tubules. International endodontic journal, 39(1), 10–17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01038.x>
  32. Calderón Wendy, Gallego Angélica, Figueroa Yulliet. Efecto de protocolos de desinfección en pruebas microbiológicas y en la resistencia mecánica de los conos de gutapercha. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad ciencias de la salud: programa de Odontología. 2019. Disponible en: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12906/1/2019\\_efecto\\_de\\_protocolos.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12906/1/2019_efecto_de_protocolos.pdf)
  33. Gutiérrez C Sonia J, Dussán Diana C, Leal B Silvia C, Sánchez G Adriana. Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (estudio piloto). Rev. colomb. cienc. quim. farm. [Internet]. 2008 June [cited 2022 Aug 17] ; 37( 2 ): 133-149. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74182008000200003&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182008000200003&lng=en).
  34. Alba, N. & Araujo, F. Evaluación de los destinos desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fitoterapéuticos en laboratorios Pronabell Ltda. [Internet]. 2008. [citado: 2022, agosto] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/8246>
  35. Cardoso, Celso Luíz et al. Effectiveness of different chemical agents in rapid decontamination of gutta-percha cones. Brazilian Journal of Microbiology

- [online]. 2000, v. 31, n. 1, pp. 67-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822000000100016>
36. Rueda J., Amigot Lázaro, Duchá J. Evaluación de desinfectantes de amonio cuaternario sobre cepas bacterianas de origen animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza: Laboratorio de Microbiología. España, noviembre 2001. Disponible en: <http://boutique.oie.int/extrait/29ruedaesp.pdf>
37. Arredondo GJL, Echeguren FAM, Arzate BP, et al. Susceptibilidad antimicrobiana de *Enterococcus faecalis* y *faecium* en un hospital de tercer nivel. Rev Latin Infect Pediatr. 2018;31(2):56-61. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/infectologia/lip-2018/lip182d.pdf>

## ABREVIATURAS

*S. aureus*: *Staphylococcus aureus*.

*E. faecalis*: *Enterococcus faecalis*.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

RAM: resistencia a antimicrobianos.

NNIS: National Nosocomial Infections Surveillance.

CMI: Concentración mínima inhibitoria.

INISA: Instituto de Investigaciones de Salud.

ETA: enfermedades transmitidas por alimentos.

ITU: infecciones del tracto urinario.

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

HLGR: alto nivel de resistencia a la gentamicina.

HLSR: alto nivel de resistencia a la estreptomicina.

SPSS: Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales.

MSP: Ministerio de Salud Pública.

TSA: Agar Tripticasa Soya.

Agar LB: Agar Lysogeny Broth.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Desinfectantes utilizados frente a *S. aureus* y *E. faecalis*.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 2.** Preparación de las respectivas concentraciones de cada desinfectante.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 3.** Tubos de ensayo con 8 ml de TSA cada uno, previamente autoclavados.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 4.** Adición de 2 ml de cada concentración de cada uno de los desinfectantes, en los tubos de ensayo previamente llenados con 8 ml de TSA.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

---

**Anexo 5.** Adición de 0.066 microlitros de suspensión bacteriana de *S. aureus* y *E. faecalis* previamente preparadas, en cada uno de los tubos de ensayo anteriores.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 6.** Hipoclorito de sodio en concentraciones de 0,5%, 1%, 2%, 3,5% y 5%.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 7.** Glutaraldehído en sus concentraciones de 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5% y 2%.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 8.** Alcohol etílico en sus concentraciones de 70%, 75%, 80%, 90% y 96%.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 9.** Yodopovidona en sus concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 10.** Amonio cuaternario en sus concentraciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 11.** Incubación de los tubos de ensayo con los microorganismos y desinfectantes en sus concentraciones, durante 48 horas a 37 grados centígrados.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 12.** Hipoclorito en algunas de sus concentraciones frente a *S. aureus*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 13.** Glutaraldehído en algunas de sus concentraciones frente a *S. aureus*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 14.** Alcohol etílico en algunas de sus concentraciones frente a *S. aureus*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 15.** Yodopovidona en algunas de sus concentraciones frente a *S. aureus*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 16.** Amonio cuaternario en una de sus concentraciones frente a *S. aureus*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 17.** Hipoclorito de sodio en algunas de sus concentraciones frente a *E. faecalis*, y controles positivo y negativos.

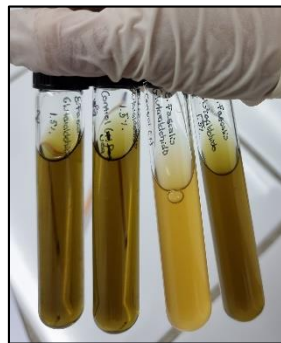
---



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

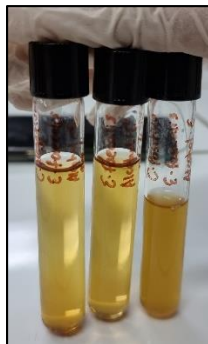
**Anexo 18.** Glutaraldehído en algunas de sus concentraciones frente a *E. faecalis*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 19.** Alcohol etílico en una de sus concentraciones frente a *E. faecalis*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 20.** Yodopovidona en algunas de sus concentraciones frente a *E. faecalis*, y controles positivo y negativos.

---



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

**Anexo 21.** Amonio cuaternario en una de sus concentraciones frente a *E. faecalis*, y controles positivo y negativos.



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autores: Avilés Debie, Sánchez Ariana.

---

## **ANEXOS REQUERIDOS**

**Autorización de Publicación en el  
Repositorio Institucional**

Debie Catalina Avilés Castillo portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0107195240. En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Concentración Mínima inhibitoria de desinfectantes hospitalarios frente a los microorganismos Staphylococcus aureus y Enterococcus faecalis” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de septiembre de 2022



**Debie Catalina Avilés Castillo**

**C.I. 01010101010**



Ariana Samantha Sánchez Andrade portadora de la cédula de ciudadanía N° 0105348296. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Concentración Mínima Inhibitoria de desinfectantes hospitalarios frente a los microorganismos *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de septiembre de 2022

Ariana Samantha Sánchez Andrade

C.I. 0105348296