

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias

Escuela Profesional de Biología - Microbiología

“Población bacteriana y micótica contaminante en ambientes
de área críticas del Hospital Regional Hipólito
Unanue, Tacna 2015”

TESIS

Presentada por:

Bach. Mercedes Lázaro Mamani

Para optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

TACNA - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE CIENCIAS

TESIS Nº 275

TITULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

El Secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias certifica que con Resolución de Facultad Nº 8481-2016-FACI/UNJBG, designó «jurado calificador» para la sustentación de la tesis titulada: "Población bacteriana y micótica contaminante en ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015", el mismo que estuvo conformado por:

Presidente : Mgr. Daladier Miguel Castillo Cotrina

Secretario : Dr. César Cevallos Columbus

Vocal : Mgr. Isabel Ancco Oliva

Para examinar y calificar el trabajo de tesis sustentado en acto público, en el auditorium de la Facultad de Ciencias, el día lunes 30 de Mayo del 2016 a las 10:00 horas, presentado por el Bachiller en Ciencias Biológicas MERCEDES LAZARO MAMANI, de la Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología.

Los miembros del jurado calificador, en forma secreta e individual, emitieron su calificación del trabajo expuesto; el promedio de la calificación dio el siguiente resultado: APROBADO por MAYORIA, con una nota de 13 (Trece), de acuerdo a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

Para ratificar lo detallado firman:



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, aula mater que me acogió en esta etapa de formación académica.

Agradezco de manera especial y sincera al Dr. César Julio Cáceda Quiroz por el apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiarme, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como estudiante.

Eternamente agradecida a la Gerencia y personal de salud del Hospital Hipólito Unanue que con su apoyo hicieron posible este estudio.

DEDICATORIA

A Dios quien es mi guía, mi fuerza en mis momentos más difíciles y por permitirme llegar hasta el final de mi carrera profesional.

A mi madre quien me ha enseñado a ser lo que soy, se lo dedico por su apoyo en mis estudios e inmenso amor.

A mis hijos y todos mis seres queridos por su comprensión y apoyo constante para continuar en esta tarea.

CONTENIDO

	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Enunciado del problema.....	18
1.3 Definición y delimitación del problema.....	21
1.3.1 Características y significado del problema.....	21
1.3.2 Delimitación del problema.....	21
1.3.3 Hipótesis.....	22
1.4 Objetivos de la investigación.....	22
1.5 Marco teórico.....	24
1.5.1 Antecedentes.....	24
1.5.2 Revisión bibliográfica.....	31
1.5.3 Definición de términos.....	51
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
2.1 Material de vidrio y otros.....	54
2.2 Equipos.....	54
2.3 Medios de cultivo y reactivos.....	54

2.4	Diseño de estudio.....	55
2.5	Variables de estudio.....	55
2.5	Ámbito de estudio.....	56
2.7	Población de estudio.....	57
2.6	Procedimiento y técnicas.....	57
	Sedimentación en placas Petri.....	58
2.6.1	Temperatura y humedad relativa.....	60
2.7	Método de laboratorio.....	60
2.7.1	Identificación de bacterias.....	60
2.7.2	Identificación de mohos y levaduras.....	61
2.10	Método de procesamiento y análisis de datos.....	61
III.	RESULTADOS.....	63
IV.	DISCUSIÓN.....	91
V.	CONCLUSIONES.....	109
VI.	RECOMENDACIONES.....	111
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
VIII.	ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fuente de los principales contaminantes microbianos en el aire hospitalario.	38
Tabla 2. Bacterias de mayor frecuencia encontradas en salas de cirugía.	44
Tabla 3. Distribución de los ambientes de áreas críticas y número de muestreos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	63
Tabla 4. Temperatura y Humedad Relativa de los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	64
Tabla 5. Crecimiento de la población bacteriana y micótica en ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	65
Tabla 6. Densidad Relativa de los géneros bacterianos y micóticos (mohos y levaduras) aislada de ambientes de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	68
Tabla 7. Población bacteriana y Densidad Relativa de los géneros aislados por ambiente de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	70
Tabla 8. Población Micótica (mohos y levaduras) y Densidad Relativa de los géneros aislados por ambiente de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	77
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población bacteriana total aislados en los servicios críticos (Grupos: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI) del Hospital Hipólito Unanue 2015.	83

- Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población bacteriana total en los servicios críticos de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia Neonatología y UCI. HHUT 2015. 85
- Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población micótica (mohos y levaduras) aislados en los servicios críticos (Grupos: Centro Quirúrgico, Serciquem, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI) del Hospital Hipólito Unanue 2015. 87
- Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población bacteriana total en los servicios críticos de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia Neonatología y UCI. HHUT 2015. 89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Distribución de la población bacteriana y micótica (mohos y levaduras) en ambientes de los servicios críticos. Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015	67
Figura 2: Densidad Relativa de los géneros microbiano y micótico (mohos y levaduras) aislados de ambientes de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015	69
Figura 3: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros bacteriano aislados de los ambientes del servicio de Centro Quirúrgico en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015	72
Figura 4: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbianos aislados de los ambientes del servicio de SERCIQUEM en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015	73
Figura 5: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbianos aislados de los ambientes del servicio de Gineco obstetricia en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	74
Figura 6: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbiano aislados de los ambientes del servicio de Neonatología en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	75
Figura 7: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbiano aislados de los ambientes del servicio de UCI en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	76
Figura 8: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio Centro Quirúrgico en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.	79

- Figura 9: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio SERCIQUEM en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015. 80
- Figura 10: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio Gineco obstetricia en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015. 81
- Figura 11: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio de Neonatología en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015. 82

RESUMEN

La presente investigación tuvo como *objetivo*: Determinar la población bacteriana y micótica contaminante en los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015. *Metodología*: El diseño fue descriptivo-transversal, para la medición de carga bacteriana y mohos o levaduras se utilizó la técnica de sedimentación en placas Petri (gravitacional): 02 placas de ASO (Agar Sangre de Oveja), 02 placas de Baird Parker, 02 placas de Agar Mac Conkey, 02 placas de Agar Glutamato, 02 placas de Agar Sabouraud más cloranfenicol; el muestreo se realizó en cada área crítica 1 vez por semana con 05 repeticiones, exponiendo las placas por 30 minutos; la identificación se realizó en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la UNJBG. *Los resultados* obtenidos determinaron que *Bacillus sp* representó la mayor densidad relativa con 76,5 % (2028 ufc), seguido por *Staphylococcus sp* con 9,3 % (247 ufc), *Streptococcus sp* con 3,4 % (90 ufc), *E coli* 2,7 % (68 ufc), *Pseudomonas sp* 1 % (25 ufc), *Proteus sp* 0,5 % (13 ufc) y *Salmonella sp* 0,2 % (6 ufc). Entre la población micótica, el más representativo fue la levadura *Candida sp* con 3,5 % (93 ufc), luego *Penicillium sp* (1,2 %), *Aspergillus sp* (1 %) y *Rhodotorula sp* (0,8 %); al comparar los promedios poblacionales de bacterias existe diferencia significativa en el servicio de Gineco-obstetricia ($F=4,761$; $p<0,05$) y micótica (mohos y levaduras) en el servicio de SERCIQUEM ($F=3,145$; $p<0,05$). *Conclusión*. Según La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sugerido límites de 100 ufc/m para las bacterias y 50 ufc/m para hongos en el aire de hospital. Por lo tanto, la población bacteriana y micótica (mohos y levaduras) de este estudio demostraron que el nivel de contaminación en áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue de Tacna es alta y se deben tomar medidas efectivas para controlar los posibles riesgos para la salud.

Palabras clave: Población bacteriana, mohos y levaduras, áreas críticas, unidad formadora de colonias.

ABSTRACT

This research aims: To determine the bacterial population and fungal contaminant in the environment of critical areas of the Regional Hospital Hipólito Unanue Tacna 2015. Methodology: The design was descriptive-cross, for measuring bacterial load and mold or yeast was used sedimentation technique in Petri dishes (gravitational): 02 plates ASO (sheep blood agar) 02 Baird Parker plates 02 plates Mac Conkey Agar 02 Glutamate Agar plates 02 plates Sabouraud agar plus chloramphenicol; sampling was performed in each critical area 1 to week with 05 repetitions, exposing the plates for 30 minutes, Identification was performed in the laboratory of Microbiology, Faculty of Sciences UNJBG. The results found that *Bacillus sp* represented as relative density with 76.5% (2028 ufc) followed by 9.3% *Staphylococcus sp* (247 ufc), *Streptococcus sp* 3.4% (90 ufc), *E coli* 2.7% (68 ufc) 1% *Pseudomonas sp* (25 ufc), *Proteus sp* 0.5% (13 ufc) and 0.2% *Salmonella sp* (6 ufc). Among fungal population was the most representative yeast *Candida sp* with 3.5% (93 ufc), then *Penicillium sp* (1.2%), *Aspergillus sp* (1%) and *Rhodotorula sp* (0.8%); when comparing bacterial population averages there are significant differences in the service of gynecology and obstetrics ($F = 4.761$; $p < 0.05$) and fungal (mold and yeast) in the service of SERCIQUEM ($F = 3.145$, $p < 0.05$). Conclusión. According to The World Health Organization (WHO) has suggested limit of 100 ufc/m for bacteria and 50 ufc/m for fungi in the air hospital. Therefore, bacterial and fungal (mold and yeast) population of this study showed that the level of contamination in critical areas Hipólito Unanue Hospital in Tacna is high and should take effective measures to control the possible risks to health.

Keywords: *Bacterial Population, molds and yeasts, critical areas, colony forming unit.*

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación microbiológica en ambientes interiores y exteriores ha venido adquiriendo gran importancia por parte de distintos sectores de nuestra sociedad; en especial al sector salud en sus diferentes niveles de centros hospitalarios; ya que es indiscutible el papel del aire interno en la transmisión de microorganismos y otras sustancias nocivas para la salud, afectando no sólo a los pacientes internados, sino también al personal que trabaja en él, debido a que estos agentes pueden ser la causa de problemas de brotes infecciosos dentro del hospital. Las infecciones adquiridas en áreas quirúrgicas son la principal preocupación de profesionales del área de la salud, y de los investigadores dedicados al estudio epidemiológico de enfermedades de infección intrahospitalaria (Hernández R., 2008).

En la actualidad la transmisión aérea ha adquirido mayor importancia en la Infección Nosocomial. Esto se produce por la diseminación de bioaerosoles ($\leq 5 \mu$ de diámetro) o por material particulado que contienen el agente infeccioso, que permanecen suspendidas en el aire interno de los ambientes hospitalarios. Así, los microorganismos transportados de esta forma, se pueden extender ampliamente por las corrientes de aire, pudiendo ser inhalados o

depositados en el huésped susceptible (Organización Mundial de la Salud, 2014)

El presente trabajo de investigación titulado “Población bacteriana y micótica contaminante en ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015” es un estudio descriptivo de corte transversal que otorga información relevante, ya que en el Perú existen muy pocos trabajos de este tipo y a nivel local no se tiene investigaciones similares. Por tanto, se pone en evidencia la información real referida al tema, contenida en lo siguiente:

Primero, se presenta información sobre el problema de investigación, considerando la situación problemática del objeto de estudio, que un hospital pobre en calidad de aire del interior de sus ambientes, puede ser el comienzo de un síndrome del hospital enfermo, generando patologías nosocomiales y enfermedades ocupacionales.

Segundo, el marco teórico, que es el sustento de la investigación, teniendo en cuenta la secuencia y conceptos básicos con las respectivas citas bibliográficas para darle consistencia al trabajo.

Tercero, en el marco metodológico y dentro de él, se define el diseño, las variables, definiciones operacionales, metodología y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Cuarto, se describe los resultados, que viene a ser la organización, tabulación, análisis e interpretación de los datos obtenidos durante la investigación, estos son presentados en cuadros y gráficos de acuerdo a los objetivos y variables consideradas en el estudio.

Quinto, se prosigue con la discusión con criterio lógico, juicioso, consistente y coherente a los resultados, comparados con otros estudios similares y sustentados con la literatura científica.

Finalmente, se expresa las conclusiones y sugerencias, concordantes a los objetivos y resultados obtenidos.

1.1. Planteamiento del problema

Los establecimientos de atención en salud son entornos donde se congregan pacientes que en menor o mayor grado presentan compromisos inmunológicos. En este contexto, el ambiente hospitalario resulta un espacio donde podrían adquirir infecciones nosocomiales con el consiguiente deterioro del cuadro clínico preexistente (Izzeddin A. et al, 2011).

La contaminación biológica dentro de los hospitales es de gran preocupación debido a que las bacterias y hongos son las causas más importantes de infecciones nosocomiales. Un gran número de bacterias y propágulos fúngicos son capaces de dispersarse por vía aérea, por lo que la exposición a estos patógenos potenciales debe ser controlado y para ello es necesario evaluar la composición y concentración de microorganismos aéreos en clínicas y hospitales (Maldonado-Vega M., et al, 2014).

El análisis de la calidad del aire se recomienda para obtener información sobre la mayoría de los microorganismos relacionados con enfermedades infecciosas o alérgicas. Adicionalmente, la estimación de la densidad y diversidad de estos microorganismos en hospitales es un indicador de la

calidad del ambiente (Burge, 1990; Hoseinzadeh et al, 2013). Aunque los patógenos oportunistas aéreos pueden ser relativamente inofensivos para personas sanas, pueden causar efectos adversos en personas inmunocomprometidas (Augustowska y Dutkiewicz, 2006). Se ha visto que muchas enfermedades infecciosas y alérgicas están asociadas con la exposición a biopartículas en edificios con humedad o aire acondicionado sin mantenimiento (Burge, 1990).

Las infecciones intrahospitalarias, aquellas que se presentan en pacientes y el personal sin que se manifiesten o incuben antes de la admisión, constituyen un problema importante para países desarrollados y en vías de desarrollo, pues afectan entre el 5 % al 15 % de los pacientes y se asocian a morbilidad elevada, aumentan los costos de operación de los centros de salud por empleo de antibióticos y procedimientos más costosos y prolongan la estancia hospitalaria de los enfermos infectados (Jiménez et al., 2004).

En el Perú, el estudio de prevalencia de Infecciones Intra Hospitalarias (IIH) en el periodo 2012-2013, registró 9812 IIH, de las cuales 4314 correspondieron al 2012 y 5498 al 2013. La distribución por servicios fue: 4455 IIH en los servicios de Gineco-obstetricia, seguido de 2704 en la UCI

de adultos, 1248 en neonatología, 819 en medicina; 553 en cirugía y 33 IIH en la UCI Pediátrica. Asimismo, se debe señalar que no todos los establecimientos notificantes tienen todos los servicios mencionados, éstos varían según la categoría asignada (Garro G., 2012).

En el año 2013, en el Perú como parte de la vigilancia epidemiológica de IIH, 11 hospitales e institutos reportaron 17 (100 %) probables brotes de IIH, luego de la investigación epidemiológica realizada se confirmaron 16 (94,1 %) y se descartó 1 (5,9 %): el rango de brotes reportados estuvo entre 1 a 3 por hospital. Entre los servicios afectados, en 7 de ellos (43,8%) se presentó en el servicio de Neonatología; 6 (37,5 %) en Unidades de Cuidados Intensivos de adultos y 4 (25 %) en otros servicios (Garro G., 2013).

Otro de los hallazgos del año 2013 fue la notificación del primer caso de *Klebsiella pneumoniae* resistente a carbapenems (KPC) y *Enterobacter* resistente a carbapenems, agentes patógenos de gran impacto a nivel hospitalario, por la morbilidad y mortalidad que genera; sin embargo, se debe tener en cuenta que la identificación de éste y otros agentes patógenos resistentes dependerá en gran medida de la capacidad resolutive

de los laboratorios para identificación precoz y precisa de los pacientes portadores de estas enterobacterias (Garro G., 2013).

El ambiente hospitalario, contaminado, ofrece un riesgo potencial para la adquisición de infecciones, tanto para los pacientes, como para su familia y el personal de salud. La fuente de microorganismos que causan infecciones nosocomiales puede provenir de los pacientes (fuente endógena), del ambiente y del personal hospitalario (fuente exógena). En relación con el ambiente, el aire ha sido considerado como el vehículo más importante en la transmisión de determinadas enfermedades infecciosas como gripe, tuberculosis, difteria, sarampión, varicela, entre otros (Environmental Control, 2007).

Las áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, en los últimos años, se han dotado de equipamiento de última generación y ha mejorado la infraestructura, como también fortalecido el personal de salud, sin embargo, por la alta demanda de pacientes que requieren hospitalización, muchas veces existe hacinamiento en las diferentes áreas críticas, esto conllevaría a aumentar el riesgo de susceptibilidad no sólo de pacientes inmunocomprometidos, sino de sus familiares y hasta del mismo personal de salud a adquirir infecciones intrahospitalarias.

Con el fin de contribuir a mejorar la prevención de los riesgos para la salud que pueden generarse en el interior de las áreas críticas, es necesario adecuar las condiciones ambientales e higiénico-sanitarias al usuario y a la actividad que realiza (Norma ISO: 14698, 2004).

Por tanto, lo expuesto anteriormente motivó a exponer la siguiente interrogante de investigación:

1.2. Enunciado del problema

¿Cuál es la población bacteriana y micótica contaminante en ambientes de áreas críticas del hospital regional Hipólito Unanue, Tacna 2015?

1.3. Definición y delimitación del problema

1.3.1. Características y significado del problema

El hospital con sus diferentes servicios de atención responde a la existencia de una institución social peculiar, que ha tenido una

evolución histórica, hasta llegar en nuestros días a albergar un dispositivo tecnológico preparado para solucionar complicados problemas de salud humana. En tanto, ha debido de enfrentarse a conflictos, entre otros, propios de un medio interno específicamente habilitado para dar cobijo a una humanidad con riesgos de salud donde muchas veces existe el peligro de morir. Desde este punto de vista se puede concebir, aparte de otras perspectivas, como un espacio crítico donde debe mantenerse un monitoreo de contaminantes en el aire de sus ambientes (Vaquero de la Hoz, 2011).

El Hospital Regional Hipólito Unanue, ubicado en la calle Blondell s/n, Tacna, para el año 2015 cuenta con un Comité de Infecciones Intrahospitalarias y tiene implementado la vigilancia epidemiológica de IIH, a pesar de ello, el monitoreo de evaluación microbiológica sólo se limita a los alimentos y no se realiza evaluaciones periódicas de la carga bacteriana y micótica en sus áreas críticas, en cuyos ambientes diariamente los paciente, probablemente por su estado de salud, tienen mayor riesgo de adquirir infección intrahospitalaria.

Para evitar o controlar las IIH, si bien es muy compleja las actividades a implementar, el monitoreo de la densidad relativa de microorganismos en bioaerosoles del ambiente interno resulta ser relevante en situaciones de brote, así como también el monitoreo en los periodos de frío y calor.

La finalidad de la investigación fue determinar la presencia o ausencia de los tipos de bacterias, mohos y levaduras a los que usualmente están expuestos los pacientes dentro del Hospital Regional Hipólito Unanue – Tacna.

El trabajo se justificó porque existe la necesidad de que se realice un estudio sobre este problema que representa un riesgo para los pacientes. Por tanto, mediante la toma de muestra de bioaerosoles por sedimentación en placa puso en evidencia la presencia de algunos microorganismos que podrían ser agentes de infecciones intrahospitalarias, tales como: *Staphylococcus sp*, *Pseudomonas sp*, *Salmonella sp* y *E. coli*. Por ello, el trabajo que debe desarrollar el área de epidemiología hospitalaria es evitar la contaminación de sus ambientes críticos, ya que si la carga bacteriana y micótica de mohos o levaduras en algún momento supera los límites

permisibles, puede generar mayor riesgo a la salud de los pacientes, sus familias y para el personal de salud.

1.3.2. Delimitación del problema

El presente trabajo de investigación es pertinente al ámbito de la Microbiología dado que el aislamiento e identificación de la población de bacterias corresponde al área de la Bacteriología y el aislamiento de mohos y levaduras es pertinente con el área de la Micología, y a su vez ambos interactúan con la disciplina de la “Epidemiología ambiental y epidemiología hospitalaria” porque existe interacción entre los microorganismos presentes en el ambiente interno con la población humana, es decir, pacientes y personal de salud de las áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue.

Todo ello, otorga una información que permite tomar decisiones orientadas a las medidas de desinfección y control de contaminación de ambientes internos en dicho Hospital y proponer un programa de monitoreo orientado a prevenir precozmente brotes de Infecciones Intrahospitalarias.

Por tanto, conocer las bacterias y mohos (levaduras) más frecuentes suspendidas como bioaerosoles en ambientes internos, que podrían ser probables agentes de infecciones nosocomiales en las áreas críticas del Hospital regional Hipólito Unanue, es de gran utilidad para la toma de decisiones por el Comité de IIIH que contribuye además al sistema de vigilancia epidemiológica, dado por la evidencia que otorga el presente estudio.

1.3.3. Hipótesis:

***H₀*:** No existe diferencia significativa en la población bacteriana y micótica contaminante entre los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

***H₁*:** Existe diferencia significativa en la población bacteriana y micótica contaminante entre los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

1.4.4. Objetivos de la investigación

1.4.4.1 Objetivo general

Determinar la población bacteriana y micótica contaminante en los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

1.4.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la población bacteriana en ambientes de las áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna.
- b) Establecer la población micótica (mohos y levaduras) en ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna.
- c) Comparar las unidades formadoras de colonias de la población bacteriana y micótica de los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

1.5 Marco teórico

1.5.1 Antecedentes

– En el ámbito internacional

Izzeddin A., Noja et al. (2011) en su estudio “Evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia, Venezuela”, realizaron evaluaciones en ambientes hospitalarios de centros de salud ubicados en la ciudad de Valencia, Venezuela, tomando en cuenta áreas críticas como quirófanos. Para la captación de las muestras se tomó en cuenta las metodologías establecidas en las Normas Técnicas Españolas. La captación del aire sobre los medios de cultivo Nutritivo y Sabouraud se incubaron a 37 °C de 24-72 horas, para determinar UFC/m³ de aire. Conjuntamente se midió la temperatura y humedad relativa. La identificación microbiológica se realizó utilizando galerías bioquímicas automatizadas (API). De los 6 centros hospitalarios evaluados, 5 quirófanos presentaron más de 10 UFC/m³ de aerobios mesófilos y más de 20 UFC/m³ de población fúngica, cuyo rango debería ser menor a 10 UFC/m³. Los microorganismos identificados con mayor frecuencia fueron: *Staphylococcus sp*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus spp.*, *Acinetobacter lowfii*, *Aspergillus nidulans*, *A. terreus* y, *Geotrichum candidum*. Las

medidas de temperatura fueron mayores a 20 °C y la humedad relativa mayor a 45 %, siendo el rango establecido por la NTP 409 para la temperatura entre 15-18 °C, y 50-70 % en cuanto a la humedad relativa. Se infiere que existe poco compromiso en aplicar las medidas correctas para cumplir a cabalidad con las normas de manipulación de pacientes en áreas críticas, lo que propicia un entorno favorable para el desarrollo microbiano, además de factores como temperatura, humedad relativa, sistemas de climatización, que no cumplen con lo indicado según las normas técnicas Internacionales.

Maldonado-Vega M., et al. (2014) realizaron el trabajo “Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México”. En este trabajo se realizó un estudio piloto para determinar la calidad del aire en dos hospitales en León, Guanajuato, México. Los objetivos fueron identificar, determinar y caracterizar a los propágulos fúngicos y aerobacterias dentro de estos sitios públicos, así como aislar e identificar organismos que pudieran comportarse como patógenos potenciales en el ambiente hospitalario, en áreas donde permanecen pacientes vulnerables sometidos a cirugía, quimioterapia y terapia intensiva. El número de aerobacterias y propágulos fúngicos fueron cuantificados por medio de cultivos selectivos y fueron reportados en

términos de unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³). Las concentraciones obtenidas indicaron que los dos hospitales (1. Hospital de especialidades de primer nivel y 2. Hospital Regional de consulta familiar de segundo nivel) se consideraron como contaminados en ciertas áreas, ya que los niveles de bacterias y propágulos fúngicos estuvieron muy por arriba de los aceptables de acuerdo con lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1990). El hospital 1 presentó concentraciones de bacterias de 40 a 280 ufc/m³ con lo que su calidad de aire fue calificada como pobre, además de que en este aire se encontraron 17 géneros de bacterias y 15 de hongos. El hospital 2 con más años de servicio y mayor incidencia de pacientes presentó una mayor concentración microbiana tanto de propágulos fúngicos (32 a 442 ufc/m³), como de bacterias (90 a 548 ufc/m³). En este segundo hospital se identificaron 17 géneros de bacterias y 22 de hongos. En cuanto al aislamiento e identificación de organismos, se encontraron más del tipo Gram-negativos que Gram-positivos en ambos hospitales. Las enterobacterias como *Escherichia coli*, *Enterobacter cancerogenus* y *Acinetobacter sp* fueron predominantes y de importancia clínica para los usuarios del hospital, mientras que las bacterias del género *Bacillus* fueron las Gram-positivas predominantes. Entre los hongos, *Fusarium* y *Penicillium* fueron los más comunes. Asimismo, se identificaron hongos

de alta importancia clínica como *Microsporium audouinii*, *Cladosporium oxysporum*, *Mucor ramosissimus*, *Alternaria arborescens* y *Cryptococcus albidus*.

Amarily Perelli, et al. (2009) realizaron una investigación sobre Presencia de flora fúngica en áreas internas del Hospital “Dr. Adolfo Prince Lara”, Puerto Cabello, Estado Carabobo. Durante el período 2006-2007, evaluaron la Unidad de Cuidados Intensivos, Quirófano, Sala de Emergencia de Adultos, Sala de Emergencia de Niños y Hospitalización Pediátrica. Las muestras fueron obtenidas usando las técnicas: Sedimentación en placa e Hisopado, la identificación de las colonias se realizó por examen macroscópico: aspecto, color, forma, tamaño y microscópico utilizando: Cinta Adhesiva Transparente, Tinta China y Tubo Germinativo. Se encontró un total de 102 ufc por la técnica de Sedimentación en placa y 223 ufc por la de Hisopado. La incidencia fue: Levaduras (67,4 %), *Curvularia lunata* (8 %), *Micelia esterilia* (6,5 %) y *Aspergillus niger* (5,9%), concluyendo que las áreas de mayor contaminación fúngica fueron emergencia, adulto mayor, emergencia niños y Unidad de Cuidados Intensivos.

Mayor M. C., et al. (2012), realizaron un trabajo titulado “Relación entre los microorganismos de infecciones nosocomiales vs. Microorganismos ambientales en Terapia Intensiva Pediátrica”. Hospital Central Militar-Laboratorio de Microbiología de la Escuela Médico Militar. Ciudad de México, realizaron un estudio observacional, analítico de prevalencia de periodo, comprendido del 1 de febrero al 31 de julio de 2007, en el cual se incluyeron las cepas de los pacientes que ingresaban a la Unidad de Terapia Intensiva de Pediatría (UTIP) y que desarrollaban Infección Nosocomial (IN), así como las cepas de los microorganismos que se aislaron en los seis muestreos realizados en el ambiente de la UTIP. De 157 pacientes que ingresaron a la UTIP, se identificaron 16 con IN, con prevalencia de 10,19 %. Las IN que se encontraron fueron: Neumonía (7 %), infecciones del tracto urinario (1,91%) y sepsis (1,27 %). Los agentes causales identificados en pacientes fueron: *B. cepacia*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *C. albicans*. Los microorganismos aislados en el ambiente fueron: *E. coli*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. aerogenes*, *M. morgagni* y *C. albicans*.

Centeno Sara, et al. (2004) desarrollaron un trabajo titulado “Evaluación de la micoflora aérea en las áreas críticas del hospital principal de Cumaná, estado Sucre, Venezuela”. El objetivo fue evaluar el grado de

contaminación fúngica, determinando la frecuencia de hongos filamentosos y levaduras, presentes en el ambiente de la Unidad de Cuidados Intensivos, del quirófano y del retén de niños recién nacidos del Hospital Universitario “Antonio Patricio de Alcalá” (HUAPA) de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela. El recuento de las unidades formadoras de colonia por placa (UFC/placa) de los hongos filamentosos y levaduras se realizó en placas de Petri con agar Sabouraud dextrosa, expuestas en las diferentes áreas estudiadas. Posteriormente, las colonias fúngicas presentes fueron aisladas e identificadas. El área que presentó un mayor recuento de UFC/placa fue la Unidad de Cuidados Intensivos (9 UFC/placa). Los géneros de hongos filamentosos que se aislaron en mayor proporción fueron *Aspergillus* (46,80 %), *Penicillium* (19,19 %) y *Fusarium* (11,06 %). Las especies aisladas con mayor frecuencia fueron *Aspergillus niger* (24,80 %), *Aspergillus flavus* (10,54 %) y *Fusarium solani* (9,52 %). *Rhodotorula glutinis* resultó la levadura aislada con mayor frecuencia; así también, se aislaron diferentes especies del género *Candida* y del género *Criptococcus*.

– **En el ámbito nacional:**

Paipal Santos et al. (2014) realizó un trabajo titulado “Evaluación de la contaminación microbiológica en los equipos radiográficos de una Clínica Dental Privada” que tuvo como objetivo: Determinar la presencia de bacterias y hongos en las superficies contactadas por el operador durante la toma de radiografías intra orales en el cuarto de toma y caja de procesado de los módulos de la Clínica Dental de la Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia, encontraron una concentración bacteriana variada en todas las superficies radiográficas. Además, se encontraron microorganismos comensales y patógenos, los más prevalentes fueron los bacilos Gram negativos (*Pseudomonas stutzeri*) y con menor frecuencia los cocos Gram positivos (*Enterococcus faecalis*).

Guzmán (2008) realizó un estudio sobre la prevalencia y características epidemiológicas – clínicas de las infecciones intrahospitalarias en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Rebagliati en Lima, obteniendo que del total de pacientes estudiados, 262 presentaron algún tipo de infección nosocomial. Las infecciones intrahospitalarias (IIH) fueron más frecuentes en los pacientes mayores de 75 años (43,5 %), sexo masculino (35,2 %), procedentes de UCIN (Unidad de Cuidados Intensivos

Intermedios) (73,6 %). El lugar topográfico más frecuente fue el aparato respiratorio, la neumonía nosocomial fue el tipo más frecuente, la mayoría de pacientes tenían acceso venoso periférico y sonda vesical. La tasa de letalidad fue 21,23 %.

1.5.2 Revisión bibliográfica

1.5.2.1 Áreas críticas en hospitales

Se consideran áreas críticas, o de alto riesgo de infección, los quirófanos, las salas de parto, la sala de pequeña cirugía de urgencias, la central de esterilización, las unidades de diálisis, áreas de preparación de soluciones parenterales entre otras según el diseño hospitalario (Cuervo P. M. P., 2015).

El aire acondicionado y la ventilación son dos elementos primordiales para salvaguardar el bienestar de los usuarios de ambientes internos hospitalarios. Las áreas críticas (quirófanos) requieren incluso mayor cuidado en sus condiciones de ventilación y aire, pues más que brindar comodidad, deben impedir que los pacientes resulten afectados por elementos contaminantes imperceptibles, que pueden dañar severamente su salud (Gustavo O., 2015).

Los servicios que ofrecen los hospitales, por sus características, debe contar con condiciones de higiene y comodidad específicas y suficientes para ofrecer una atención médica adecuada. Por tal motivo, los hospitales resultan ser los edificios más complejos, que precisan la intervención de disciplinas ajenas al sector de la salud para hacerse cargo de los aspectos de limpieza e inocuidad en las áreas donde los pacientes se encuentran más vulnerables (Gustavo O., 2015).

Para el buen diseño del hospital, es necesario que sus áreas se clasifiquen, de modo que cumpla con sus principales funciones: prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades (Gustavo O., 2015).

Los servicios que ofrecen los hospitales pueden clasificarse en tres áreas: críticas, semicríticas o no críticas según el riesgo de infección generado por la actividad que allí se realice (Cuervo P. M. P., 2015).

- **Áreas críticas:** Se consideran áreas críticas aquellas donde se realizan procedimientos invasivos, donde los pacientes por su condición están más expuestos a contraer una infección, y donde se realiza el lavado del material contaminado. Entre estas áreas se pueden citar: quirófanos, salas de endoscopias, unidades de

cuidado intensivo, unidades de quemado, salas en donde se realizan procedimientos de radiología invasiva, salas de aislamiento, unidades de trasplante, laboratorios, salas de sutura en urgencias, lactarios, cuartos sépticos, baños colectivos, mesa – baño de niños y adultos, entre otros (Raúl Molina T., 2003).

- **Áreas semicríticas:** En estas áreas los pacientes pueden permanecer largos períodos o bien estar de manera transitoria. Durante su estancia pueden tener contacto con elementos y mobiliario a través de la piel intacta. Dentro de estas áreas están las salas de hospitalización, los cubículos de atención inicial en urgencias, los 41 cuartos de observación, las salas de servicios ambulatorios como: electrocardiografía, vacunación, quimioterapia, cuartos de curaciones y consultorios odontológicos. También se incluyen las salas de autopsia, los servicios de alimentación y lavanderías (Raúl Molina T., 2003).
- **Áreas no críticas o generales:** En estas áreas las personas están de paso y no tienen contacto directo con los elementos hospitalarios. La limpieza está encaminada a conservar la estética y hacer el ambiente adecuado para el descanso. Entre dichas áreas se pueden citar: los consultorios médicos, las salas de espera, los

depósitos de medicamentos, la farmacia, los servicios sanitarios, los ascensores, las salas de fisioterapia, los puestos de enfermería, etc. (Raúl Molina T., 2003).

1.5.2.2 Calidad microbiológica en ambientes interiores

En los últimos años ha surgido una mayor preocupación por la calidad del ambiente en el interior de los inmuebles. Se habla de edificios enfermos o para el caso de hospitales, el síndrome de hospital enfermo (los que presentan problemas que afectan a la salud de los individuos que están en su interior), y se intentan establecer recomendaciones sobre determinados niveles microbianos máximos aconsejables en hospitales, industrias, ambientes laborales, empresas farmacéuticas, clínicas odontológicas, etc. (Ortiz G. y col., 2007).

Aunque hacen falta más datos científicos, ya empiezan a aparecer guías y normas de buenas prácticas en la construcción de los edificios para proteger la salud de las personas porque hay mucha información que indica la presencia de contaminantes en los ambientes interiores. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) un 30 % de los edificios nuevos y remodelados de todo el mundo contienen suficientes contaminantes en su interior para hacer enfermar a las personas (Ortiz G. y col., 2007).

Se considera que un ambiente interior sufre una contaminación biológica si contiene bioaerosoles que puedan causar enfermedad o efectos adversos para la salud como hipersensibilidad, irritación, inflamación, etc. de las personas que se hallen en este ambiente. Los bioaerosoles son pequeñas partículas transmitidas por el aire que contienen en sus interiores contaminantes biológicos: seres vivos o productos derivados de ellos. La inhalación, ingestión o el simple contacto con la piel permite a los microorganismos transmitidos por bioaerosoles entrar en contacto con los seres humanos y producir diversas enfermedades (Ortiz G. y col., 2007).

1.5.2.3 Calidad microbiológica del aire en hospitales

La caracterización de bioaerosoles se ha convertido en un tema importante porque relaciona efectos sobre la salud. Es por esto, que el control de la calidad del aire interno (IAQ) juega un papel importante en la prevención de infecciones en hospitales para proteger tanto a pacientes, como a personal del hospital; especialmente a pacientes inmunosuprimidos e inmunocomprometidos, quienes tienen alta susceptibilidad a los efectos adversos de productos químicos y microbios aerotransportados (Hernández Ramírez, M. N., 2008).

Un hospital pobre en (IAQ) puede ser el comienzo del síndrome del hospital enfermo (SHS) causando: dolores de cabeza, irritación en piel y ojos y otros síntomas. Además de manera más seria un inadecuado (IAQ) puede causar infecciones nosocomiales (adquiridas en hospital) y enfermedades ocupacionales (Michael Leung y col., 2006).

La contaminación de agentes microbianos e infecciones son serios factores en la IAQ. Microbios patógenos con diámetros de 1 a 5 μm que pueden estar suspendidos en el aire, permitiendo enfermedades que son fácilmente transmisibles (Michael Leung y col, 2006).

Así, en los *Quirófanos* (Centros Quirúrgicos), las infecciones adquiridas son la principal preocupación de las cirugías. La Flora normal de piel de pacientes o trabajadores de la salud causa más de la mitad de todas las infecciones que siguen a una cirugía limpia, pero la importancia de la bacteria en el aire en esta escena es aun polémica.

En la actualidad los quirófanos modernos que cumplen con las normas vigentes sobre la calidad del aire están prácticamente libres de partículas de más de 0,5 μm (incluso bacterias) cuando no hay nadie adentro. La actividad del personal de quirófano es el principal foco de

bacterias transmitidas por el aire, que se originan sobre todo en la piel de las personas que lo ocupan. El número de bacterias transmitidas por el aire depende de ocho factores, que son los siguientes (Ducel, G., 2003):

- Tipo de intervención quirúrgica.
- Calidad del aire proporcionado.
- Número de ciclos de recambio de aire.
- Número de personas dentro del quirófano.
- Movimiento del personal del quirófano.
- Grado de cumplimiento con las prácticas de control de infecciones.
- Calidad de la ropa del personal.
- Calidad del proceso de limpieza.

Tabla 1. Fuente de los principales contaminantes microbianos en el aire hospitalario.

Contaminantes	Fuentes
<i>M. tuberculosis</i>	Cuando un paciente con tuberculosis activa tose, estornuda, o habla, se generaran gotitas de tuberculosis en suspensión en el aire.
<i>Legionella</i>	Una fuente de esta bacteria en el medio ambiente es a través de la toma de aire externo. Otras fuentes probables son condensadores, evaporadores, sistemas de agua potables y sistemas de agua caliente.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Las bacterias están presentes en la piel, y en la nariz, la sangre, y la orina de un paciente infectado. Durante algunos procedimientos quirúrgicos que requieren el uso de herramientas eléctricas, como las sierras de oscilación hueso y huesos surcos, se generan aerosoles microbianos.
Esporas de <i>Aspergillus sp</i> y <i>Penicillium sp</i>	La renovación de instalaciones y trabajos de construcción en los hospitales son las principales fuentes de aerosoles de esporas de <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> . Las esporas de hongos del suelo, las plantas, los animales y las partículas de polvo pueden adherirse a la ropa de trabajadores y visitantes.

. 2006. Control and management of hospital indoor air quality (IAQ).

Teniendo en cuenta los contaminantes microbianos en suspensión en el aire hospitalario, los valores admisibles de concentración de bacterias en el aire para un quirófano del Grupo II (Quirófanos de Cirugía Especial), que para el caso del Hospital Regional Hipólito Unanue en el Centro Quirúrgico, tiene mayormente del Grupo I (Quirófanos de Cirugía Normal), son las siguientes:

Respecto a bacterias: Para la flora aerobia mesófila total los valores admisibles fueron tomados del Servicio Vasco de Salud. Manual de normas para el control de la infección nosocomial: Anexo I. 1997.

- Ambiente muy limpio: $< 10 \text{ ufc/m}^3$
- Ambiente limpio: $10 - 100 \text{ ufc/m}^3$
- Ambiente aceptable: $100 - 200 \text{ ufc/m}^3$

En los quirófanos del Grupo II se debe considerar ambiente MUY LIMPIO y en el resto de quirófanos (Grupo I o Quirófanos de Cirugía Normal), no hay uniformidad de criterios, pueden estar entre ambiente limpio o ambiente aceptable.

Para el caso de hongos. Los valores admisibles son, según el “Servicio Vasco de Salud: Manual de Normas para el Control de la Infección Nosocomial” (ver Anexo I, 1997):

- Ausencia de hongos de los géneros *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor* ($0/\text{m}^3$).

En el Perú no existen criterios ni valoración admisible para contaminantes microbianos en el ambiente hospitalario ni en el “Documento Técnico, recientemente difundido: Lineamientos para la

Vigilancia, Prevención y Control de las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, 2015; ni en la anterior Norma Técnica de Prevención y Control de Infecciones Intrahospitalarias, 2004.

1.5.2.4 Agentes infecciosos hospitalarios

a) Bacterias

Las bacterias poseen una estructura relativamente simple. Son microorganismos **procariotas**, es decir, microorganismos unicelulares sencillos, sin membrana nuclear, mitocondrias, aparato de Golgi ni retículo endoplásmico que se reproducen por división asexual. La pared celular que rodea a las bacterias es compleja, y existen dos formas básicas: una pared celular Grampositiva con una gruesa capa de peptidoglucano y una pared celular Gramnegativa con una delgada capa de peptidoglucano, así como una membrana externa. Para realizar una clasificación preliminar de las bacterias se utiliza su tamaño (1 a 20 μm o más) forma (esferas, bastoncillos espirales) y disposición espacial (células aisladas, en cadena y formando cúmulos); mientras que su clasificación definitiva se refiere a sus propiedades fenotípicas y genotípicas. El organismo humano está habitado por muchas especies bacterianas distintas; mientras

algunos mantienen una relación temporal, otras habitan en el ser humano de forma permanente. También se encuentran bacterias en el ambiente como el aire que se respira, el agua que se bebe y en los alimentos que se comen; aunque muchas de ellas son relativamente avirulentas, otras son capaces de provocar enfermedades potencialmente mortales. La enfermedad puede deberse a los factores tóxicos de los productos bacterianos (toxinas) o bien a la invasión de regiones corporales que acostumbran a ser estériles (Murray, 2006).

Estructura: Las bacterias se pueden dividir en dos grandes grupos Gram positivas y Gram negativas.

- **Gram positivas**

Se denominan **bacterias Gram positivas** a aquellas bacterias que se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram: de aquí el nombre de "Gram-positivas". Esta característica química está íntimamente ligada a la estructura de la envoltura, por lo que refleja un tipo natural de organización bacteriana y son uno de los principales grupos de bacterias. Las restantes son las bacterias Gram negativas (Murray, 2006).

- **Gram Negativas**

Se denominan bacterias Gram negativas aquellas que no se tiñen de azul oscuro o de violeta por la tinción de Gram, y lo hacen de un color rosado tenue: de ahí el nombre de "Gram negativas". Esta característica está íntimamente ligada por la envoltura celular, pues presenta doble membrana celular (una externa y la otra citoplasmática), lo que refleja un tipo natural de organización bacteriana. Las restantes son las bacterias Gram positivas (Murray, 2006).

Las bacterias, causan enfermedades por dos mecanismos básicos:

- Invasión a los tejidos (INVASIVIDAD).
- Producción de toxinas (TOXIGENICIDAD).

La invasión causa daños demostrables en el sitio donde se localiza el patógeno, mientras que las toxinas solubles como son transportadas por la linfa y la sangre pueden causar efectos citotóxicos en sitios lejanos a la lesión original. Algunas de las bacterias deben su patogenicidad a uno solo de los mecanismos, mientras que otras poseen ambos mecanismos. Por ejemplo, el *Streptococcus pyogenes* posee capacidad invasora y toxigénica.

La relevancia de los bacilos Gram negativos no-fermentadores como patógenos, por lo general, es que no son organismos de alta virulencia. Sin embargo, pueden causar infecciones endémicas y epidémicas dentro del ambiente hospitalario; tanto en pacientes normales como inmunocomprometidos. Las más frecuentes son las infecciones de vías urinarias y respiratorias, sobre todo en pacientes en cuidados intensivos; bacteriemias primarias y secundarias e infecciones de heridas (Jáuregui L., 2010).

Tabla 2. Bacterias de mayor frecuencia encontradas en salas de cirugía.

Tinción de Gram y Morfología	Género	Características
Cocos Gram positivos	<i>Staphylococcus</i>	<p>El género comprende en la actualidad a 35 especies y 17 subespecies, muchas de las cuales se encuentran en los humanos. Las especies que se asocian con más frecuencia a las enfermedades en humanos son <i>Staphylococcus aureus</i> (el miembro más virulento y conocido del género), <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Staphylococcus saprophyticus</i>, <i>Staphylococcus capitis</i> y <i>Staphylococcus haemolyticus</i>. Las enfermedades estafilocócicas adquiridas intrahospitalarias son el problema principal, y la prevención y control de estas infecciones depende del esfuerzo combinado de todo el personal del hospital.</p> <p>Estas bacterias se encuentran agrupadas en racimos de uva, característica que es el fundamento de su nombre del griego Staphyle que significa racimo de uva. Esta bacteria es Gram positiva, no formadora de esporas y algunas de sus cepas tienen capsula notable. <i>S. aureus</i> produce colonias redondas, abultadas, colonias opacas que tienen color amarillo oro, este microorganismo se diferencia de otros por su habilidad para coagular el plasma.</p>
	<i>Streptococcus</i>	<p>Semejan cadenas de diferentes longitudes. Son moderadamente resistentes a los factores ambientales, significan que pueden permanecer vivas durante días o semanas después de ser eliminadas del cuerpo.</p> <p>El estreptococo se desarrolla bien en medios de sangre y muchas especies secretan hemolisina y producen diferentes patrones de áreas de hemólisis alrededor de las colonias. Estas zonas de hemólisis se emplean para hacer identificación preliminar de los grupos estreptococos. Una zona clara alrededor de la colonia se llama β - hemólisis. Una zona de color verdoso opaco se llama α-hemólisis. Algunas especies no producen hemólisis. Las infecciones más importantes causadas por estreptococo en el hombre la causada por la especie de <i>Streptococcus pyogenes</i>. La bacteria <i>Streptococcus pneumoniae</i>, es la principal causa de neumonía.</p>

...Continúa

Bacilos Gram negativos	<i>Klebsiella</i>	<p>Pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. Los representantes más importantes son <i>Klebsiella oxytoca</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> es la especie de mayor relevancia clínica dentro del género bacteriano <i>Klebsiella</i>, compuesto por bacterias Gramnegativas de la familia Enterobacteriaceae, que desempeñan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas.</p> <p>Las Klebsielas son inmóviles, poseen una cápsula polisacárida y pueden cultivarse fácilmente en medios de cultivo sencillos. Las colonias son grandes y mucosas. La mayor parte de las cepas pueden absorber glucosa y citratos como única fuente de carbono. Las enfermedades provocadas por <i>Klebsiella</i> son principalmente neumonía (neumonía de Friedländer), sepsis e infección urinaria.</p>
	<i>Escherichia coli</i>	<p>Junto a otras especies de incidencia excepcional, forma el género <i>Escherichia</i>. Constituye la especie dominante de la flora aerobia del tubo digestivo, más de 10 serotipos coexisten normalmente en el mismo individuo. Son estas mismas bacterias integrantes de la flora normal las que pueden causar en diversas circunstancias infecciones urinarias, septicemias, meningitis etc.</p>
	<i>Pseudomonas</i>	<p>De las numerosas especies de <i>Pseudomonas</i> sólo unas pocas tienen importancia en patología humana. En particular la especie <i>Pseudomonas aeruginosa</i> por su frecuencia en patología humana esta mejor estudiada que otros. Es un microorganismo versátil, ampliamente distribuido en el suelo, agua, plantas e intestino de animales. Puede causar enfermedad en el hombre, ciertos animales, plantas e insectos.</p> <p>Es susceptible a la desecación, pero sus habilidades metabólicas le permiten sobrevivir y multiplicarse en líquidos y ambientes húmedos de los hospitales. Las infecciones humanas están la mayoría restringidas a los pacientes hospitalizados que adquieren el microorganismo de fuentes ambientales (infección exógena) por contacto con vectores humanos o inanimados.</p>

a) Mohos del ambiente

El moho es un hongo que se encuentra tanto al aire libre como en interiores. Nadie sabe cuántas especies de hongos existen, pero se calcula que puede haber desde decenas de miles hasta quizá trescientas mil o más. El moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, se propaga y reproduce mediante esporas. Las esporas del moho pueden sobrevivir en condiciones ambientales, como la resequedad, que no favorecen el crecimiento normal del moho. Aunque se han descrito numerosas especies de hongos, habitualmente son menos de 100 las que se asocian con la aparición de enfermedades en el ser humano (CDC, 2003).

- **Estructura**

Los hongos poseen las estructuras típicas de las células eucariotas. En contraste con las células bacterianas, las células de los hongos poseen un complejo citosol que contiene (entre otras estructuras) microvesículas, microtúbulos, ribosomas, mitocondrias, aparato de Golgi, núcleos y un retículo endoplasmático de doble membrana. Los núcleos de los hongos están envueltos por una membrana y contienen prácticamente todo

el ADN celular. Asimismo, poseen un nucléolo verdadero y rico en ARN. Una interesante propiedad peculiar de esta membrana es que durante el ciclo mitótico persiste toda la metafase; en cambio, la membrana nuclear de las células de las plantas y los animales se disuelve y vuelve a formarse posteriormente (tras la segregación de los cromosomas a sus centrómeros).

Los tipos más comunes de mohos de interiores hospitalarios, son:

Cladosporium sp. Características macroscópicas: Colonias rugosas que viran de marrones a negras (Arenas R., 1993).

Características microscópicas: Micelios y conidias en cadenas largas y cortas.

Penicillium sp. Características macroscópicas: Colonias pulverulentas, cerebriformes, de color gris en el anverso y marrón en el reverso, redondeadas con radiaciones, borde regular y superficie lisa. (Arenas R., 1993).

Características microscópicas: Hifas largas que terminan en pequeños racimos de microconidias.

Alternaria sp. Características macroscópicas: Colonias vellosas, de superficie rugosa y borde regular, de color gris intenso en el anverso y negro en el reverso. (Arenas, R., 1993).

Características microscópicas: Conidios grandes y pequeños entre lazadas.

Aspergillus sp. Características macroscópicas: Colonias granulosas, de color negro en el anverso y amarillo en el reverso, elevadas, de superficie rugosa y borde irregular. (Arenas, R., 1993).

Características microscópicas: Hifas ramificadas, tabicadas y dicótomas, es decir divididas en dos.

Mucor sp. Características macroscópicas: colonias que presenta crecimiento a los tres días, de color blanco al principio y posteriormente grisáceo de textura algodonosa.

Características microscópicas: hifas hialinas no septadas amplias, esporangios hialinos con pared espinulada, sin apófisis, esporangióforos rectos, ramificados a veces bifurcados, columnela hialina, globosa grande piriforme.

La mayoría de estos hongos son oportunistas y potencialmente patógenos causantes de diferentes enfermedades en pacientes cuyo sistema inmune ha quedado deprimido por enfermedades predisponentes tales como el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), leucemia, fármacos antitumorales o radiación, diabetes, trasplante de órgano, tuberculosis, y pacientes con antibioticoterapia prolongada (Anderson *et al.*, 1996).

Las zonas hospitalarias de alto riesgo de micosis oportunista de origen ambiental son (Monge Jodra V., 2001):

- Quirófanos: Cirugía Cardíaca y Vascular, Neurocirugía, Trasplante de órganos y Cirugías con implantes.
- Unidades de aislamiento protector para la hospitalización de pacientes inmunodeprimidos. (Unidades de Trasplante de Médula ósea, Trasplante de órganos, etc.).

Las zonas críticas, o de riesgo intermedio, son:

- Otros quirófanos
- Unidades de Cuidados Intensivos, zonas de hospitalización de pacientes oncológicos

- Unidades de quemados, etc.

c) Levaduras

El término levadura se refiere a un germen unicelular nucleario, que se reproduce por gemación. Tal designación suele considerarse inadecuada, en parte porque algunas levaduras se reproducen por fusión, y porque muchas producen micelio o pseudomicelio en condiciones adecuadas; en parte porque puede haber otros hongos en una forma unicelular de tipo de levadura que se reproduzcan por gemación, por ejemplo, los oídios. Basándose en la formación de esporas sexuales, algunas levaduras son ascomicetos, otras probablemente son basidiomicetos (las levaduras balistoesporángicas) y otras no se ha comprobado que tengan una etapa sexual y se agrupan con los hongos imperfectos. Así, pues, el término "levadura" tiene significado algo incierto; como se utiliza de ordinario, se refiere a aquellos microorganismos que suelen presentarse siempre o predominantemente en forma de levadura.

La levadura más común de interiores hospitalarios, son las especies del género *Candida*.

Candida sp.

La mayoría de las infecciones son causadas por *Candida albicans* que es parte de la flora normal de la boca, tracto gastrointestinal y vaginal. Puede producir infecciones superficiales de las membranas mucosas y de la piel sobre todo en recién nacidos y en adultos debilitados, con diabetes o que recibieron antimicrobianos. También puede producir infecciones sistémicas, sobre todo en pacientes inmunocomprometidos, donde causa infecciones del torrente sanguíneo, endocarditis, abscesos e infecciones urinarias. En el ámbito hospitalario muchas de estas infecciones se hallan relacionadas al uso de sondas urinarias o catéteres endovenosos que requieren ser retirados para su control (Jáuregui L., 2010).

1.5.3 Definición operacional de términos

- **Áreas críticas o de alto riesgo de infección:** Quirófanos, las salas de parto, el área de urgencias, la central de esterilización, las unidades de diálisis, áreas de preparación de soluciones parenterales y terapia intensiva (Gustavo O., 2015).

- **Calidad del aire interior:** es una forma de medir las condiciones del aire en espacios interiores. En el caso de ambientes hospitalarios toma mayor relevancia el aire de los ambientes internos de áreas críticas (Hernández R. M., 2008).
- **Bioaerosol:** incluye alérgenos (polen, hongos, esporas, partes y fecas de insectos) y patógenos casi siempre absorbidos por las partículas. En general, es el conjunto de microorganismos suspendidos en el aire a través de las partículas a denominar como factores o condicionantes (Hernández R. M. 2008).¹
- **Microorganismo oportunista:** microorganismo, que dependiendo de las condiciones del hospedador como personas inmunosuprimidas, puede perjudicar la salud, que para el caso de infecciones intrahospitalarias, actualmente está causando mayor atención en salud (Anderson et al., 1996).
- **Temperatura interior en quirófanos.** La temperatura será regulable en un rango de: 20 25 °C (Arribas Llorente, J. et al., 2000).

- **Humedad relativa en interior de áreas críticas:** Los valores de humedad relativa pueden oscilar entre 45 – 60 % en invierno y 50 – 60 % en verano.

Mantener el adecuado porcentaje de humedad relativa en quirófanos es necesario no solo por motivos asistenciales (intercambio calórico etc.), sino también por la eliminación de cargas electrostáticas (Arribas Llorente, J. et al., 2000).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material de vidrio y otros

- Placas Petri
- Pipetas
- Vasos precipitados
- Mechero Bunsen
- Gradillas
- Contador de colonias
- Asas de siembra
- pH-metro
- Parafilm

2.2 Equipos

- Estufa de incubación de cultivo
- Microscopio óptico
- Refrigerador
- Balanza analítica
- Autoclave
- Termohigrómetro

2.3 Medios de cultivo y reactivos

- Agar Baird-Parker
- Agar Mac Conkey
- Agar Glutamato
- ASO (Agar Sangre de Oveja)

- Citrato de Simmons
- LIA (Agar Lisina, Hierro)
- TSI (Triple Sugar Iron Agar)
- Plasma de conejo

2.4 Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es de diseño descriptivo, transversal, prospectivo. Es *descriptivo*, porque se buscó identificar la población microbiana y micótica (mohos y levaduras), tal como se presentan sin intervenir en las variaciones que pudiera suceder en ella; *Transversal-prospectivo*, porque se aplicó en una corte en el tiempo y se recolectó la información en un corto periodo hacia futuro. (Hernández S. R., 2010).

2.5 Variables de estudio

a) Variable independiente

- Población bacteriana y micótica

Indicadores

- Presencia de bacterias, mohos y levaduras contaminantes
- UFC (unidades formadores de colonias)

b) Variable dependiente:

- Calidad Microbiológica de áreas críticas

Indicadores

- Óptima: Ausencia de bacterias, mohos y levaduras contaminantes
- Regular: Presencia dentro del límite de tolerancia
- Deficiente: Presencia que supera los parámetros

2.6 Ámbito de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en el Hospital Hipólito Unanue ubicado en el distrito Tacna, provincia Tacna, Departamento Tacna.

Se coordinó con la Dirección General, con la Unidad de Investigación y Docencia y los jefes de servicios: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI del Hospital Hipólito Unanue que brindaron las facilidades al muestreo de sus ambientes críticos, así como las coordinaciones con responsables de la unidad de epidemiología, teniendo en cuenta las normas de Vigilancia de Infecciones Intrahospitalarias.

2.7 Población de estudio

Unidades de estudio

La unidad de análisis fueron los bioaerosoles suspendidos en los ambientes internos críticos de los servicios de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco Obstetricia, Neonatología y UCI del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna.

La población bacteriana y micótica (mohos y levaduras) resultante de las muestras de bioaerosoles recolectados fueron aislados e identificados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

2.8 Procedimiento y técnicas

Previo a la ejecución de estudio y del plan de muestreo, se coordinó con la Gerencia del Hospital regional Hipólito Unanue de Tacna, Con el Comité de Infecciones Intrahospitalarias y Jefes de los servicios de cada área crítica, a fin de informar sobre el propósito y objetivo del estudio, solicitando nos brinden el acceso y las facilidades para la

toma de muestra, resaltando que los resultados obtenidos serán socializados con todos las autoridades sanitarias de dicho Hospital.

Técnica de la Sedimentación en Placa (Lara M., 2003):

Para la medición de la carga bacteriana y mohos o levaduras se utilizó la técnica de sedimentación en placas Petri (gravitacional). La finalidad de esta técnica fue evaluar toda el área de estudio, a fin de detectar los lugares más problemáticos, de mayor tránsito de visitantes a pacientes hospitalizados y personal de salud.

Sedimentación en placas de Petri (Técnica gravitacional) (Silva et. al., 1984).

Se utilizó placas Petri con medios de cultivo específicos: 02 placas de ASO (Agar Sangre Oveja) y 02 placas de Baird Parker para *Staphylococcus*, 02 placas de Agar Mac Conkey para aislar bacterias *Gramnegativos* y 02 placas de Agar Glutamato para aislar *Pseudomonas*, 02 placas de Agar Sabouraud más cloranfenicol para aislar mohos y levaduras; El muestreo se realizó en cada área crítica una vez por semana durante cinco semanas consecutivas, colocando las placas abiertas y expuestas por un tiempo de 30 minutos en

lugares específicos aproximadamente a noventa (90) centímetros sobre las mesas quirúrgicas y aparatos de anestesia en el quirófano; sobre las incubadoras y muebles de aseo en neonatología y sobre las mesas de preparación de medicamentos y camas de los pacientes en la UCI.

Luego fueron transportadas al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la UNJBG, donde fueron incubadas a 37 °C, observándose las colonias durante 24 - 48 horas en el caso de las bacterias y durante 7 días en el caso de los mohos o levaduras. Se preparó un blanco de referencia, tanto para bacterias como para mohos y levaduras, para verificar las condiciones de esterilidad de los medios de cultivo y del proceso de llenado de las placas. Los resultados se expresaron en Unidades Formadoras de Colonia (ufc), la cual permitió a partir del número de ufc estimar la concentración de ufc (Silva S. et al., 1984).

Los bioaerosoles son extremadamente sensibles a los factores microambientales: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire, lo que puede ocasionar resultados disímiles dentro de un mismo ambiente, en 50 momentos diferentes.

Determinación de temperatura y humedad relativa de áreas críticas

Durante los tiempos de muestreo de bioaerosoles se realizó la medición de temperatura y humedad relativa con un Termo higrómetro digital Sper Scientific serial, Modelo C-200 (G. Lufft Mess- Und Regeltechnik Gmbh Postfach 4252. 70719 Fellbach) que fue facilitado por la Dirección Regional de Salud Tacna, exponiéndose la varilla sensor del equipo en cada una de las áreas críticas y ésta automáticamente expresó la temperatura en grado centígrado y la humedad en porcentaje (Anexo 02).

2.9 Método de laboratorio

Identificación de bacterias

Una vez incubadas las placas se aislaron las bacterias en agar nutritivo. A través de una coloración de Gram se caracterizó los grupos morfológicos. La identificación de las bacterias se realizó manualmente según la Norma Técnica N° 28 del Instituto Nacional de Salud.

Identificación de mohos y levaduras

A las levaduras aisladas se les aplicaron pruebas de asimilación de fuentes de carbono según la Norma Técnica N° 44 del Instituto Nacional de Salud.

2.10 Procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenida la información, tanto de placas expuestas y de los aislamientos e identificación microbiana y micótica, se registró en las fichas correspondientes, posteriormente, se ordenó y codificó para elaborar una base de datos en programa Excel de Microsoft Windows 2013; el control de calidad y procesamiento de los mismos se realizó utilizando el software estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v 21,0.

En el análisis univariado de la temperatura y humedad relativa de los interiores de las áreas críticas se utilizó estadística descriptiva de medidas de tendencia central (Media aritmética) y de dispersión (Desviación estándar); así mismo, para diferenciar el crecimiento

microbiano y micótico, se utilizó la frecuencia absoluta, y frecuencia relativa simple.

Asimismo, se halló la densidad relativa (DR) de los géneros microbianos y micóticos aislados en forma global y por cada servicio crítico de acuerdo con la fórmula de Smith (Borrego et al., 2010):

$$\mathbf{DR} = (\text{número de colonias del género} / \text{número total de colonias de todos los géneros o especies}) \times 100$$

Para comparar la población bacteriana y micótica por servicio crítico del Hospital Hipólito Unanue se utilizó la prueba estadística de Análisis de Varianza ANOVA, se consideró un nivel de confianza de 95 % un valor significativo de $p < 0,05$.

En la presentación de información se generaron cuadros estadísticos en base a los objetivos planteados con sus respectivos gráficos.

III. RESULTADOS

Tabla 3: Distribución de los ambientes de áreas críticas y número de muestreos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

Servicio	Ambientes críticos	Nº de muestreos	Total muestreos
Centro Quirúrgico	Área lavado 1 y 2	5 de cada ambiente	30
	Área lavado general		
	Área recuperación RN*		
	Esterilización		
	Sala operación 1		
	Sala operación 2		
SERCIQUEM	Cirugía pediátrica	5 de cada ambiente	30
	Sala 1		
	Sala aislados		
	Sala curación		
	Sala operación		
	Sala quemados		
Gineco obstetricia	Área atención RN*	5 de cada ambiente	30
	Área lavado		
	Sala de partos 1		
	Sala de partos 2		
	Sala dilatación		
	Tópico enfermería		
Neonatología	Cuarto de cunas	5 de cada ambiente	25
	Infectados		
	Lactario neonatal		
	UCI continuo		
	UCIN		
UCI	Aislados	5 cada ambiente	15
	Principal 1		
	principal 2		
Total			130

(*) RN: Recién nacidos

Fuente: Instrumento de recolección de datos

La Tabla 3, presenta los servicios y sus ambientes críticos del Hospital Hipólito Unanue, donde en cada uno de ellos se muestreó 5 veces (una cada semana) entre los meses de julio y agosto de 2015, haciendo un total de 130 muestreos.

Tabla 4: Temperatura y Humedad Relativa de los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

Servicio	Ambiente interno			
	Temperatura (°C)		HR (%)	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Centro Quirúrgico	20,5	1,12	63,9	4,39
SERCIQUEM	19,8	1,37	57,2	4,27
Gineco obstetricia	19,0	0,78	58,5	2,26
Neonatología	22,0	2,08	53,7	5,53
UCI	18,5	0,85	55,8	5,86

Fuente: Tomado con “TERMO HIGROMETER digital - MODELO - C – 200”

En la Tabla 4 se muestra las mediciones realizadas en el ambiente interno de las áreas críticas de cada servicio hospitalario, observándose que en Neonatología presenta el mayor promedio de temperatura con $22\text{ °C} \pm 2,08$ y el menor promedio de humedad relativa con $53,7\%$, el interior del servicio de Centro Quirúrgico tuvo un promedio de T° de $20,5\text{ °C}$ y el mayor porcentaje de HR ($63,9\%$); el menor promedio de T° se observó en la Unidad de

Cuidados Intensivos con 18,5 °C y una HR de 55,8 %. Se resalta que la Temperatura y la Humedad son parámetros del aire interno que influyen en el periodo de viabilidad de los bioaerosoles y los microorganismos contenidos en su interior.

Tabla 5: Crecimiento de la población bacteriana y micótica en ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015

Servicio	Población						Total
	Negativo		Bacteriana		Micótica (mohos y levaduras)		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Centro Quirúrgico	3	10,0	18	60,0	9	30,0	30
SERCIQUEM	10	33,3	15	50,0	5	16,7	30
Gineco obstetricia	3	10,0	24	80,0	3	10,0	30
Neonatología	0	0,0	17	68,0	8	32,0	25
UCI	1	6,7	13	86,7	1	6,7	15
Total	17	13,1	87	66,9	26	20,0	130

Fuente: Ficha de recolección de datos.

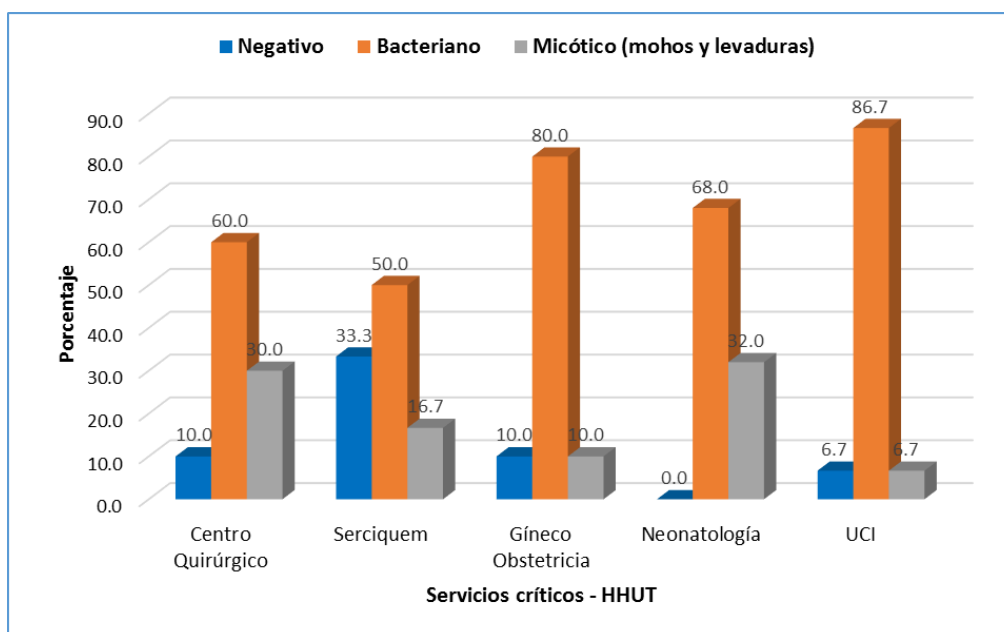
En la Tabla 5 se presenta de forma general la población bacteriana y micótica en los 5 servicios seleccionados del Hospital Hipólito Unanue, se obtuvo que en el Centro Quirúrgico, de 30 muestreos, el 60 % resultó con algún tipo de crecimiento bacteriano, el 30 % con crecimiento micótico y un 10 % fue negativo.

En el servicio de SERCIQUEM, de 30 muestreos, el 50 % tuvo crecimiento bacteriano, el 16,7 % con crecimiento micótico y 33,3 % sin crecimiento.

En el servicio de Gineco obstetricia, de 30 muestreos, el 80 % tuvo crecimiento bacteriano, 10 % de crecimiento micótico y 10 % fueron negativos.

En el servicio de Neonatología, de 25 muestreos, el 68% resultó con crecimiento bacteriano y 32 % con crecimiento micótico.

En el servicio de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), de 15 muestreos, el 86,7 % resultó con crecimiento bacteriano y 7,1 % con crecimiento micótico.



Fuente: Tabla 5

Figura 1: Distribución de la población bacteriana y micótica (mohos y levaduras) en ambientes de los servicios críticos. Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015

Tabla 6: Densidad Relativa de los géneros bacterianos y micóticos (mohos y levaduras) aislados de ambientes de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015

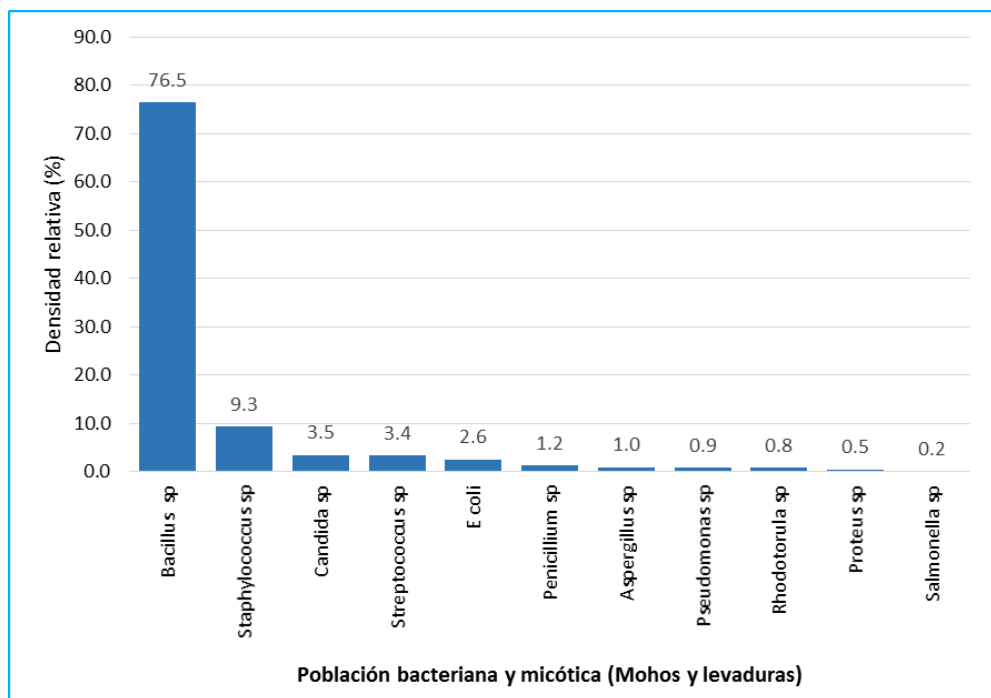
Población bacteriana y micótica	UFC*	DR**
<i>Bacillus sp.</i>	2028	76,5
<i>Staphylococcus sp.</i>	247	9,3
<i>Candida sp.</i>	93	3,5
<i>Streptococcus sp.</i>	90	3,4
<i>E. coli</i>	68	2,6
<i>Penicillium sp.</i>	33	1,2
<i>Aspergillus sp.</i>	26	1,0
<i>Pseudomonas sp.</i>	25	0,9
<i>Rhodotorula sp.</i>	22	0,8
<i>Proteus sp.</i>	13	0,5
<i>Salmonella sp.</i>	6	0,2

(*) Unidad Formadora de Colonia; (**) Densidad Relativa (%)

Fuente: Ficha de recolección de datos.

En la Tabla 6 se observa la densidad relativa de la población, denotándose que la mayor diversidad microbiana en los ambientes de servicios críticos del Hospital Hipólito Unanue estuvo representada por las bacterias, principalmente por el género *Bacillus sp* con 76,5 %, seguido por *Staphylococcus sp* con 9,3 %, *Streptococcus sp* con 3,4 %, *E coli* (2,6 %), *Pseudomonas sp* (0,9 %) y una minoría con *Proteus sp* y *Salmonella sp*.

En cuanto a la densidad de la población micótica, el más representativo fue la levadura *Candida sp* con 3,5 %, luego los mohos filamentosos como *Penicillium sp* con 1,2 %, *Aspergillus sp* con 1 % y una minoría por la levadura *Rhodotorula* con 0,8 %.



Fuente: Tabla 6

Figura 2: Densidad relativa de los géneros microbiano y micótico (mohos y levaduras) aislados de ambientes de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015

Tabla 7: Población bacteriana y Densidad Relativa de los géneros aislados por ambiente de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015

Población bacteriana	Centro Quirúrgico		Serciquem		Gineco Obstetricia		Neonatología		UCI		Total
	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	
<i>Bacillus sp</i>	429	78,7	431	68,4	432	88,3	465	91,0	271	89,7	2028
<i>Staphylococcus sp</i>	29	5,3	173	27,5	16	3,3	21	4,1	8	2,6	247
<i>Streptococcus sp</i>	51	9,4	0	0,0	14	2,9	6	1,2	19	6,3	90
<i>E. coli</i>	21	3,9	18	2,9	7	1,4	19	3,7	3	1,0	68
<i>Pseudomonas sp</i>	0	0,0	8	1,3	16	3,3	0	0,0	1	0,3	25
<i>Proteus sp</i>	10	1,8	0	0,0	3	0,6	0	0,0	0	0,0	13
<i>Salmonella sp</i>	5	0,9	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	6
Total	545	100,0	630	100,0	489	100,0	511	100,0	302	100,0	2477

(*) Unidad Formadora de Colonia; (**) Densidad Relativa (%)

Fuente: Ficha de recolección de datos.

En la Tabla 7 se observa la densidad relativa de la población microbiana por ambientes de servicios críticos hospitalarios, donde en el servicio Centro Quirúrgico la mayor densidad relativa lo representa el género *Bacillus sp* con 78,7 %, seguido por *Streptococcus sp* con 9,4 %, *E. coli* (3,9 %), *Pseudomonas sp* (0,9 %), *Proteus sp* (1,8 %) y *Salmonella sp* con 0,9 %.

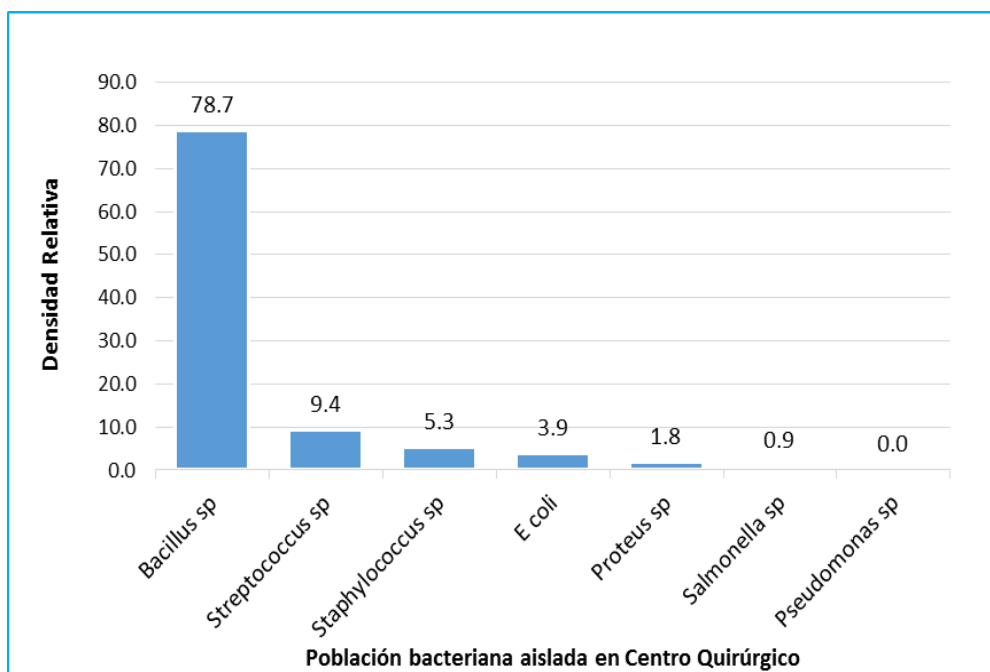
En el SERCIQUEM, la mayor densidad relativa lo representa el género *Bacillus sp* con 68,4 %, seguido por *Staphylococcus sp* con 27,5 %, *E. coli*

con 2,9 % y *Pseudomonas sp* con 1,3 %; mientras que *Proteus sp*, *Salmonella sp* y *Streptococcus sp* no fueron aislados en este servicio.

En el servicio Gineco Obstetricia, de 489 ufc, la mayor densidad relativa lo representa el género *Bacillus sp* con 88,3%, seguido por *Staphylococcus sp* con 3,3 %, *Pseudomonas sp* con 3,3 %, *Streptococcus sp* con 2,9 %, *E coli* con 1,4 %, *Proteus sp* con 0,6 % y *Salmonella sp* con 0,2 %.

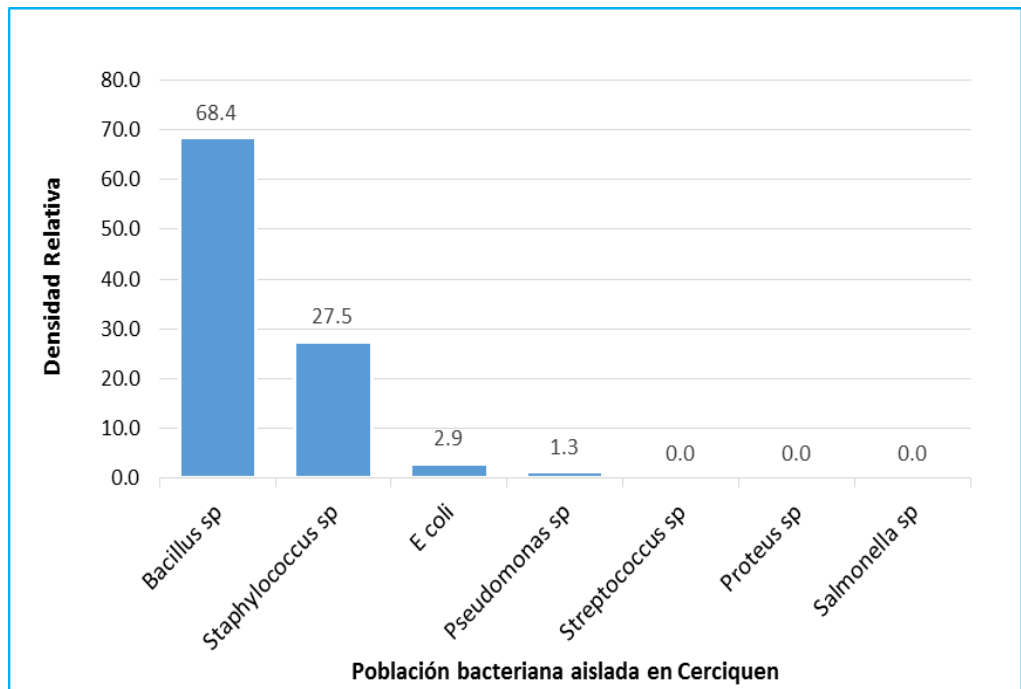
En el servicio de Neonatología, de 511 ufc, la mayor densidad relativa lo representó el género *Bacillus sp* con 91 %, seguido por *Staphylococcus sp* con 4,1 %, *E coli* con 3,7 % y *Streptococcus sp* con 1,2 %, mientras que los géneros *Pseudomonas*, *Proteus* y *Salmonella* no fueron aislados del servicio de Neonatología.

En el servicio de UCI, de 511 ufc, la mayor densidad relativa lo representa el género *Bacillus sp* con 89,7%, seguido por *Streptococcus sp* con 6,3%, *Staphylococcus sp* con 2,6% y *E coli* con 1%.



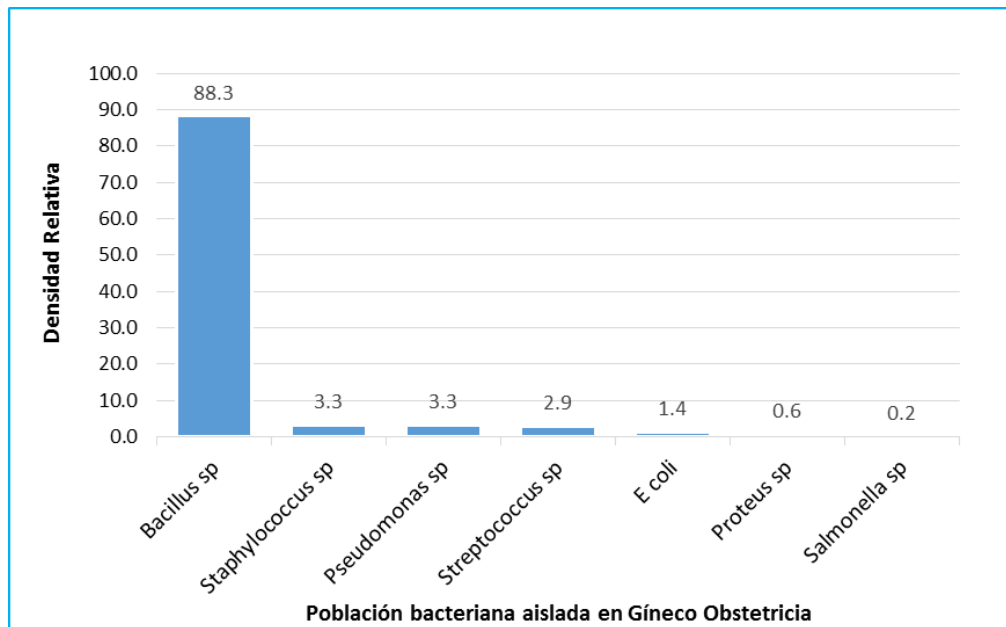
Fuente: Tabla 7

Figura 3: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros bacteriano aislados de los ambientes del servicio de Centro Quirúrgico en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015



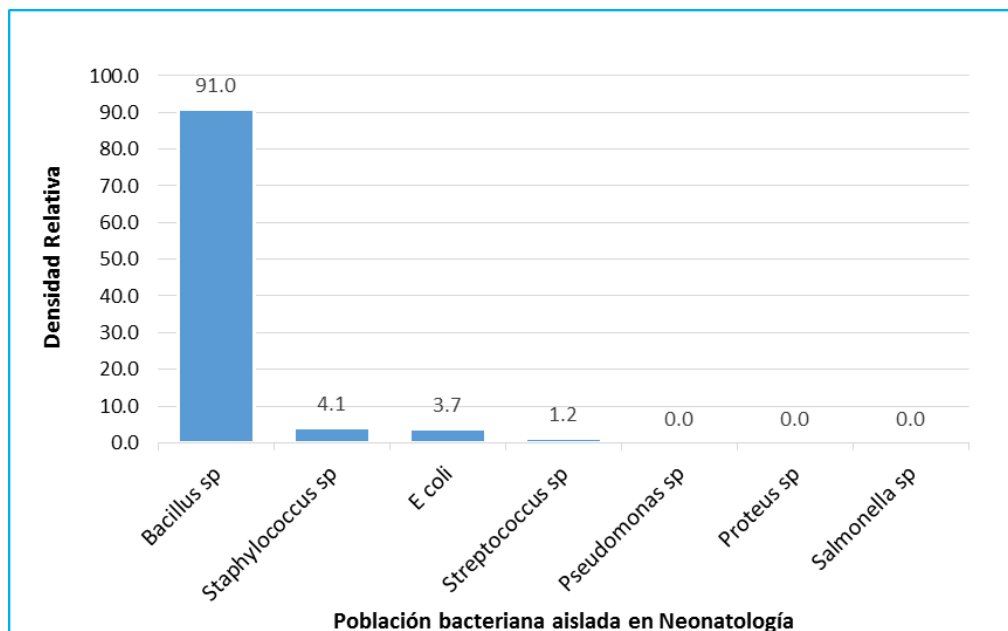
Fuente: Tabla 7

Figura 4: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbianos aislados de los ambientes del servicio de SERCIQUEM en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015



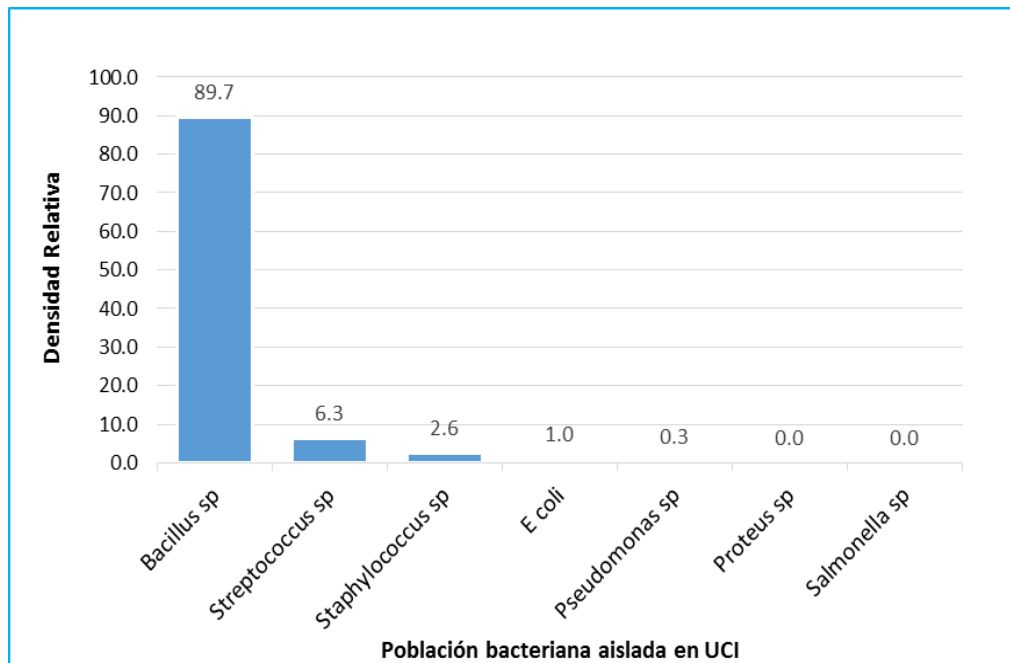
Fuente: Tabla 7

Figura 5: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbianos aislados de los ambientes del servicio de Gineco obstetricia en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.



Fuente: Tabla 7

Figura 6: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbiano aislados de los ambientes del servicio de Neonatología en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.



Fuente: Tabla 7

Figura 7: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros microbiano aislados de los ambientes del servicio de UCI en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

Tabla 8: Población Micótica (mohos y levaduras) y Densidad Relativa de los géneros aislados por ambiente de servicios críticos en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

Población Micótica	Centro Quirúrgico		SERCIQUEM		Gineco Obstetricia		Neonatología		UCI		Total
	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	ufc*	DR**	
<i>Candida sp</i>	11	22,0	16	51,6	18	54,5	48	82,8	0	0,0	93
<i>Penicillium sp</i>	13	26,0	6	19,4	11	33,3	3	5,2	0	0,0	33
<i>Aspergillus sp</i>	16	32,0	0	0,0	1	3,0	7	12,1	2	100,0	26
<i>Rhodotorula sp</i>	10	20,0	9	29,0	3	9,1	0	0,0	0	0,0	22
Total	50	100,0	31	100,0	33	100,0	58	100,0	2	100,0	174

(*): Unidad Formadora de Colonia; (**): Densidad Relativa (%)

Fuente: Ficha de recolección de datos.

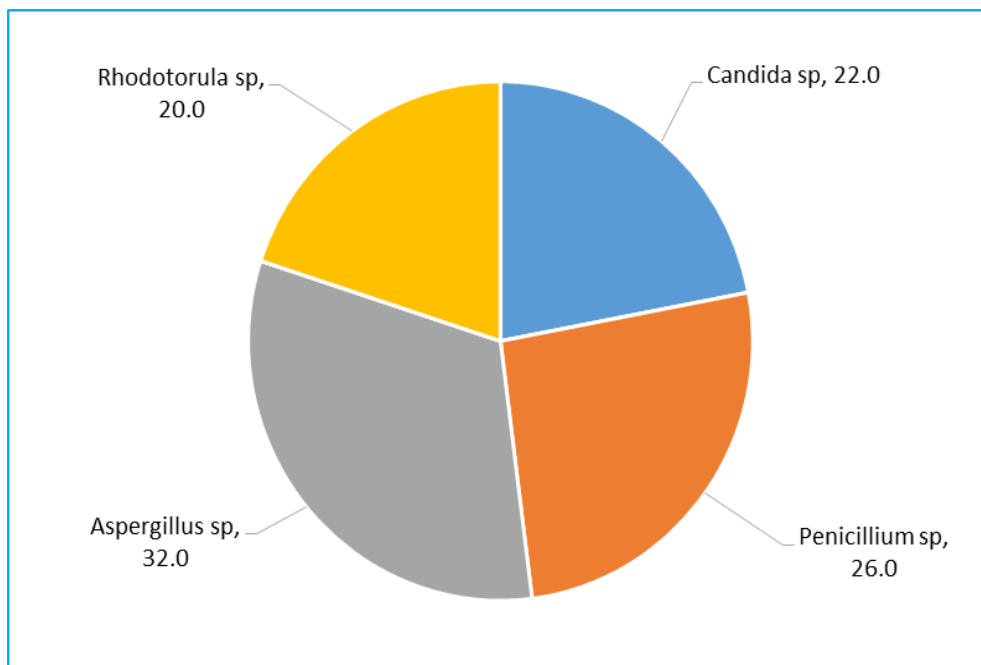
En la Tabla 8 se observa la Densidad Relativa de la población micótica (mohos y levaduras) por ambientes de servicios críticos del Hospital Hipólito Unanue, donde en el servicio Centro Quirúrgico se obtuvo 50 ufc, la mayor densidad relativa obtuvo los mohos, principalmente para *Aspergillus sp* con 32 % y *Penicillium sp* con 26 %, mientras que las levaduras *Candida sp* representó el 22 % y *Rhodotorula sp* con 20 %.

En el servicio SERCIQUEM del total de población micótica aislada, la mayor Densidad Relativa lo obtuvieron las levaduras *Candida sp* con 51,6 % y *Rhodotorula sp* con 29 %, mientras que los mohos *Penicillium sp* representó el 19,4 % y no se aisló al género *Aspergillus sp* en los ambientes de Cerciquen.

En el servicio Gíneco obstetricia del total de población micótica aislada, la mayor Densidad Relativa lo obtuvo la levadura *Candida sp* con 54,5 % y el moho *Penicillium sp* con 33,3 %, entre tanto que para *Rhodotorula sp* fue 9,1 % y para el género *Aspergillus sp* fue 3 %.

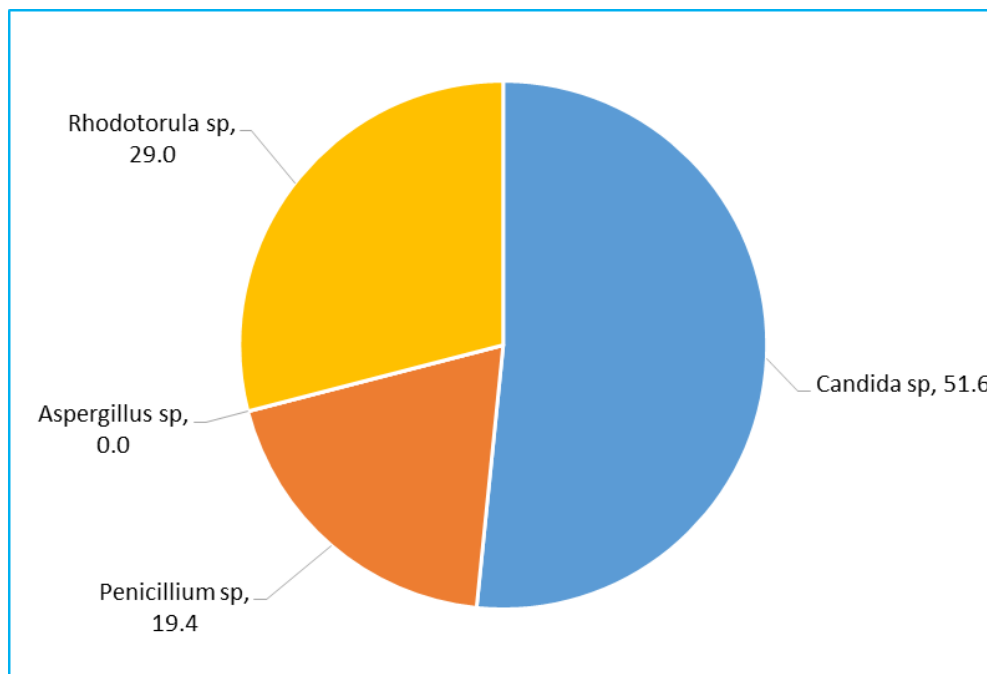
En el servicio de Neonatología del total de población micótica aislada, la mayor Densidad Relativa fue para la levadura del género *Candida sp* con 82,8 %, seguido por el moho *Aspergillus sp* con 12,1 % y *Penicillium sp* con 5,2 %, mientras que el género *Rhodotorula sp* no fue aislado en este servicio.

En el servicio de UCI, solo se aislaron dos ufc del género *Aspergillus sp*.



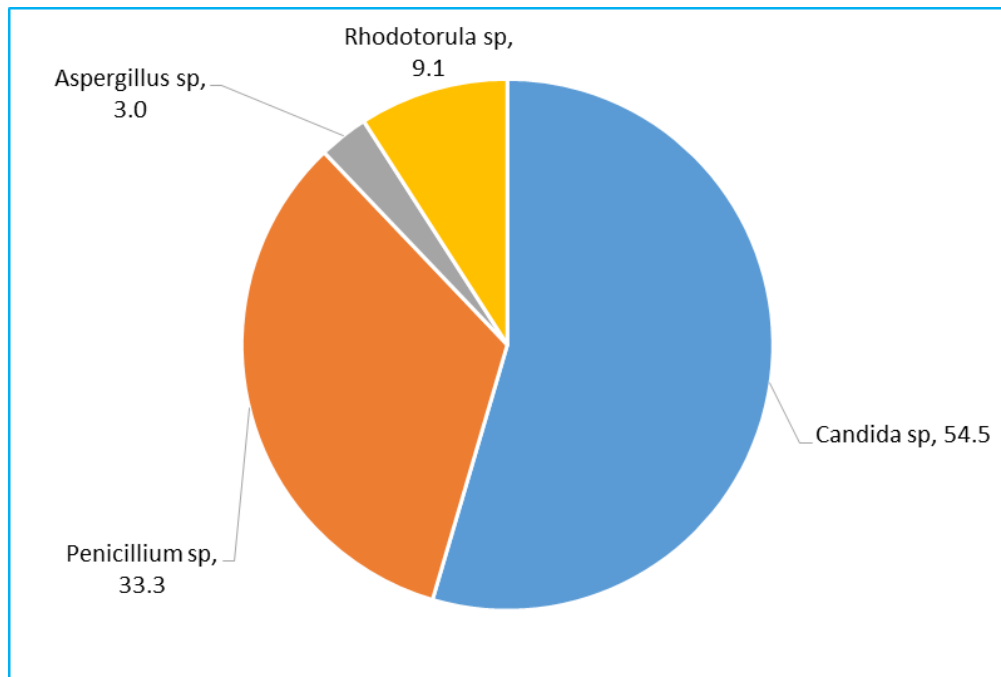
Fuente: Tabla 8

Figura 8: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio Centro Quirúrgico en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.



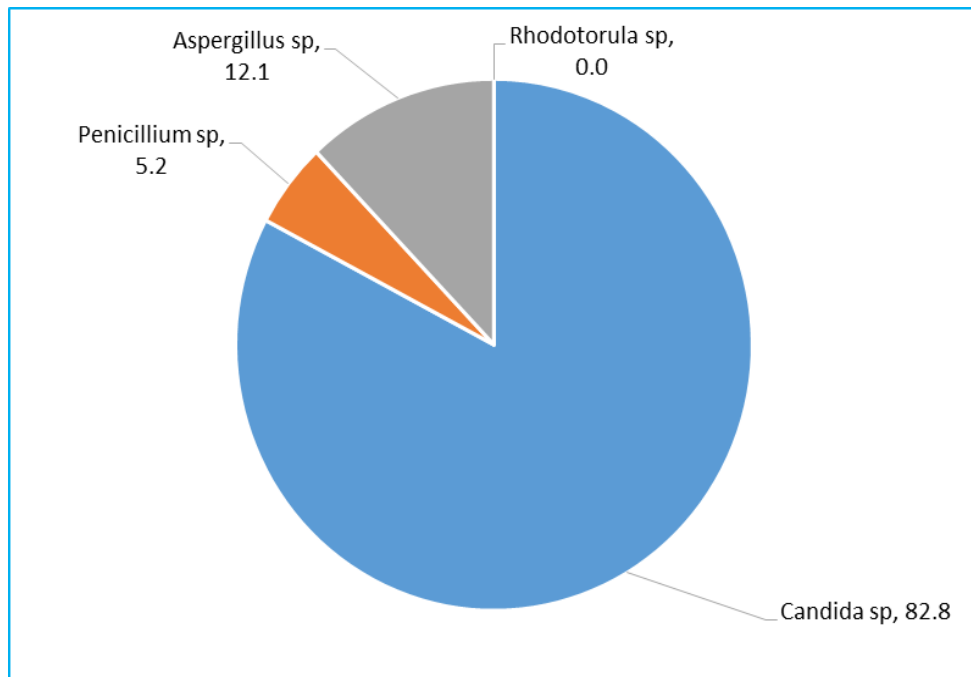
Fuente: Tabla 8

Figura 9: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio SERCIQUEM en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.



Fuente: Tabla 8

Figura 10: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio Gineco obstetricia en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.



Fuente: Tabla 8

Figura 11: Distribución de la Densidad Relativa de los géneros de mohos y levaduras aislados en los ambientes del servicio de Neonatología en el Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna 2015.

Contrastación de Hipótesis (Para población bacteriana)

H₀: No existe diferencia significativa en la población bacteriana contaminante entre los ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

H₁: Existe diferencia significativa en la población bacteriana contaminante entre los ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población bacteriana total aislados en los servicios críticos (Grupos: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI) del Hospital Hipólito Unanue.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.*
Inter-grupos	2309,062	4	577,265	1,396	0,240
Intra-grupos	44652,390	108	413,448		
Total	46961,451	112			

(*) La diferencia es significativa al nivel p valor < 0,05
Fuente: Ficha de recolección de datos

Mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA se determinó que no existe diferencia significativa entre los promedios de población bacteriana aislados de los servicios críticos muestreados (Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco Obstetricia, Neonatología y UCI). Para ello se tomó los siguientes criterios:

Regla de decisión: A nivel de una confiabilidad igual a 0,05 con 4 y 108 Grados Libertad, el valor crítico de F a partir de la tabla G (Bioestadística de Wayne W. Daniel) es 3,92. La regla de decisión, entonces, es rechazar H_0 si el valor calculado de R.V. (F) es mayor o igual a 3,92.

Decisión estadística: Debido a que el valor calculado para F , 1,396, es menor que el valor crítico F , 3,92, no se rechaza H_0 (Hipótesis de nulidad).

Conclusión: Ya que se aceptó H_0 se concluye que no existe diferencia significativa entre los promedios de la población bacteriana aislados de los servicios críticos: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI en el hospital Hipólito Unanue.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población bacteriana total en los servicios críticos de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia Neonatología y UCI. HHUT 2015.

Población bacteriana						
Servicio		Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Sig.
Centro Quirúrgico	Inter-grupos	1109,6	4	277,392	1,509	0,234
	Intra-grupos	4044,4	22	183,838		
	Total	5154,0	26			
SERCIQUEM	Inter-grupos	7104,4	4	1776,096	2,322	0,104
	Intra-grupos	11471,4	15	764,761		
	Total	18575,8	19			
Gineco obstetricia	Inter-grupos	3661,6	4	915,399	4,761	0,006
	Intra-grupos	4230,0	22	192,274		
	Total	7891,6	26			
Neonatología	Inter-grupos	1389,0	4	347,240	1,199	0,342
	Intra-grupos	5790,0	20	289,500		
	Total	7179,0	24			
UCI	Inter-grupos	2905,3	4	726,333	2,218	0,148
	Intra-grupos	2946,7	9	327,407		
	Total	5852,0	13			

(*) La diferencia es significativa al nivel p valor < 0,05
Fuente: Ficha de recolección de datos

Con la prueba de Análisis de Varianza, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) en el Servicio de Gineco obstetricia, concluyéndose que existe diferencia estadística significativa en la población bacteriana total aisladas de los ambientes internos de: Área de atención del recién nacido, Área lavado, sala de parto 1 y 2, sala de dilatación y tópicos de enfermería; dado que el valor $F = 4,7609$ y $p=0,006 < \alpha=0,05$.

Por el contrario, la población bacteriana aislada en los servicios de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Neonatología y UCI, se acepta la hipótesis nula (H_0), ya que no existe diferencia significativa en el número de ufc aisladas en sus diferentes ambientes críticos; dado que el valor F calculado es menor que el valor F crítico, siendo el p valor $< \alpha=0,05$ en todos los casos.

Contrastación de Hipótesis (Para población micótica)

H₀: No existe diferencia significativa en la población micótica (mohos y levaduras) contaminante entre los ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

H₁: Existe diferencia significativa en la población micótica (mohos y levaduras) contaminante entre los ambientes de los servicios críticos del Hospital Regional Hipólito Unanue, Tacna

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población micótica (mohos y levaduras) aislados en los servicios críticos (Grupos: Centro Quirúrgico, Serciquem, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI) del Hospital Hipólito Unanue.

Población micótica (Mohos y levaduras)					
	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	114,01	4	28,503	1,229	0,303
Intra-grupos	2504,56	108	23,190		
Total	2618,57	112			

(*) La diferencia es significativa al nivel p valor < 0,05

Fuente: Ficha de recolección de datos

Mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA se determinó que no existe diferencia significativa entre los promedios de población micótica (mohos y levaduras) de los servicios críticos muestreados (Centro Quirúrgico, Serciquem, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI). Para ello se tomó los siguientes criterios:

Regla de decisión: A nivel de una confiabilidad igual a 0,05 con 4 y 108 Grados Libertad, el valor crítico de F a partir de la tabla G (Bioestadística de Wayne W. Daniel) es 3,92. La regla de decisión, entonces, es rechazar H_0 si el valor calculado de R.V. (F) es mayor o igual a 3,92.

Decisión estadística: Debido a que el valor calculado para F , 1,229, es menor que el valor crítico F , 3,92, no se rechaza H_0 (Hipótesis de nulidad).

Conclusión: Ya que se aceptó H_0 se concluye que no existe diferencia significativa entre los promedios de la población micótica (mohos y levaduras) aislados de los servicios críticos: Centro Quirúrgico, Serciquem, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI del Hospital Hipólito Unanue.

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar los promedios de población Micótica total en los servicios críticos de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia Neonatología y UCI. HHUT 2015.

Población micótica (Mohos y levaduras)						
Servicio		Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Sig.
Centro Quirúrgico	Inter-grupos	34,0	4	8,499	0,921	0,469
	Intra-grupos	203,0	22	9,226		
	Total	237,0	26			
Serciquem	Inter-grupos	173,9	4	43,467	3,145	0,046
	Intra-grupos	207,3	15	13,822		
	Total	381,2	19			
Gineco obstetricia	Inter-grupos	54,4	4	13,588	0,551	0,700
	Intra-grupos	542,2	22	24,644		
	Total	596,5	26			
Neonatología	Inter-grupos	172,2	4	43,040	0,773	0,556
	Intra-grupos	1114,0	20	55,700		
	Total	1286,2	24			
UCI	Inter-grupos	1,7	4	0,429	1,929	0,190
	Intra-grupos	2,0	9	0,222		
	Total	3,7	13			

(*) La diferencia es significativa al nivel p valor < 0,05

Fuente: Ficha de recolección de datos

Con la prueba de Análisis de Varianza se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) en el Servicio de SERCIQUEM, concluyéndose que existe diferencia estadística significativa en la población micótica total

(mohos y levaduras) aisladas de los ambientes internos de: Cirugía pediátrica, sala 1, sala de aislados, sala de curación, sala de operación y sala de SERCIQUEM; dado que el valor $F = 3,145$ y $p=0,046 < \alpha = 0,05$.

En cambio, al comparar la población micótica (mohos y levaduras) aislada en los servicios de Centro Quirúrgico, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI se acepta la hipótesis nula (H_0), ya que no existe diferencia significativa en el número de ufc aisladas en sus diferentes ambientes críticos; dado que el valor F calculado es menor que el valor F crítico, siendo el p valor $< \alpha = 0,05$ en todos los casos.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación ponen en evidencia una realidad relevante del tema, dado que la contaminación ambiental, especialmente en ambientes interiores no sólo de áreas críticas hospitalarias, sino de algunos sectores industriales está adquiriendo una gran atención debido a la premisa de que puede ser la causa de problemas de naturaleza infecciosa y alérgica. Como un indicador de la tendencia investigadora en esta área, desde el año 1970, de la Primera Conferencia Internacional sobre Infecciones Nosocomiales, hasta la Tercera y Cuarta Conferencias (1990 y 2000, respectivamente) este problema del aire interior no fue ni discutido por las Comisiones (Monge Jodra, 2001). No obstante, desde el año 2009 este escenario tiene mayor importancia para la Comunidad Europea, sobre la seguridad de los pacientes y las infecciones nosocomiales financiando varios proyectos en el marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2014 - 2020) y el nuevo programa de investigación Horizonte 2014 – 2020 que incluye las enfermedades nosocomiales (Comisión Europea, 2014). En el Perú, a partir del año 2014, se fortalece la investigación sobre Infecciones Intrahospitalarias, pero en sus objetivos no considera el estudio de la calidad del aire de los interiores de ambientes críticos hospitalarios (Garro Núñez, G. M., et al., 2014).

Por ello se desarrolló este estudio en los ambientes de servicios críticos únicamente del Hospital Hipólito Unanue (Tabla 3), considerándose al Centro Quirúrgico con 6 ambientes críticos; Circuación (6 ambientes); Gineco Obstetricia (6 áreas críticas); Neonatología (5 ambientes críticos) y UCI (3 áreas críticas), realizándose un total de 130 muestreos en una serie de 5 repeticiones. Mientras que otros estudios como el de Izzeddin A., Noja et al. 2011, evaluaron bioaerosoles en ambientes de 6 centros de salud privados de la ciudad de Valencia - Venezuela; otro trabajo en México por Maldonado-Vega M., et al., 2014, sobre “Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire, lo realizó en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato. Amarily Perelli, et al., 2009, evaluaron la presencia de flora fúngica en áreas internas de un solo Hospital “Dr. Adolfo Prince Lara” del Puerto Cabello, Estado Carabobo, 2006-2007, casi similar al presente estudio, consideró áreas críticas de Unidad de Cuidados Intensivos, Quirófano, Sala de Emergencia de Adultos, Sala de Emergencia de Niños y Hospitalización Pediátrica.

En esta investigación se tuvo como objetivo general determinar la población bacteriana y micótica contaminante en los ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue, primero se interpreta de forma global la población microbiana (bacteriana y micótica) que fue de 2

2 651 ufc, destacándose que la población bacteriana predominó significativamente (66,4 %) frente la población micótica con 19,8 %; no obstante, un 13,1 % de placas muestreadas (Tabla 5; Gráfico 01) resultaron negativas a mohos y levaduras. Con este perfil, evidentemente en los servicios evaluados se refleja el predominio de bacterias, tal es así que en el Centro Quirúrgico fue 60 %, micótico 30 % y negativo 10 % (Cuadro 03); en el servicio de SERCIQUEM, fue 50 % bacteriano y 16,7 % micótica; en Gineco obstetricia fue 80 % bacteriano y 10 % con crecimiento micótico; en Neonatología fue 68 % bacteriano y 32 % micótico; en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) fue la gran mayoría con 86,7 % bacteriano sobre crecimiento micótico.

Los resultados obtenidos como parte de la caracterización de bioaerosoles constituyen un tema importante porque relaciona efectos sobre la salud. Es por esto, que el control de la calidad del aire interno juega un papel importante en la prevención de infecciones en hospitales para proteger tanto a pacientes, como a personal del hospital; especialmente a pacientes inmunosuprimidos e inmunocomprometidos hospitalizados en áreas críticas hospitalarias, quienes tienen alta susceptibilidad a los efectos adversos de productos químicos y microbios aerotransportados (Hernández Ramírez, M. N., 2008).

El resultado difiere de lo encontrado en un estudio de Costa Rica, sobre Calidad del aire en dos centros hospitalarios y ocho clínicas veterinarias, donde se encontró un predominio mayoritario de población bacteriana (99,01 %) sobre la población micótica (0,9 %) (Caballero, Magally, 2007).

Otro estudio que difiere con nuestro resultado, es respecto a bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México, donde encontró que en el hospital 1 el rango fue de 40 a 232 ufc/m³ y en el hospital 2, fue 90 a 548 ufc/m³ (Maldonado-Vega M., et al., 2014, el valor máximo de ambos hospitales es menor al valor máximo de población bacteriana encontrada en el presente estudio que fue 2028 ufc.

Al no contar en la literatura, con variados trabajos nacionales, se toma como referencia un trabajo realizado en Irán sobre evaluación cuantitativa y cualitativa de los bio-aerosoles en las salas de cirugía y servicio de urgencias de un hospital de enseñanza. Donde la densidad media de todas las bacterias fue $103,88 \pm 33,84$ ufc/m³ en salas de emergencia en comparación con $63,32 \pm 32,94$ ufc/m³ en los quirófanos ($P=0,003$) (Ramazan Mirzaei, et al., 2014), dado que estos valores son

significativamente menores que la población bacteriana total de nuestro estudio, podría explicarse, porque los niveles de bioseguridad, infraestructura, diseño, equipos y recursos humanos están en mejores condiciones óptimas que en el Hospital de Apoyo Hipólito Unanue de Tacna.

Sin embargo, un valor cercano al obtenido en este estudio fue reportado en un estudio sobre “Relación entre microorganismos de infecciones nosocomiales vs. Microorganismos ambientales en Terapia Intensiva Pediátrica”. Hospital Central Militar - México, donde se reportó un total de 2 215 ufc de bacterias y levaduras en el aire interior (Mayor M. C., et al., 2012).

En estudios como el presente caso, hay que tener en cuenta la humedad relativa como un factor importante para la viabilidad de microorganismos en los ambientes internos. Cuando la humedad relativa del aire decrece, disminuye el agua disponible para los microorganismos, lo que causa deshidratación y por tanto, la inactivación de muchos de ellos, o por el contrario cuando aumenta favorece la multiplicación del mismo; igualmente, la Temperatura está muy relacionada con la humedad relativa,

por lo que es difícil separar los efectos que producen ambas. (Hernández R. M. N. 2008).

Por ello, se realizó la medición de temperatura y humedad relativa del aire de los ambientes críticos por servicio en el Hospital Hipólito Unanue (Cuadro 02), para ello, se utilizó un Termo Higrómetro digital de última generación, encontrándose en Neonatología el mayor promedio de T° ($22\text{ °C} \pm 2,08$) y menor promedio de humedad relativa (53,7 %), luego en Centro Quirúrgico el promedio de T° fue $20,5\text{ °C}$ y la mayor HR (63,9 %); el menor promedio de T° se obtuvo en la UCI con $18,5\text{ °C}$ y una HR de 55,8 %. Se puede decir que en Centro Quirúrgico que obtuvo mayor humedad relativa, la población bacteriana fue 545 ufc (Tabla 7), el cual no difiere significativamente de las otras áreas críticas, mientras que la población micótica, fue el primer lugar, con mayor número de unidades formadoras de colonias de mohos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* (Tabla 8).

Para disminuir la concentración de contaminantes en el aire de interiores de quirófanos, según lo recomendado; la HR es de 45 % a 60 % en invierno y de 50 % a 60 % en verano, mientras que para la T° el rango debe estar entre 20 °C a 25 °C (Monge Jodra V., 2001). Por tanto, al

comparar con estos valores, se puede decir que la temperatura promedio de los 5 servicios muestreados está dentro del rango regulable; sin embargo, en cuanto a la HR, el servicio de Centro Quirúrgico del Hospital Hipólito Unanue superó ligeramente el valor máximo admisible.

De forma similar en un estudio realizado sobre “Evaluación de bioaerosoles en ambientes de 6 centros de salud de la ciudad de Valencia, Venezuela”, encontraron que todos los quirófanos no poseían la temperatura ideal para mantener el ambiente aséptico, los valores sobrepasaron de 15-16 °C, lo que favorece el desarrollo y mantenimiento de microorganismos viables en aire y superficies del ambiente interno. Es importante garantizar bajas temperaturas en áreas donde se realizan cirugías, en vista de que el paciente se expone a contaminantes externos que pueden complicar la salud del mismo. De las 6 áreas quirúrgicas, 5 centros de salud relativamente cumplen con los valores referenciales establecidos para la humedad relativa. Sin embargo, uno de los quirófanos presentó baja humedad. Es importante tener en cuenta que valores de humedad alta favorecen la dispersión de gotas de aerosoles donde se conservan viables los microorganismos y pueden transportarse por el aire de paciente en paciente e igualmente a través del personal en salud; contaminando superficies e implementos quirúrgicos (Izzeddin A., Noja et al., 2011).

En contraste con el anterior y con la presente investigación, un estudio en el que evaluaron la calidad del aire interno en área de preescolar obtuvo valores de HR muy altos comparado a los ambientes del Hospital Hipólito Unanue, es decir, fluctuaba de 71 % a 92 %; mientras que los valores de Temperatura fue similar al presente estudio, es decir, de 20 °C a 25 °C. (Villacorta J., 2008).

Coherente con el primer objetivo específico que fue determinar la población bacteriana en ambientes de áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue (Tabla 6), la mayor concentración bacteriana estuvo representada por el género *Bacillus sp*, seguido por *Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, *E coli*, *Pseudomonas sp* y una minoría con *Proteus sp* y *Salmonella sp*. Específicamente, por cada servicio crítico del Hospital Hipólito Unanue (Tabla 5), las bacterias aisladas fueron las mismas con ligeras variaciones.

La importancia de los organismos hospitalarios bacterianos ha crecido en forma exponencial a causa del desarrollo de la resistencia antimicrobiana. Se destacan en particular los *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina, los enterococos resistentes a la vancomicina y los bacilos Gram negativos multiresistentes como organismos problemáticos. El número limitado, y en muchos casos la falta absoluta, de

opciones de tratamiento antimicrobiano causados por la multiresistencia antimicrobiana magnifican la importancia de las medidas preventivas. Esto enfatiza la importancia del conocimiento de los patógenos hospitalarios y de sus medidas específicas de prevención (Jáuregui Luis E., Dejman E., 2010).

Como el género *Bacillus sp* fue aislado predominantemente en todas las áreas críticas estudiadas, es importante tener en cuenta que algunas especies como *Bacillus cereus* puede causar gastroenteritis de presentación rápida (1 a 6 horas después del contacto). Dentro del hospital es causa de endoftalmitis severas después de trauma al ojo o de inserción de lentes intraoculares. Se han descrito brotes epidémicos causados por contaminación de los lentes intraoculares y por contaminación de los equipos de irrigación. También se ha descrito un brote de infecciones del tracto respiratorio inferior en una unidad neonatal por contaminación de los circuitos del ventilador. Este organismo no requiere precauciones especiales (Jáuregui Luis E., Dejman E., 2010).

Aunque el género de *Pseudomonas sp* obtuvo sólo una densidad relativa de 1 %, la especie más representativa en áreas críticas de los hospitales es *P. aeruginosa*, es un bacilo Gram negativos no-fermentador.

Las fuentes de origen de recientes brotes epidémicos por esta especie incluyen: las máquinas de hidroterapia en quemados, las manos del personal, tubos de irrigación contaminados en una sala de quemados y endoscopios contaminados. También incluyen: pilas para el lavado de manos, equipos de terapia respiratorios, desinfectantes, agua destilada y otras preparaciones o soluciones acuosas. Por ejemplo, un brote de meningitis ocurrió por agujas de punción lumbar contaminadas al ser lavadas con salina. Otros brotes se han asociado a marcapasos, aparatos de succión en quirófanos y colchones en el hospital. En resumen, cualquier superficie mojada que entra en contacto con pacientes inmunocomprometidos potencialmente puede causar una infección con *Pseudomonas sp.* Inclusive un estudio sugiere que las cucarachas pueden servir como vectores de transmisión. La bacteriemia causada por la *P. aeruginosa* registra la mayor tasa de mortalidad entre las bacteriemias Gram negativas en infecciones nosocomiales. (Jáuregui Luis E., Dejman E., 2010).

Al no contar con estudios similares de nivel nacional, se toma como referencia un trabajo realizado en México, sobre bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México, donde identificaron en el Hospital 1, 9 géneros

de bacterias: *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Kocuria*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Rhanella*, *Pseudomonas*, *Kluyvera*; siendo 11 las especies aisladas. En el hospital 2 las bacterias estuvieron distribuidas en 17 géneros: *Bacillus*, *Escherichia*, *Knoellia*, *Kocuria*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Rothia*, *Klebsiella*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Kluyvera*, *Neisseria*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Stenotrophomonas*, *Pandoraea*; siendo 21 las especies aisladas (Maldonado-Vega M., et al., 2014). Como se puede ver, los dos hospitales de León, Guanajuato, presentaron mayor diversidad de población bacteriana respecto al obtenido en este estudio.

También se toma como referencia otro estudio realizado en Irán sobre evaluación cuantitativa y cualitativa de los bio-aerosoles en las salas de cirugía y servicio de urgencias de un hospital de enseñanza. Donde detectaron 17 tipos de bacterias incluyendo *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus*, *Viridans*, *Neumococo*, *Escherichia coli*, *Streptococcus*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Difteroide*, *Citrobacter* y *Enterobacter*. La densidad media de todas las bacterias fue $103,88 \pm 33,84$ ufc/m³ en salas de emergencia en comparación con $63,32 \pm 32,94$ ufc / m³ en los quirófanos ($P=0,003$). Las bacterias más detectadas fueron *Micrococcus* y *S. aureus* tanto en

emergencia y quirófanos. Las bacterias menos detectadas fueron *Citrobacter* y *Branhamla* en salas de emergencia y *Branhamla* y *Enterobacter* en los quirófanos. Cantidad de *Neumococo*. La media de *B. subtilis*, *S. epidermidis*, *B. cereus*, *Difteroide* fue significativamente mayor en las salas de emergencia que las salas de operaciones. (Ramazan Mirzaei, et al., 2014).

Congruente con el segundo objetivo específico que fue establecer la población micótica (mohos y levaduras) en ambientes de áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue (Tabla 6), el más representativo fue la levadura *Candida sp*, luego los mohos filamentosos como *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* y una minoría por la levadura *Rhodotorula*.

Según Jáuregui Luis E., Dejman E., 2010, señala que dentro del ámbito hospitalario los hongos más frecuentes incluyen: *Candida sp*, *Aspergillus sp*, *Cryptococcus sp* y *Pneumocystis sp*, estos son hongos oportunistas. Los pacientes inmunocomprometidos de áreas críticas están expuestos a contraer enfermedades por hongos ambientales como *Aspergillus spp.*, el cual fue aislado mayormente del área de lavado general, área de lavado 1 – 2 y esterilización del servicio de SERCIQUEM; también en el cuarto de cunas, sala de infectados en

Neonatología; sala de aislados en UCI y tópico de enfermería en Gineco obstetricia, hay que destacar que según el Manual de normas para el control de la infección nosocomial en España (Arévalo Alonso, 1997), debe haber ausencia de *Aspergillus sp* en quirófanos de hospitales, ya que en el Perú no existen criterios ni valoración admisible para contaminantes microbianos en el ambiente hospitalario.

Como referencia se tiene un trabajo realizado en México sobre bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, encontraron una concentración de propágulos fúngicos que osciló en un intervalo de 56 a 184 ufc/m³ para el hospital 1 y para el hospital 2, el intervalo fue de 32 a 442 ufc/m³. La mayor concentración de propágulos fúngicos se presentó en la mayoría de las secciones del hospital 2 con excepción del área de terapia intensiva de niños.

En el hospital 1 fueron identificados 6 géneros: *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Microsporum*, *Penicillum*, *Botryotichum*, *Achremonium*. Mientras que en el hospital 2 fueron 15 géneros: *Cladosporium*, *Penicillum*, *Pythium*, *Stemphyllium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Melanconis*, *Hormodendrum*, *Epicoccum*, *Mucor*,

Clamidosporium, Cyllindrocarpon, Alternaria, Cryptococcus, Aspergillus.

En los hospitales 1 y 2 el género dominante entre las secuencias identificadas de hongos fue *Fusarium* con 56 % y 21 % del total respectivamente. En el hospital 1 hubo una distribución homogénea entre los géneros *Penicillum, Microsporum* y *Helminthosporium* (11 % de cada uno (Maldonado-Vega M., et al., 2014). Se puede ver que la densidad de población micótica de este estudio es significativamente mayor a la población aislada de las áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue, además de una notoria diferencia en el número de géneros fúngicos y que para el presente caso el género dominante fue *Penicillium sp* frente a *Aspergillus sp.*

Otro estudio realizado en Venezuela sobre evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia, únicamente aislaron a *Aspergillus nidulans* como contaminante de dichos ambientes (Izzeddin A., Noja1 et al., 2011).

Un estudio que difiere con el resultado de la presente investigación fue reportada en Costa Rica, sobre Calidad del aire en dos centros hospitalarios y ocho clínicas veterinarias, donde no aislaron al género *Aspergillus sp*; pero sí, además de *Penicillum sp*, encontraron

Hormodendrum sp, *Aeurebasidium sp* y *Paecilomyces sp*; teniendo mayor densidad relativa *Penicillium sp* y *Hormodendrum sp* (Caballero, M., 2007).

Si bien en el ámbito de la infección nosocomial el riesgo atribuible a la contaminación aérea en interiores es inferior al de otras causas que se conocen con mayor concreción y exactitud como son los hábitos higiénicos, la esterilidad del material, la correcta utilización de los antimicrobianos, etc. (Monge Jodra, 2001), en particular, se debe considerar que es un tema que debe monitorearse e investigarse, más aun teniendo una infraestructura hospitalaria con más de medio siglo de funcionamiento y que por consecuencias del terremoto del 2001 y además, el aumento paulatino de demanda de pacientes, el diseño actual no se abastece para atender en condiciones óptimas.

Con los resultados analizados, tanto de nuestro estudio y los utilizados en esta investigación, se puede decir que los microorganismos en el ambiente interior representan un peligro invisible ya que son un factor de riesgo para contraer y manifestar enfermedades. En años recientes, se han llevado a cabo diferentes estudios para evaluar la contaminación microbiana del aire en lugares de riesgo tales como

hospitales, estas acciones son consideradas como aportación hacia la prevención de infecciones nosocomiales (Eickhoff, 1994). Dado que los niveles de microorganismos dependen de un gran número de variables, actualmente no existen niveles específicos de ufc/m³ aceptados por todas las instituciones (Gulliver y Briggs 2004, Hoseinzadeh et al., 2013). Hasta el momento, el medio más efectivo para cuantificar microorganismos en el aire está limitado al conteo de unidades formadoras de colonias (ufc); éste es el parámetro más importante ya que indica el número de microorganismos viables (capaces de multiplicarse) (Pasquarella, et al., 2000). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sugerido que la concentración de microorganismos en lugares de uso común debe ser menor de 300 ufc/m³. Mientras que en lugares para individuos con sistemas inmunocomprometidos, la concentración debe ser menor de 100 ufc/m³ (WHO 1990).

Al comparar la población bacteriana y micótica de los ambientes de áreas críticas del hospital regional Hipólito Unanue, mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA se demostró que no existe diferencia significativa entre los promedios de población bacteriana aislados de los servicios críticos muestreados: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI ($p > 0,05$) (Tabla 9); no obstante, al

comparar los promedios por cada uno de los servicios, en Gineco obstetricia, se encontró que existe diferencia estadística significativa de la población bacteriana aisladas de sus ambientes internos: Área de atención del recién nacido, Área lavado, sala de parto 1 y 2, sala de dilatación y tópico de enfermería ($p=0,006 < \alpha=0,05$) (Tabla 10); por el contrario, en los servicios de Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Neonatología y UCI no existe diferencia significativa en el número de ufc aisladas en sus diferentes ambientes críticos ($p > \alpha=0,05$).

Se toma como referencias el trabajo realizado en Irán sobre evaluación cuantitativa y cualitativa de los bioaerosoles en salas de cirugía y servicio de urgencias de un Hospital de enseñanza, donde compararon las ufc por estaciones del año y no por servicios críticos como nuestro estudio, donde el autor reportó que la densidad media para todas las bacterias durante el otoño fue $106,9 \pm 28,45$, seguido de $84,7 \pm 36,11$ en primavera, $69,61 \pm 43,16$ en invierno y $47,56 \pm 22,69$ en verano con diferencia estadística significativa ($P=0,03$) (Ramazan Mirzaei, et al., 2014).

Al comparar la población micótica de los ambientes de áreas críticas del hospital regional Hipólito Unanue, mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA se determinó que no existe diferencia

significativa entre los promedios de población micótica (mohos y levaduras) de los servicios críticos muestreados: Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI ($p=0,303 > \alpha=0,05$) (Tabla 11); no obstante, al comparar por cada servicio, en SERCIQUEM existe diferencia estadística significativa ($p=0,046 < \alpha=0,05$) (Tabla 12). En cambio en los servicios de Centro Quirúrgico, Gineco Obstetricia, Neonatología y UCI se evidenció que no existe diferencia significativa en el número de ufc aisladas entre sus diferentes ambientes críticos; ($p > \alpha=0,05$).

Resultado similar se obtuvo en un estudio sobre concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, donde las colonias fúngicas aisladas fueron estadísticamente iguales entre los muestreos mensuales ($p=0,0831$) (Tolosa-Moreno, D. et al., 2012).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se afirma las siguientes conclusiones:

1. En la población bacteriana en ambientes de las áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna predominó el género *Bacillus sp* con una densidad relativa global de 76,5 %, principalmente en el servicio de Neonatología (91 %); seguido del género *Staphylococcus sp* (9,3 %), *Streptococcus sp* (3,5 %). *E coli* (2,6 %) y esporádicamente se aisló *Pseudomonas sp*, *Proteus sp* y *Salmonella sp*.
2. En la población micótica (mohos y levaduras) en ambientes de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna predominó la levadura del género *Cándida sp* con una densidad relativa total de 3,5 %, principalmente en el servicio de Neonatología (82,8 %); los mohos aislados fueron *Penicillium sp* (1,2 %) y *Aspergillus sp* (1 %).
3. Al comparar la población bacteriana aislada en los servicios críticos Centro Quirúrgico, SERCIQUEM, Gineco obstetricia, Neonatología y UCI, en el Hospital Regional Hipólito Unanue, se evidenció que no existe

diferencia significativa entre los promedios de población ($F=1,0396$; $P>0,05$); no obstante, específicamente en el servicio Gineco Obstetricia existe diferencia significativa ($F=4,761$; $P<0,05$). Al comparar la población micótica aislada (mohos y levaduras) de los servicios críticos, se demostró que no existe diferencia significativa entre los promedios de la población ($P>0,05$); no obstante, en el servicio SERCIQEUM existe diferencia significativa ($P<0,05$).

VI. RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta los contaminantes bacterianos en suspensión en el aire de los interiores de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna, se debe fortalecer y optimizar medidas de control de la calidad del aire interno, el cual juega un papel importante en la prevención de infecciones para proteger tanto a pacientes, como a personal del hospital; especialmente a pacientes inmunosuprimidos e inmunocomprometidos, quienes tienen alta susceptibilidad a los efectos de los microbios aerotransportados.
2. Considerando los contaminantes micóticos en suspensión en el aire de los interiores de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna, según el Manual de normas para el control de la infección nosocomial del Servicio Vasco de Salud-España, debe haber ausencia de hongos de los géneros *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor*. En tal razón, se debe fortalecer el control por desinfección diario de la contaminación microbiológica medio ambiental consistente en la intensificación de las limpiezas diarias y desinfección general en las áreas del Centro Quirúrgico, Serciquem, Neonatología y Unidades de Cuidados Intensivos.

3. Al no existir diferencia significativa de la contaminación por población bacteriana y micótica en las áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna, es decir, todas las áreas tuvieron recuentos de ufc de bacterias totales que superaron (> 300 ufc) lo que indica la Norma para el control de la infección nosocomial del Servicio Vasco de Salud-España, calificando como ambiente no aceptable en dicho Hospital. Por tanto, deben mejorarse las medidas organizativas en función a la bioseguridad y en la intensificación de la correcta disciplina de uso de las medidas de precaución estándar, como: vestimenta quirúrgica exclusiva, restricción del número de personas en el interior, puertas y ventanas cerradas según corresponda en las áreas críticas del Hospital Hipólito Unanue.

4. Fomentar y promover estudios de la calidad del aire de los interiores de áreas críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna en situaciones de brote de infecciones intrahospitalarias para optimizar el control con un abordaje científico, técnico, multidisciplinario y del compromiso de todos los actores involucrados, con respuestas estructuradas que garanticen su éxito en el corto, mediano y largo plazo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Augustowska M. y Dutkiewicz J. (2006). Variability of airborne microflora in a hospital ward within a period of one year. *Ann. Agric. Environ. Med.* 13, 99-106.
2. Algorta, Gabriela (2003). Bacilos Gram Negativos No exigentes: Enterobacteriaceae, Vibrionaceae, Pseudomonas. [En línea] [Acceso el 17 de octubre del 2015]. Disponible en URL: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2022.pdf>
3. Amarily Perelli, et al, (2009). Presencia de flora fúngica en áreas internas del Hospital “Dr. Adolfo Prince Lara”, Puerto Cabello, Estado Carabobo. Durante el período 2006-2007.
4. Arévalo Alonso, José Miguel (1997). Manual de Normas para el Control de la Infección Nosocomial año 1997 anexo I. Comisión INOZ.
5. Arribas Llorente, J. et al. Guía para la Prevención de las Micosis Invasoras Nosocomiales. Comunidad de Madrid. Consejería de Sanidad y Consumo. ISBN: 84 451 1636 5. Depósito legal: M23.592 2000.
6. Anderson, K.; Morris, G.; Kennedy, H.; Croal, J.; Richardson, M. y Gibson, B. 1996. Aspergillosis in immunocompromised pediatric patients: associations with building hygiene design, and indoor air. *Thorax.*, 51(3): 256-261

7. Arenas, R. 1993. *Micología Médica Ilustrada*. Primera edición. Editorial McGraw Hill. México D.F.
8. Borrego S, Guiamet P, Gómez de Saravia S, Batistini P, García M, Lavin P, Perdomo I. 2010a. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64: 139-145.
9. Burge H. (1990). Bioaerosols: prevalence and health effects in the indoor environment. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 86, 687-701.
10. CDC. (2003). *Los mohos en el medio ambiente*. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention
11. Caballero, Magally. (2007) *Calidad del aire en dos centros hospitalarios y ocho clínicas veterinarias en Costa Rica*. *Rev. costarric. Salud pública* vol.16 n.30 San José Jul. 2007.
12. Centeno Sara, et al. (2004). "Evaluación de la micoflora aérea en las áreas críticas del hospital principal de Cumaná, estado Sucre, Venezuela".
13. COMISIÓN EUROPEA. Segundo Informe de la Comisión al Consejo sobre la aplicación de la Recomendación 2009/C 151/01 del Consejo, sobre la seguridad de los pacientes, en particular la prevención y lucha contra las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria. Bruselas, 19.6.2014 COM (2014) 371.

14. Cuervo Polanco M. P. Guía de Manejo de Asepsia y Antisepsia Parte I. [En línea] [Acceso el 20 de octubre del 2015]. Disponible en :
15. [URL:http://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/enfermeria/ve-53/enfermeria5302-guia/](http://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/enfermeria/ve-53/enfermeria5302-guia/)
16. Ducel, G. Fabry, J. Nicolle, L. (2003). Prevención de las infecciones nosocomiales Guía Práctica. 2da edición. Organización Mundial de la Salud. WHO/CDS/CSR/EPH/2002.12
17. Eickhoff T.C. (1994). Airborne nosocomial infection: a contemporary perspective. Infect. Control. Hosp. Epidemiol. 15, 663-672.
18. Environmental Control (2007). Infection Control Branco, Centre For Health Protection. Department of Health, April 2007, Hong Kong
19. Garro Núñez G. M., Quispe Pardo, Z. Estudio de prevalencia de infecciones intrahospitalarias. Dirección General de Epidemiología/Ministerio de Salud, 2014.
20. Garro G. (2012). Incidencia de infecciones intrahospitalarias en establecimientos de salud con internamiento en el Perú, 2012-2013. Bol Epidemiol (Lima). 2014; 23 (17): 329– 333.
21. Gustavo Olano. “Áreas críticas en hospitales”, [En línea] [Acceso el 20 de octubre del 2015]. Disponible en URL:
22. <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2013/12/areas-criticas-en-hospitales/>

23. Gulliver J. y Briggs D.J. (2004) Personal exposure to particulate air pollution in transport microenvironments. *Atmos. Environ.* 38, 1-8.
24. Guzmán Espinoza T. X. (2008). Prevalencia y características epidemiológicas-clínicas de las infecciones intrahospitalarias en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati durante el periodo de julio-diciembre 2008. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Académico Profesional de Medicina Humana.
25. Hernández Ramírez, Magda N. (2008) Determinación de la calidad del aire extramural e intramural en la sala de cirugía del hospital el tunal de la ciudad de Bogotá para el desarrollo de mecanismos de control y minimización de riesgo causado por microorganismos potencialmente nosocomiales. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario]. Universidad de la Salle. 2008.
26. Hernández S. R. Metodología de la Investigación. [Artículo en internet]. México: Editorial Mc Graw Hill; 2010. [Citado 2010 Octubre 2015]. Disponible en URL: <http://www.metabase.net/docs/unibe/03624.html>.
27. Hoseinzadeh E., Samarghandie M.R., Guiasian S.A., Alikhani Y. y Roshanaie G. (2013). Evaluation of bioaerosols in five educational hospitals wards air in Hamedan, During 2011-2012. *Jundishapur J. of Microbiol.* 6, e10704

28. INS, (2005). Manual de procedimientos bacteriológicos en Infecciones Intrahospitalarias, Norma Técnica N° 28. Lima Perú.
29. INS, (2007). Manual de procedimientos y de procedimientos de laboratorio para la identificación de los principales hongos oportunistas causantes de micosis humanas, Norma Técnica N° 44. Lima Perú.
30. Izzeddin A., Noja1 et al. (2011). “Evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia, Venezuela”.
31. Jáuregui Luis E., Dejman E. (2010). Patógenos hospitalarios y su control. [En línea] [Acceso el 14 de octubre del 2015]. Disponible en URL: <http://www.ops.org.bo/textocompleto/npato32456.pdf>
32. Jiménez, F.; Garro, L. y Rodríguez E. (2004). Evaluación de la presencia de bacterias en una sección de oncología de un hospital nacional, San José. Trabajo de investigación. Costa Rica.
33. Mayor M.C., et al. (2012). “Relación entre los microorganismos de infecciones nosocomiales vs. Microorganismos ambientales en Terapia Intensiva Pediátrica”. Hospital Central Militar-Laboratorio de Microbiología de la Escuela Médico Militar. Ciudad de México. Rev Sanid Milit Mex 2012; 66(2) Mar.-Abr: 53-57.
34. Maldonado-Vega m., et al (2014). Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en león, Guanajuato,

- México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, volumen 31, número 1, 2015
35. MINSA (2015). Documento Técnico: Lineamientos para la Vigilancia, Prevención y Control de las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, 2015, Ministerio de Salud del Perú.
 36. MINSA (2004). Norma Técnica de Prevención y Control de Infecciones Intrahospitalarias, 2004. Ministerio de Salud del Perú.
 37. Michael Leung, Alan H.S. Chan. Control and management of hospital indoor air quality (IAQ). Med Sci Monit 2006; 12(3): SR17-23. ID: 447117. Published: 2006-03-01. URL:
<http://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/447117>
 38. Monge Jodra V. (2001) Contaminación ambiental en zonas de riesgo hospitalario. Hospital Ramón y Cajal Madrid. Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.
 39. Murray P, Baron E, Pfaller M, Tenoer F & Tenover R. (2006). Manual de microbiología de clínica. 7ma Ed. ASM Press. Washington DC.
 40. Norma ISO: 14698 (2004). Control de biocontaminación en salas limpias y ambientes controlados. AENOR [Acceso el 20 de abril del 2015]. Disponible en:
http://www.aenor.es/aenor/normas/ediciones/fichae.asp?codigo=7112&temporal=busc#.VTbfPSF_Oko

41. OMS (2014). Contaminación del aire de interiores y salud, Nota descriptiva N 292, marzo 2014 [En línea, actualizado en marzo del 2014; acceso el 20 de octubre del 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>.
42. Ortíz G.; Catalan V. (2007). Calidad Microbiológica en ambientes interiores; gestión práctica de riesgos laborales. Nro 40, julio – agosto del 2007.
43. Pasquarella C., Pitzurra O. y Savino A. (2000). The index of microbial aircontamination. J. Hosp. Infect. 46, 241-56.
44. Paypal Santos et al, (2014). “Evaluación de la contaminación microbiológica en los equipos radiográficos de una clínica dental privada de la Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú.
45. Pérez, Ramón. y Juárez, Antonio. Bioquímica de microorganismo. México: Ed reverta S.A 1997. p. 307.
46. Ramazan Mirzaei; Esmat Shahriary; Mazhar Iqbal Qureshi; Ataollah Rakhshkhorshid; Abdolali Khammary; and Mahdi Mohammadi (2014). Quantitative and qualitative evaluation of bio-aerosols in surgery rooms and emergency department of an educational hospital. Jundishapur Journal of Microbiology. 2014 October; 7(10): e11688 , DOI: 10.5812/jjm.11688

47. Raúl Molina T. (2003) Manual de limpieza y desinfección hospitalaria. Comité de Infecciones Intrahospitalarias.
48. Silva S, Sepúlveda M, Vásquez R, et al (1984). Compendio de aspectos teóricos, prácticos en el manejo de áreas de contaminación controlada. Instituto de Salud Pública de Chile. Chile: Editorial Universitaria; 1984, p 25-28.
49. Toloza-Moreno, Deisy L. Luz M. Lizarazo-Forero, Jorge O. Blanco-Valbuena, (2012) Concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Actual Biol 34 (97): 241-252, 2012.
50. Vaquero de la Hoz (2011). Calidad del aire interior (IAQ) en las edificaciones hospitalarias [Tesis Doctoral]. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid.
51. Villacorta J. (2008). Evaluación preliminar de Calidad del aire interno respecto a bioaerosoles en área de preescolar.
52. World Health Organization (1990). Indoor air quality biological contaminants. Report on a WHO meeting. WHO Reg. Publ. Eur. Ser. 31, 1-67.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

**CONTROL MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL DE AREAS CRÍTICAS DEL HOSPITAL
REGIONAL HIPÓLITO UNANUE**

Fecha: _____

Área crítica evaluada: _____

Método empleado: _____

Puntos de muestreo: _____

Tiempo del muestreo: _____

Medios de cultivo: _____

Resultado:

Comentarios y/o Sugerencias:

Firma del evaluador: _____

ANEXO 02

MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA CON TERMOHIGROMETRO



ANEXO 03

MUESTREO EN ÁREA CRÍTICA DE NEONATOLOGÍA



ANEXO 04

MUESTREO EN ÁREA CRÍTICA DE CENTRO QUIRÚRGICO



ANEXO 05

MUESTREO EN ÁREA CRÍTICA DE SERCIQUEM





.....
DR. JULIO C. CACEDA QUIROZ
ASESOR



.....
BACH. MERCEDES LAZARO MAMANI
TESISTA