



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

TESIS

**PERFIL DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE *Escherichia coli* Y
Klebsiella sp. AISLADAS DE *Periplaneta americana* EN UN CENTRO
HOSPITALARIO Y EN DOMICILIOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS,
IQUITOS-PERÚ, 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

PRESENTADO POR:

JULIO CESAR GRIMALDO GARCIA PINEDO

ASESORES:

Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr.

Blga. VIVIANA VANESSA PINEDO CANCINO, Dra.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 023-CGT-UNAP-2022

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala virtual, a los 08 días del mes de agosto del 2022, a horas 17:00 se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"PERFIL DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE *Escherichia coli* Y *Klebsiella sp.* AISLADAS DE *Periplaneta americana* CAPTURADOS EN UN CENTRO HOSPITALARIO Y EN DOMICILIOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS, IQUITOS-PERÚ, 2018"**, presentada por el Bachiller **JULIO CÉSAR GRIMALDO GARCÍA PINEDO**, autorizada mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N° 315-2022-FCB-UNAP**, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGO**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N° 260-2021-FCB-UNAP**, de fecha 27 de setiembre de 2021, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|--|--------------|
| - Biga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra. | - Presidente |
| - Biga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc. | - Miembro |
| - Biga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc. | - Miembro |



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas:

SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:



La sustentación pública y la Tesis han sido APROBADAS con la calificación de BUENA estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGO**.

Siendo las 18:35 HORAS se dio por terminado el acto de sustentación.

Biga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra.
Presidente

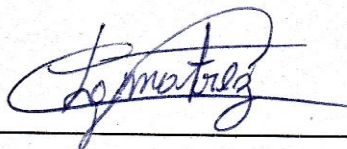
Biga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc.
Miembro

Biga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc.
Miembro

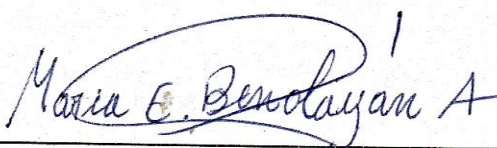
Bigo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr.
Asesor

Biga. VIVIANA VANESSA PINEDO CANCINO, Dra.
Asesora

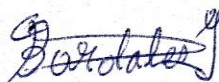
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra.
Presidente

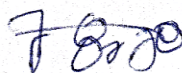


Blga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc.
Miembro



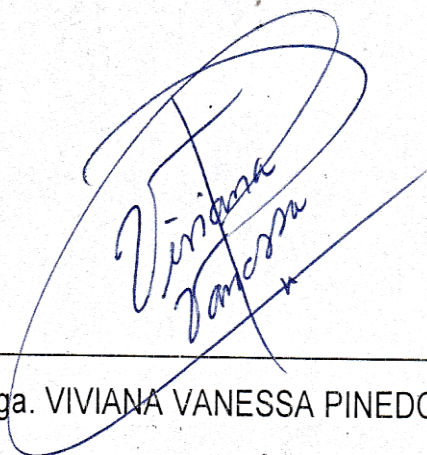
Blga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc.
Miembro

ASESORES



Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr.

Asesor



Blga. VIVIANA VANESSA PINEDO CANCINO, Dra.

Asesora



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
69336221

Fecha de comprobación:
14.06.2022 14:01:23 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
14.06.2022 14:09:51 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN JULIO CESAR GRIMALDO GARCIA PINEDO**

Recuento de páginas: **41** Recuento de palabras: **8622** Recuento de caracteres: **54974** Tamaño de archivo: **777.67 KB** ID de archivo: **80377546**

19.3% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **15.2%** con la fuente de Internet (<https://aprenderly.com/doc/1042041/1-determinaci%C3%B3n-de-esche..>)

19.3% Fuentes de Internet 633 Página 43

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

23.7% de Citas

Citas 56 Página 44

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Grimaldo García Zambrano y Libia Pinedo Arcentales, a quienes admiro y respeto mucho, siempre apoyándome y orientándome a superarme cada día, fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo que desarrollaba esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores a la Blga. Viviana Vanessa Pinedo Cancino Dra, y al Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos Dr. por la comprensión, dedicación y calidad profesional brindada durante todo el proceso de ejecución de la presente tesis.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia por la confianza y el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación.

Al Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por facilitar los ambientes de la Unidad Especializada – Laboratorio de Microbiología, durante el desarrollo de la investigación.

Agradecimiento al Hospital de Apoyo Iquitos (Contingencia Santa Rosa) y a los vecinos de las calles Bolívar y Pevas, que de forma muy desinteresada mostraron todo su apoyo y colaboración para la obtención de las muestras.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORES	iv
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE GRÁFICOS	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	9
1.2.1. <i>Periplaneta americana</i> :	9
1.2.1.1. Distribución:	9
1.2.1.2. Taxonomía de <i>Periplaneta americana</i>	10
1.2.1.3. Habitat y actividad	10
1.2.1.4. Ecología y población	10
1.2.1.5. Vectores de enfermedades	11
1.2.2. Generalidades de las muestras microbiológicas	11
1.2.2.1. <i>Escherichia coli</i>	11
1.2.2.1.1. Clasificación de cepas de <i>Escherichia coli</i>	13
1.2.2.1.1.1. <i>Escherichia coli</i> enteropatógeno (ECEP)	13
1.2.2.1.1.2. <i>Escherichia coli</i> enterotoxigénicos (ECET)	14
1.2.2.1.1.3. <i>Escherichia coli</i> verotoxigénicos (ECVT)	15
1.2.2.1.1.4. <i>Escherichia coli</i> enterohemorrágico (ECEH)	16
1.2.2.1.1.5. <i>Escherichia coli</i> enteroinvasivo (ECEI)	17
1.2.2.1.1.6. <i>Escherichia coli</i> enteroagresiva (EAEC)	17
1.2.2.2. <i>Klebsiella sp</i>	18

1.2.2.2.1.	Descripciones generales	18
1.2.2.2.2.	Efectos sobre la salud humana	18
1.2.2.2.3.	Vías de exposición	19
Capítulo II:	HIPÓTESIS Y VARIABLES	21
2.1.	Formulación de hipótesis	21
2.2.	Variables y su operacionalización	21
2.2.1.	Variables	21
2.2.1.1.	Independiente	21
2.2.1.2.	Dependiente	21
2.2.2.	operacionalización de variables	21
Capítulo III:	METODOLOGÍA	22
3.1.	Tipo y diseño de la Investigación	22
3.2.	Diseño muestral	22
3.2.1.	Población	22
3.2.2.	Muestra	22
3.3.	Procedimientos de recolección de datos	22
3.3.1.	Recolección de Muestra	23
3.4.	Procesamiento y análisis de los datos	24
3.4.1.	Aislamiento de cepas sospechosas de <i>Escherichia coli</i>	24
3.4.2.	Cultivo	25
3.4.3.	Morfología del cultivo	25
3.4.4.	Procesamiento de la Información	26
3.5.	Aspectos éticos	26
Capítulo IV :	RESULTADOS	27
4.1.	Aislamiento de las cepas sospechosas de <i>escherichia coli</i> y <i>klebsiella</i> sp provenientes de <i>periplaneta americana</i> .	27
4.2.	Perfil de resistencia de <i>escherichia coli</i> y <i>klebsiella</i> sp	29
4.3.	Identificación de los resistotipos de <i>escherichia coli</i>	31
4.4.	Identificación de los resistotipos de <i>klebsiella</i> sp	32
Capítulo V:	DISCUSIÓN	34
Capítulo VI:	CONCLUSIONES	38
Capítulo VII:	RECOMENDACIONES	39
Capítulo VIII:	FUENTES DE INFORMACION	40
ANEXOS		47

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1. Aislamiento de las cepas sospechosas provenientes de <i>Periplaneta americana</i> .	27
TABLA N° 2. Perfil de resistencia de <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella sp.</i>	29
TABLA N° 3. Resistotipos identificados en las cepas de <i>Escherichia coli</i>	31
TABLA N° 4. Resistotipos identificados en las cepas de <i>Klebsiella sp</i>	32

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: Porcentaje de las cepas aisladas de <i>Periplaneta americana</i> .	28
GRÁFICO N° 2: Perfil de resistencia de <i>escherichia coli</i> y <i>klebsiella sp.</i>	30

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: Ubicación del Hospital Iquitos	47
ANEXO N° 2: Ubicación de las viviendas	47
ANEXO N° 3: Trampa para la captura de <i>Periplaneta americana</i>	51
ANEXO N° 4: Obtención de muestras	51
ANEXO N° 5: Siembra en agar MC conkey	52
ANEXO N° 6: Pruebas bioquímicas	52
ANEXO N° 7: Diametro de los halos de inhibicion establecidos por el Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI).	53
ANEXO N° 8: Grupo A y B sembrados en Muller Hinton	54
ANEXO N° 9: Medición de la prueba de susceptibilidad	54
ANEXO N° 10: Tabla del significado de las siglas y familias de antibióticos	55
ANEXO N° 11: Tabla de la prueba estadística Chi-cuadrado (X^2)	55
ANEXO N° 12: Constancia de aprobación del estudio otorgado por el comité de ética	57
ANEXO N° 13: Memorándum Hospital Iquitos	58
ANEXO N° 14: Flujograma del trabajo de investigación	59

RESUMEN

Las cucarachas son artrópodos transmisores de enfermedades, que pueden actuar como vectores mecánicos y/o reservorio natural de patógenos, su presencia en domicilios y hospitales es preocupante en vista de su enorme capacidad de proliferación y distribución. El objetivo de esta investigación fue conocer el perfil de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* aisladas de *Periplaneta americana* (cucaracha), a mediados de año del 2018. Las muestras se analizaron e identificaron en el Laboratorio de Microbiología, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la UNAP. Un total de 25 cucarachas fueron capturadas, 15 en el hospital y 10 en los domicilios, de ellas se obtuvieron 100 cepas entre la parte externa e interna de las cucarachas, 60 cepas fueron del Hospital Iquitos y 40 cepas de los domicilios. Mediante método de identificación diferencial (Triple Sugar Iron Agar, Movilidad-Indol-Ornitina y CITRATO) y cultivos en agar MacConkey, Agar Tripticasa Soya y Mueller Hinton, se llegó a identificar 53 cepas de *Escherichia coli* y 47 cepas de *Klebsiella sp*. El perfil de resistencia evaluado por método de difusión en agar mostró una elevada resistencia a colistina de 91 % para *Klebsiella sp* y 72 % para *Escherichia coli*; menor resistencia se encontró para azitromicina con un 15 % para *Escherichia coli* y 13 % para *Klebsiella sp*. Demostramos que las cucarachas son excelentes portadores de bacterias patógenas y resistentes a antibióticos como la colistina, que causan enfermedad en los humanos. Su presencia en un centro hospitalario sería un alto riesgo para la salud pública, donde se encontró el mayor porcentaje de bacterias resistentes a los antibióticos.

Palabras clave: *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, resistencia a antibióticos, cucarachas, Pruebas bioquímicas

ABSTRACT

Cockroaches are disease-transmitting arthropods that can act as mechanical vectors and/or natural reservoirs of pathogens. Their presence in homes and hospitals is worrying in view of their enormous capacity for proliferation and distribution. The objective of this research was to know the antibiotic resistance profile of *Escherichia coli* and *Klebsiella* sp isolated from *Periplaneta americana* (cockroach), in the middle of 2018. The samples were analyzed and identified in the Microbiology Laboratory of the Research Center of UNAP Natural Resources. A total of 25 cockroaches were captured, 15 in the hospital and 10 in the homes, of which 100 strains were obtained between the external and internal part of the cockroaches, 60 strains were from the Iquitos Hospital and 40 strains from the homes. Using a differential identification method (Triple Sugar Iron Agar, Mobility-Indole-Ornithine and CITRATE) and cultures on MacConkey agar, Trypticase Soy Agar and Mueller Hinton, 53 strains of *Escherichia coli* and 47 strains of *Klebsiella* sp. The resistance profile evaluated by the agar diffusion method showed a high resistance to colistin of 91% for *Klebsiella* sp and 72% for *Escherichia coli*; lower resistance was found for azithromycin with 15% for *Escherichia coli* and 13% for *Klebsiella* sp. We show that cockroaches are excellent carriers of pathogenic bacteria and resistant to antibiotics such as colistin, which cause disease in humans. Its presence in a hospital center would be a high risk for public health, where the highest percentage of bacteria resistant to antibiotics was found.

Keywords: *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp, antibiotic resistance, cockroaches, biochemical tests.

INTRODUCCIÓN

Las cucarachas son artrópodos transmisores de enfermedades, que pueden actuar como vectores mecánicos y/o como reservorios naturales de gérmenes patógenos. Se ha demostrado que las cucarachas alojan y transmiten alrededor de 40 especies de bacterias de las que al menos 25 pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, causantes de gastroenteritis en el hombre. Además, se ha establecido que las cucarachas son huéspedes intermediarios de helmintos patógenos, virus, hongos y protozoos ⁽¹⁾.

Su presencia en domicilios, hospitales, clínicas, escuelas, restaurantes, y en muchos otros establecimientos comerciales y residenciales, es preocupante en vista de su enorme capacidad de proliferación y distribución de patógenos, razones por las cuales son consideradas como perjudiciales para la salud pública debido a que son una fuente importante de alérgenos que causan asma, además, de su frecuencia cercana con materia fecal humana ⁽²⁾⁽³⁾.

En la actualidad se conocen alrededor de 45 especies de microorganismos transmitidos por *Periplaneta americana*, entre ellos se encuentran importantes especies de bacterias patógenas como: *Escherichia coli*, que causa diarrea infantil; *Klebsiella pneumoniae*, a menudo asociada a neumonías hospitalarias; *Serratia marcescens* y *Pseudomonas aeruginosa*, incriminadas en infecciones de heridas; y también varias especies del género *Proteus*, habituales en la flora intestinal humana. Por otro lado, también se hace referencia que la mayoría de estos microorganismos muestran una alta resistencia a los antibióticos y a los insecticidas ⁽⁴⁻⁹⁾.

La presencia de cucarachas en los diferentes sectores del hospital y de los domicilios es su atracción por los alimentos, residuos orgánicos y fluidos que se

evacuan regularmente en estos lugares, no obstante, el uso indiscriminado de los antibióticos ha provocado la selección de cepas multidrogoresistentes debido a la adquisición de genes de resistencia presentes en otros organismos que son transportados muchas veces por las cucarachas u otros vectores ^{(10),(11)}.

En el mundo existen alrededor de 4000 especies de cucarachas y solo el 1 % se relaciona con los humanos. A pesar del bajo porcentaje de potenciales especies vectoras, son consideradas uno de los agentes más importantes que pueden ser infectados con bacterias patógenas causantes de disentería, infecciones urinarias y abscesos. Considerando la importancia de las cucarachas en la transmisión mecánica de microorganismos patógenos en hospitales y domicilios ⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾. Debido al alto porcentaje de resistencia bacteriana, se hace necesario realizar estudios que permitan establecer la relación de estos insectos con infecciones bacterianas multidrogoresistentes, que ayudarían a tomar medidas de control eficientes para bajar los niveles de infestación de forma segura y disminuir el riesgo a los pacientes y a la comunidad.

Por todo lo mencionado, la presente investigación buscó determinar el perfil de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* aisladas de *Periplaneta americana*, capturadas en un centro hospitalario y en domicilios de la ciudad de Iquitos. Nuestro estudio generó información importante para ir a los tomadores de decisiones de las medidas sanitarias preventivas y correctivas en las ciudades en bien de la población en general, que deben incidir en la eliminación de las cucarachas en las casas y principalmente en los centros hospitalarios, por el alto riesgo de transmitir bacterias patógenas resistentes a antibióticos. Los resultados demuestran que las cucarachas pueden transmitir enfermedades de

riesgo para la salud pública, que pueden conllevar a graves problemas de higiene y salud en una población determinada.

CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2015 en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen - Perú se capturaron cucarachas, cuyos resultados mostraron contener bacterias de gran importancia clínica altamente patógenos y resistentes a antibióticos como *Klebsiella*, *Escherichia coli*, bacterias Gram negativas causantes de infecciones intrahospitalaria, altamente resistentes a antibióticos que comúnmente son recetados tal como sulfametoxazol + trimetropim, ampicilina, amoxicilina + ácido clavulánico, ceftriazona ⁽¹⁵⁾.

En 2006 en el Instituto de Salud en Brasil una investigación sobre el Perfil de resistencia antimicrobiana de bacterias aisladas de cucarachas, demuestran haber capturado 103 cucarachas de la especie *Periplaneta americana* de cinco unidades diferentes: habitaciones, sala de cirugía, enfermería, cafetería y servicios de nutrición. En 91 cucarachas se obtuvo crecimiento microbiano, de la cual se consiguieron 126 aislamientos, resultando en 71.4 % especies de la familia Enterobacteriaceae, 25.4 % estafilococos coagulasa - negativo y 3.2 % bacilos Gram negativos. También, fueron encontrados levaduras y hongos filamentosos. Además, en 97 % de las cucarachas, el número promedio de los tipos de microorganismos aislados por cucaracha varió de uno a tres ⁽¹⁶⁾.

En 2016 en el Municipio de Villavicencio capital de Meta – Colombia, se realizó un estudio sobre cucarachas como potencial vector de infecciones asociadas a la atención de salud, entre las especies aisladas se encontró que, *Klebsiella pneumoniae* posee una sensibilidad intermedia a meropenem (CMI 4) y

resistencia a cefalosporinas (cefepima y cefuroxima), *Proteus vulgaris* mostró resistencia a cefalosporinas (ceftriaxona, cefuroxima) y *Enterobacter cloacae* tuvo resistencia a cefalosporinas (cefoxitina, cefuroxima, ceftriaxona). Así mismo, el 80 % de las bacterias aisladas presentaron algún grado de resistencia a antibióticos ⁽¹⁷⁾.

En 2012 en Durango México se realizó un muestreo al azar de 100 lugares en diferentes áreas urbanas del Noreste de Durango, y se llegó a identificar 4 especies de cucarachas: *Periplaneta americana* (Linneo), *Blatella germánica* (Linneo), *Blatella asahinai* (Mizukubo), *Supella longipalpa* (Fabricius), siendo la especie más frecuente con 54 % *Periplaneta americana* ⁽¹⁸⁾.

En 2007, en Tánger Marruecos describieron que las cucarachas domesticas de la especie *Periplaneta americana*, son artrópodos cosmopolitas y común que está íntimamente relacionada a seres humanos que viven en condiciones insalubres y saneamiento inadecuado (alcantarillas deficientes), y que también están presentes en zonas urbanas (domicilios, hospitales, tiendas, panaderías, mercados ⁽¹⁹⁾.

En el 2000 en Taiwán, se colectó un total de 203 cucarachas (139 *Periplaneta americana* y 64 *Blatella germánica*) en 90 hospitales (áreas clínicas y no clínicas), para determinar el rol de estos insectos en la diseminación de bacterias causantes de infecciones intrahospitalarias. *Periplaneta americana* se encontró con mayor frecuencia en áreas no clínicas (64.5 %) y *Blatella germanica* en áreas clínicas (78.1 %). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre

Periplaneta americana (98.6 %) y *Blatella germanica* (96.9 %) con respecto a la tasa de aislamiento general. Sin embargo, se aislaron 33 especies de bacterias y 16 especies de hongos de *Periplaneta americana*, 23 especies de bacterias y 12 especies de hongos de *Blatella germanica*. También encontraron resistencia a ampicilina (13.7 % a 100 %), cloranfenicol (14.3 % a 71.4 %), tetraciclina (14.3 % a 73.3 %) y trimetoprim-sulfametoxazol (14.3 % a 57.1 %) en dos Gram positivos y cinco bacterias Gram negativas ⁽²⁰⁾.

En la india en 1991, se evaluó 279 cucarachas de la especie *Blatella germanica*, 159 fueron recolectadas dentro de un establecimiento de salud (grupo de estudio) y 120 de alrededores del centro de salud (grupo control). Se demostró la presencia de microorganismos patógenos de importancia médica aislados de la parte externa e interna de las cucarachas, de los cuales el 99.4 % pertenecieron al grupo de estudio y 94.2 % al grupo control. Asimismo, el 47.1% fueron bacterias no patógenas en el grupo de estudio y 65.8 % en el grupo control, con diferencia estadística significativa ⁽²¹⁾.

En 2008 en Copenhague, Dinamarca expresaron que debido a que las cucarachas están relacionadas a ambientes insalubres, las convierte en reservorios naturales y vectores mecánicos para albergar y diseminar un sin número de microorganismos patógenos causantes de morbimortalidad a la población humana, siendo un peligro potencial para la salud pública. Estos microorganismos patógenos son transportados en sus patas, cuerpo y tracto digestivo, de allí depositados en las comidas y utensilios causando ciertas infecciones gastrointestinales en la población humana ⁽²²⁾.

En el año 2012 en Ghana, un estudio de la flora interna y externa de 61 cucarachas (*Periplaneta americana*), de un hospital de tercer nivel, evaluó la frecuencia de microorganismos patógenos y perfiles de resistencia a los antibióticos. El 19.7 % de rotavirus se encontró en la superficie del insecto, cuatro tipos de parásitos intestinales fueron transportados externamente por las cucarachas, y el más frecuente fue el anquilostoma (4.9 %) se aislaron también ocho bacterias nosocomiales y la más frecuente fue *Klebsiella pneumoniae*, que ocurrió internamente en un 29.5 % y el 26.2 % externamente. Encontraron también resistencia a múltiples fármacos, entre las bacterias comunes aisladas de las cucarachas se obtuvo entre el 13.8 % (*Escherichia coli*) y el 41.1% (*Klebsiella pneumoniae*) por lo cual las cucarachas constituyen un importante reservorio de patógenos ⁽²³⁾.

En 2012 en Irán, describen que las cucarachas son consideradas un problema de salud pública, debido a su adaptación y a la facilidad que tienen de desplazarse de un lugar a otro por cañerías y alcantarillas, también por su capacidad de transmitir microorganismos patógenos. Por ello es importante tener control sobre estas especies, porque pueden contaminar alimentos, los cuales al ser ingeridos por los humanos podrían inducir a la aparición de enfermedades como disentería, diarreas entre otras ⁽²⁴⁾.

En 2008 en Reino Unido un estudio menciona que estos insectos se encuentran en diferentes sectores de los hospitales y las zonas urbanas debido a que se sienten atraídos por los alimentos, residuos orgánicos y fluidos que se evacuan constantemente en estos lugares. Por lo tanto, la introducción de los antibióticos

en la terapéutica de las enfermedades y su uso generalizado e indiscriminado ha provocado la selección de cepas multidrogoresistentes ⁽²⁹⁾.

En 2005 en china se realizó un estudio de resistencia a antibióticos de bacterias en cucarachas, se identificó dos especies, *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* de 40 hogares en la ciudad de Kaohsiung y el condado de Kaohsiung, Taiwán. Los autores encontraron infestación de cucarachas en el 50 % de los hogares estudiados y 226 cucarachas (123 *P. americana* y 103 *B. germanica*) recolectadas mediante trampas. *P. americana* se encontró con mayor frecuencia en la cocina (70.7 %) mientras que *B. germanica* en el almacén (51.5%) y la cocina (36.9%). No hubo diferencia significativa entre los porcentajes de bacterias portadoras de *P. americana* (99.9%) y *B. germanica* (98.0%). Se aisló un total de 25 especies de bacterias de *P. americana* y solo 21 de *B. germanica*. Se encontró resistencia a antibióticos en *Staphylococcus aureus*, especies de *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, Especies de *Escherichia coli*, *Serratia marcescens* y *Proteus*. Finalmente, este estudio encuentra que las cucarachas son buenos vectores de transmisión de bacterias patógenas con resistencia a los antibióticos en los hogares ⁽⁴⁷⁾.

En el 2017 en Portugal un estudio vislumbra acerca del gen *mcr-1* (resistencia móvil a la colistina 1), en *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, estos autores demuestran que el gen codifica una enzima, la fosfoetanolamina transferasa, y es una fuente de resistencia adquirida a las polimixinas. Utilizando el medio selectivo SuperPolymyxin de la polimixina, se realizó un cribado prospectivo de 100 cerdos se detectaron Enterobacterias resistentes a la polimixina y recuperaron 98 aislados productores de MCR-1 mediada por plásmidos. La

mayoría de los aislados correspondían a *E. coli* y en menor cantidad *Klebsiella pneumoniae*. Finalmente se encontró una alta tasa de productores de MCR-1 en 2 explotaciones porcinas de y pone de manifiesto la difusión de ese determinante de resistencia a la colistina en las explotaciones. El hecho de que los cerdos recibieran colistina como metafilaxis en su alimentación durante las 6 semanas antes del muestreo sugiere una presión selectiva ⁽⁴⁸⁾.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. *Periplaneta americana*:

La cucaracha americana, es la mayor de las cucarachas peri domésticos comunes que miden una media de 4 cm de longitud. Se encuentran principalmente en los túneles de calor de vapor o grandes edificios institucionales, poseen un color marrón rojizo, excepto en el margen del escudo pronotal (región detrás de la cabeza), que es de color amarillento, son considerados como plagas, ya que invaden las casas y edificios comerciales en busca de alimento, agua y sombra para refugiarse de las condiciones climáticas que son demasiado extrema ⁽³⁰⁾.

1.2.1.1. Distribución:

Periplaneta americana fue introducida a Estados Unidos del África en 1625, la cucaracha americana se ha extendido por todo el mundo por el comercio. Se encuentra principalmente en los sótanos, alcantarillas, túneles y sistema de drenaje ⁽³¹⁾.

1.2.1.2. Taxonomía de *Periplaneta americana*

Reino	Animal
Filum	Artrópodo
Subfilum	Hexapodo
Clase	Insecta
Subclase	Pterygota – insecto alado
Infraclase	Neoptera – insecto con alas plegadas
Orden	Dictyoptera
Suborden	Blattaria
Superfamilia	Blattoidea
Familia	Blattidae
Subfamilia	Blattinae
Género	<i>Periplaneta</i> Burmeister, 1838
Especie	<i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus, 1758)

Fuente: Damas, 2012⁽⁴⁹⁾

1.2.1.3. Habitat y actividad

Principalmente habitan áreas húmedas tales como alcantarillados, sistemas de drenaje, túneles y sótanos. Las cucarachas americanas son ectodérmicas y no toleran el frío, prefieren las zonas cálidas, especialmente en lugares donde se almacenan los alimentos, que incluyen supermercados, restaurantes y hogares. Las áreas con pilas de madera, instalaciones de basura y drenajes circundantes a los hogares proporcionan refugios eficientes, agua y alimentos para cucarachas ⁽³²⁾.

1.2.1.4. Ecología y población

Se multiplican en grandes cantidades; a veces más de 4500; se encuentran en las alcantarillas, tuberías, desagües, etc ⁽³³⁾. Migran a los hogares y edificios comerciales a través de las tuberías de los alcantarillados, y ramas de árboles que pasa sobre los edificios. Ellos responden negativamente a la luz, por lo que anidan en los inodoros, fregaderos y otras zonas cálidas, oscuras alrededor de las casas. El movimiento, la edad y el tamaño de la cucaracha americana se

estudiaron en los alcantarillados de Malasia, donde 2717 hembras y 2177 machos fueron marcados y liberados en 13 meses. De 1030 hembras y 783 machos que fueron capturados de nuevo, 25 % y 19 %, respectivamente, se trasladaron a través de la red de alcantarillado. De ellos, el 90 % recorrieron de 2 a 20 m de su sitio de lanzamiento original, y un macho viajó 192 m, la mayor distancia recorrida. La temperatura mínima diaria se correlacionó con la cantidad de movimiento a través de la red de alcantarillado ⁽³⁴⁾.

1.2.1.5. Vectores de enfermedades

Normalmente estos insectos son capaces de portar a más de 40 especies de bacterias patógenas, muchas de ellas son transmitidas experimentalmente, algunas de las enfermedades más importantes que transmiten estos insectos son: disentería, gastroenteritis, diarrea, fiebre tifoidea, peste, gangrena y lepra. También se puede nombrar al cólera asiático, meningitis meningocócica, neumonías, difteria, muermo, carbunco, tétanos, brucelosis y tuberculosis ⁽¹⁾.

1.2.2. Generalidades de las muestras microbiológicas

1.2.2.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, no formador de esporas que está presente en el intestino de los animales y del hombre, así como también en suelos. Fue inicialmente descrito por Theodor Escherich en 1885 con el nombre de *Bacterium coli*, tras aislarlo a partir de muestras fecales procedentes de niños con enteritis. *E. coli* es considerado como un miembro fundamental de la flora facultativa normal del intestino y juega un papel importante en el mantenimiento de su fisiología, ya que tiene la útil función en el

cuerpo humano de suprimir el crecimiento de peligrosas bacterias y contribuir a la síntesis de un apreciable volumen de vitaminas ⁽³⁵⁾.

En la actualidad *Escherichia coli* se ha convertido en uno de los tipos de bacteria enteropatógena de mayor preocupación en la industria alimenticia, debido a que se le ha catalogado como uno de los principales agentes causales de epidemias por contaminación de alimentos, provocando en el humano, severos trastornos gastrointestinales, principalmente en niños y ancianos ⁽³⁵⁾.

El hábitat principal de *Escherichia coli* es el intestino de los animales de sangre caliente y es esparcida por medio de sus defecaciones. Este tipo de microorganismo tiene la capacidad de producir dos tipos de toxinas diferentes, una termolábil (similar a la producida por *Vibrio cholerae*) y una termoestable, de la cual existen dos tipos, a y b. La capacidad de producir cualquiera de estos tipos de toxinas se encuentra en la información genética transmitida por medio de plásmidos ^{(36), (37)}. Actualmente *Escherichia coli* se clasifica como sigue:

Dominio: Bacteria

Filo : Proteobacteria

Clase : Gammaproteobacteria

Orden : Enterobacterales

Familia : Enterobacteriaceae

Género: *Escherichia*

Especie: *E. coli*

(Escherich, 1885) ⁽⁵⁰⁾

1.2.2.1.1. Clasificación de cepas de *Escherichia coli*

Inicialmente, las cepas de *Escherichia coli* causantes de enfermedades gastrointestinales en los seres humanos fueron denominadas como enteropatógenas. Más recientemente, estos microorganismos se han agrupado en categorías basándose en los síndromes clínicos con los que han sido asociados y en las características de patogenicidad, principalmente en sus mecanismos de colonización y en los tipos de toxinas que producen ⁽³⁸⁾.

1.2.2.1.1.1. *Escherichia coli* enteropatógeno (ECEP)

Durante la década de los años 40 y 50 en Europa y en Estados Unidos, se identificaron una serie de serotipos de *Escherichia coli* aislados a partir de casos de diarrea infantil. Inicialmente se denominaron enteropatógenos en 1955. Estas cepas producían diarrea acuosa en niños debido a su habilidad para colonizar las células epiteliales del intestino delgado ⁽³⁸⁾.

Ciertos autores observaron que algunas cepas de ECEP, también relacionados con la diarrea humana, eran capaces de adherirse *in vitro* a las células de la línea celular Hep-2, con lo que fueron denominados *Escherichia coli* *enteroadherentes*. Estas cepas se adhieren a las vellosidades intestinales impidiendo los mecanismos de absorción y secreción ^{(38),(39)}.

Por otro lado, también se ha observado que ciertas cepas de *Escherichia coli* mostraban *in vitro* un tipo específico de adherencia a las células epiteliales de la mucosa intestinal. Este efecto se caracteriza por la destrucción de las microvellosidades y por una adherencia destructiva a la membrana de las células epiteliales. Produce una toxina que es termoestable y su mecanismo de acción

consiste en activar al guanilato ciclasa de la mucosa intestinal. Las cepas que presentaron estas características fueron denominadas como *Escherichia coli* “attaching and effacing” ^{(38),(40)}.

1.2.2.1.1.2. *Escherichia coli* enterotoxigénicos (ECET)

La ECET es considerada como la más importante causa de la “diarrea del viajero” pero, naturalmente no es la única y al mismo tiempo no se la encuentra sólo en esa situación. En los países desarrollados no es frecuente aislar ECET de los casos esporádicos de diarrea, aunque, ocasionalmente, son los responsables de brotes de diarrea en hospitales infantiles ^{(38),(40)}.

Estas cepas colonizan el epitelio intestinal produciendo una diarrea acuosa. Poseen dos factores de virulencia para causar la infección: la capacidad para sintetizar enterotoxinas y adhesinas específicas para colonizar el epitelio intestinal. La enterotoxina que produce es termolábil y origina la activación del adenilato ciclasa de la mucosa ^{(38),(40)}.

Hasta el momento actual se han identificado dos grupos de ECET:

- El primero está formado por dos enterotoxinas termolábiles (LT-1 y LT-2) a 600 °C durante 30 minutos.
- El segundo grupo está constituido por enterotoxinas termoestables (STa y STb, o también ST-1 y ST-2) a 1000 °C por 15 minutos ³⁸.

Ambos grupos se sintetizan dentro del lumen del intestino delgado y producen un aumento de la secreción de fluidos sin dañar las células epiteliales ⁽³⁸⁾.

Los ECET poseen mecanismos de adhesión que les permiten adherirse y colonizar la superficie de la mucosa del intestino delgado,

soportando el peristaltismo intestinal. La capacidad adherente de estos microorganismos está asociada a filamentos proteicos denominados adhesinas o a factores de colonización. Estos filamentos pueden ser estructuras rígidas, denominadas fimbrias, o flexibles, denominadas fibrillas. Una característica importante de los ECET es que la mayoría de ellos pertenecen a un número reducido de serotipos O:K:H que no son encontrados con frecuencia entre los *Escherichia coli* que no son enterotoxigénicos ⁽³⁸⁾.

1.2.2.1.1.3. *Escherichia coli* verotoxigenicos (ECVT)

Su descubrimiento se produjo al observar que ciertas cepas de *Escherichia coli* producían un efecto citopático irreversible en las células de la línea celular Vero, en contraste con el efecto reversible que producían las toxinas LT. Estas observaciones llevaron a especular que esta toxina termolábil, denominada verotoxina (VT), podría contribuir con su acción en las enfermedades diarreicas. Posteriormente, se demostró la actividad enterotoxigénica de la VT ⁽³⁸⁾.

Un avance muy importante que se realizó en Canadá y en Estados Unidos en los años 80, cuando se relacionó la infección con ECVT con dos enfermedades de causa hasta el momento desconocida, la colitis hemorrágica (CH) y el síndrome urémico hemolítico (SUH). El serotipo O157:H7 fue el que se asoció a estos síndromes ⁽³⁸⁾.

Actualmente, se sabe que ECVT es capaz de sintetizar tres tipos de verotoxinas: VT1, VT2 y VT2v. Estas tres verotoxinas están relacionadas funcionalmente, estructuralmente e inmunológicamente con la toxina Shiga de *Shigella dysenteriae* tipo 1. Por esta razón también han sido denominadas por algunos autores como “Shiga like toxins” SLT1, SLT2 y SLT2v ³⁸.

Algunas de las complicaciones de la infección por *Escherichia coli* productora de toxina Shiga son falla renal, disminución de plaquetas y anemia. Afecta a todas las edades, sin embargo, la mayor tasa de incidencia se registra en menores de 5 años ⁽⁴¹⁾.

1.2.2.1.1.4. *Escherichia coli* enterohemorrágico (ECEH)

Estas cepas se identificaron en 1982 en Estados Unidos, donde ocasionaron brotes en varios Estados. Desde entonces se han descrito epidemias en diversos países del mundo, *Escherichia coli* enteroinvasivo. En algunos casos se presentan síndromes hemolítico-urémico y de púrpura trombocitopénica trombótica que requieren atención en servicios especializados ⁽⁴²⁾.

El agente etiológico principal es *Escherichia coli* O157:H7, aunque intervienen otros como O26:H11, O111:H8 y O104:H21 ⁽⁴³⁾.

Se han descrito brotes en Asia, Sudáfrica, Australia, Europa, y en Las Américas (Estados Unidos, Canadá, Países del Cono Sur de Sudamérica, así como casos aislados en otras partes de Latinoamérica). En Costa Rica, en febrero-marzo de 1996, el Hospital Nacional de niños informó de cuatro casos de síndrome hemolítico urémico, en menores de dos años de edad con antecedentes de ingestión de carne de pollo, hamburguesas y tortas de carne. Se aisló *Escherichia coli* O157:H7. Los pacientes no tenían vinculación entre sí y residían en comunidades alejadas unas de otras. El CDC estima que en Estados Unidos 10 casos se presentan cada año de 10,000 a 20,000 casos de diarreas por este agente ⁽⁴³⁾.

Los humanos pueden también servir como reservorio para la transmisión persona a persona, sobre todo en establecimientos con alto grado de

hacinamiento. El modo de transmisión puede darse por alimentos contaminados, principalmente por carne de res poco cocida. También puede transmitirse por leche cruda, carne molida que no tiene una adecuada manipulación y que se ingiere sin tener buen grado de cocción. Se han vinculado brotes también por el agua sin desinfección. Más recientemente han sido detectados más casos en los que los alimentos implicados eran frutas, hortalizas, zumos, yogur, etc ⁽³⁸⁾, ⁽⁴³⁾.

1.2.2.1.1.5. *Escherichia coli* enteroinvasivo (ECEI)

Los serotipos pertenecientes a este grupo causan una diarrea similar a la causada por *Shigella dysenteriae*. Consiste en una diarrea febril inflamatoria, con leucocitos y glóbulos de pus, lo cual la diferencia de una diarrea por cólera o por la causada por *Escherichia coli* enterotóxica. Los ECEI tienen la capacidad de invadir las células epiteliales del colon, proliferar y causar necrosis (inflamación y ulceración de la mucosa) del tejido del colon y del tejido epitelial, lo que da como resultado final una diarrea sanguinolenta con fiebre ⁽³⁸⁾.

1.2.2.1.1.6. *Escherichia coli* enteroagresiva (EAEC)

Esta categoría (EAEC) es heterogénea, se asocia con casos de diarrea aguda o persistente en niños y adultos a nivel mundial. En los últimos diez años ha recibido mayor atención como causante de diarrea acuosa, la cual se presenta como patología persistente e inflamatoria (>14 días) en infantes y niños de países en desarrollo. Se ha observado, de manera reciente, un aumento de la incidencia de aislados EAEC resistentes a antibióticos ⁽³⁸⁾.

1.2.2.2. *Klebsiella* sp

1.2.2.2.1. Descripciones generales

Los microorganismos del género *Klebsiella* son bacilos Gram negativos inmóviles que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. El género *Klebsiella* está formado por varias especies, entre las que se encuentran *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *K. planticola* y *K. terrigena*. La capa más externa de *Klebsiella* sp. está formada por una gran cápsula de polisacáridos que diferencia a estos microorganismos de otros géneros de esta familia. Aproximadamente del 60 al 80 % de los microorganismos del género *Klebsiella* aislados de muestras de heces y clínicas son *K. pneumoniae* y dan positivo en la prueba de coliformes termotolerantes. *K. oxytoca* también se ha identificado como microorganismo patógeno ⁽⁴⁴⁾. Actualmente *Klebsiella* sp. se encuentra clasificada como sigue:

Dominio: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacterales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: *Klebsiella* ⁽⁵¹⁾

1.2.2.2.2. Efectos sobre la salud humana

Klebsiella sp. está presente de forma natural en muchos ambientes acuáticos y pueden multiplicarse y alcanzar concentraciones elevadas en aguas ricas en nutrientes, como residuos de fábricas de papel, plantas de acabado textiles y operaciones de procesamiento de caña de azúcar. Estos microorganismos pueden

proliferar en sistemas de distribución de agua, y se sabe que colonizan las arandelas de los grifos. También son excretados en las heces de muchas personas y animales sanos, y se detectan con facilidad en aguas contaminadas por aguas residuales ⁽⁴⁵⁾.

1.2.2.2.3. Vías de exposición

Klebsiella puede causar infecciones intrahospitalarias, el agua y los aerosoles contaminados pueden ser fuentes de estos microorganismos en ambientes hospitalarios y de otros centros sanitarios ^{(44),(45)}.

1.3. Definición de bases teóricas

- Perfil de resistencia a antibióticos: Es la caracterización de la capacidad bacteriana de tolerar y/o vulnerar el efecto de un determinado antibiótico en condiciones naturales y/o controladas, es un fenómeno que se está viendo acelerado por el uso indebido de fármacos en el ser humano y los animales.
- Cepa bacteriana: Es considerada como una variante fenotípica de una misma especie o un taxón inferior, es obtenida mediante clonación.
- Centro hospitalario: Establecimiento destinado a la atención y asistencia a enfermos por medio de personal médico especializado, enfermería, personal auxiliar y de servicios técnicos durante las 24 horas del día.
- Agar: Sustancia carragenina, polisacárido sin ramificaciones obtenido de la pared celular de algunas algas, utilizado para gelificar medios de cultivos para microorganismos.

- Vector: Se denomina a algún ente vivo que transporta y transmite un patógeno a otro organismo vivo.
- Resistotipo: Es la resistencia que presenta una cepa o cepas a uno o más antibióticos.

CAPÍTULO II : HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de hipótesis

Ho= *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* presentes en *Periplaneta americana* proveniente del Hospital Cesar Garayar García (Hospital de Apoyo Iquitos contingencia Santa Rosa) mostraran una elevada resistencia antibiótica con respecto a los de los domicilios, Iquitos - Perú.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Variables

2.2.1.1. Independiente

- Cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*.

2.2.1.2. Dependiente

- Resistencia Antibiótica.

2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO POR SU NATURALEZA	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORIAS	VALORES DE LA CATEGORIA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Independiente: Cepas de <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella sp</i> .	Bacterias de la misma especie con algunas variantes fenotípicas	Cualitativa	Nº de UFC	Ordinal	Bajo Medio Alto	< 2 UFC 3 – 10 UFC >10 UFC	lectura en placas de Agar
Dependiente: Resistencia Antibiótica	Capacidad de tolerar o resistir el efecto del antibiótico	cuantitativa	Halos de inhibición en cm	Ordinal	Resistente Intermedio Sensible	≤14 mm 15 – 17 mm ≥18 mm	Lectura de halos de inhibición en placas

CAPÍTULO III : METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la Investigación

El presente proyecto de investigación es de carácter longitudinal descriptivo.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población

La población estuvo representada por todas las cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* presentes en todos los individuos adultos de *Periplaneta americana* “cucaracha” de los puntos de muestreos.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por todas las cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* aisladas de *Periplaneta americana* “Cucaracha” para la investigación.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

El presente estudio se realizó en la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto. Iquitos presenta una precipitación media anual de 2100.5 mm, una temperatura media anual de 27.2 °C, y la humedad relativa media anual de 72.9 %, según datos proporcionados por el SENAMHI. La época de lluvias comprende los meses de noviembre a abril y los meses más secos se sitúan entre julio y agosto.

Las muestras de *Periplaneta americana* “cucaracha” para el aislamiento de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*, se realizaron en lugares con incidencia o presunta presencia de personas, tales como los ambientes del Hospital “César Garayar García” y domicilios de la ciudad de Iquitos - Perú. La metodología que

se utilizó en la investigación microbiológica básicamente comprende los siguientes procedimientos:

- Recolección de la muestra.
- Aislamiento de las cepas.
- Identificación de las cepas mediante pruebas bioquímicas.
- Determinación de la resistencia mediante discos de difusión.
- Determinar la diversidad resistotípica de las especies bacterianas en estudio
- Determinar el resistotipo más frecuente de las cepas bacterianas en estudio.

3.3.1. Recolección de Muestra

- Las muestras de *Periplaneta americana* fueron obtenidas usando trampas de caída hechas con botellas de plástico, solo se tomaron en cuenta el estadio adulto.
- Las cucarachas colectadas fueron inmovilizadas por frigidez a 20 °C durante 10 minutos, una vez logrado la inmovilización se trasladó a un tubo falcón que contenía solución salina estéril (5 mL o lo necesario para cubrir al insecto), luego se agitó para lavar la parte externa y rotular como tubo A. Después, se descontaminó el espécimen con alcohol al 70% y se procedió a extraer el tracto digestivo el cual fue puesto en un tubo con solución salina que fue triturado y rotulado como tubo B.
- Las muestras obtenidas fueron procesadas en el Laboratorio de Microbiología, del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de la Amazonía – UNAP (CIRNA – UNAP), ubicado en Psj. Los Paujiles s/n AA.

HH. Nuevo San Lorenzo, distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto.

- Para la recolección del material microbiológico se inocularon las muestras de los tubos A y B en placas con agar McConkey por agotamiento. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 h. Las placas que presentaron colonias de colores rojizas o rosadas fueron sembrados en agar Trypticase de soya (TSA) e incubados a 37 °C durante 24 h, para posteriormente ser analizadas mediante pruebas bioquímicas para la identificación.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

3.4.1. Aislamiento de cepas sospechosas de *Escherichia coli*

Para el ensayo microbiológico de las muestras procedentes de *Periplaneta americana*, se procedió a:

- Inocular las muestras en placas con agar MacConkey mediante la técnica de agotamiento e incubar por 24 horas a una temperatura de 37 °C.
- Las placas que presentaron colores rojizos o rosados fueron sembradas en Agar Trypticase de Soya (TSA) e incubados a 37° por 24 horas.
- A partir del cultivo en TSA se procedió a realizar pruebas bioquímicas como: Fermentación de carbohidratos (TSI), Movilidad, Indol y Ornitina (MIO) y Citrato e incubado por 24 horas a 37°C.
- La determinación de resistencia a antibióticos se realizó por método de difusión o Kirby Bauer, el inóculo bacteriano se preparó con una solución salina al 0.09% a una concentración de 0.05 según la escala de MacFarland, y fueron sembrados en agar Muller Hinton con un hisopo

estéril a lo cual se añadió los discos de antibióticos de manera equidistante y se incubó a 37 °C por 24 horas.

- La lectura de la resistencia a antibióticos se realizó midiendo los halos de inhibición usando un vernier, los diámetros de los halos obtenidos fueron comparados con diámetros establecidos por Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) (Anexo N°7) para así confirmar la resistencia a los antibióticos.

3.4.2. Cultivo

- Los cultivos se realizaron con el fin de obtener e identificar las muestras para el estudio, y así determinar la resistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* frente a los antibióticos usados en la investigación.
- Con el asa bacteriológica se tomó una porción de inóculo de los tubos A y B que se obtuvieron del lavado externo (exoesqueleto) y la trituración de los intestinos (lavado interno) se sembró por duplicado en placas estériles con agar MacConkey para el crecimiento y aislamiento de las cepas requeridas para el estudio.
- Se realizó constantes observaciones y mediciones a los halos de inhibición que presentaron los diferentes antibióticos en agar Muller Hinton para así determinar la resistencia respectiva a los antibióticos.

3.4.3. Morfología del cultivo

- a. Estudio macroscópico de las cepas: Se observó el crecimiento de las cepas en agar MacConkey y se eligieron aquellas que presentaban las siguientes características: colonias rojizas circulares con presencia de halo hialino (*Escherichia coli*) y colonias rojizas o

rosadas de aspecto mucoso (*Klebsiella sp*) a las cuales se sometieron a pruebas bioquímicas para su identificación.

3.4.4. Procesamiento de la Información

Los resultados se evaluaron mediante estadística descriptiva e inferencial, utilizando el programa estadístico SPSS 21. Se realizó una prueba Chi cuadrada para determinar si la resistencia a los antibióticos de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*. Aisladas de cucarachas está asociada al lugar de procedencia de las mismas.

3.5. Aspectos éticos

Los datos obtenidos fueron manejados con carácter de confidencialidad y ninguna otra persona más que los investigadores tendrán acceso a la información, el hospital y las viviendas fueron informados de los aspectos básicos de la investigación.

CAPÍTULO IV : RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de discos antibióticos frente a *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* aisladas de *Periplaneta americana* fueron los siguientes:

4.1. AISLAMIENTO DE LAS CEPAS SOSPECHOSAS DE *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* PROVENIENTES DE *Periplaneta americana*.

Se capturaron un total de 25 especímenes de *Periplaneta americana* entre ambos puntos de muestreos, de los cuales se aislaron 100 cepas; 60 de estas cepas pertenecieron al Hospital Iquitos y 40 cepas a los domicilios. Al evaluar las cepas bioquímicamente se logró identificar 53 cepas de *Escherichia coli* y 47 cepas de *Klebsiella sp* (TABLA N°1). 33 cepas de *Escherichia coli* (62 %) y 27 cepas de *Klebsiella sp* (57 %) fueron aislados del Hospital Iquitos (contingencia Santa Rosa); 20 cepas de *Escherichia coli* (38 %) y 20 cepas de *Klebsiella sp* (43%) fueron aisladas de los domicilios (TABLA N°1).

TABLA N°1. Aislamiento de las cepas sospechosas provenientes de *Periplaneta americana*.

CEPAS	HOSPITAL		DOMICILIOS		TOTAL
	Cantidad	%	Cantidad	%	
<i>Escherichia coli</i>	33	62	20	38	53
<i>Klebsiella sp</i>	27	57	20	43	47
TOTAL					100

Durante el aislamiento de las cepas provenientes de *Periplaneta americana*, se obtuvo un total de 53 cepas de *Escherichia coli* de los cuales 33 cepas fueron del Hospital Iquitos (contingencia Santa Rosa) y 20 de las viviendas; así mismo, se obtuvo 27 cepas de *Klebsiella sp* provenientes del hospital y 20 de las viviendas, hubo mayor porcentaje de cepas aisladas de cucarachas capturadas en el Hospital Iquitos (contingencia Santa Rosa) (Gráfico N°1)

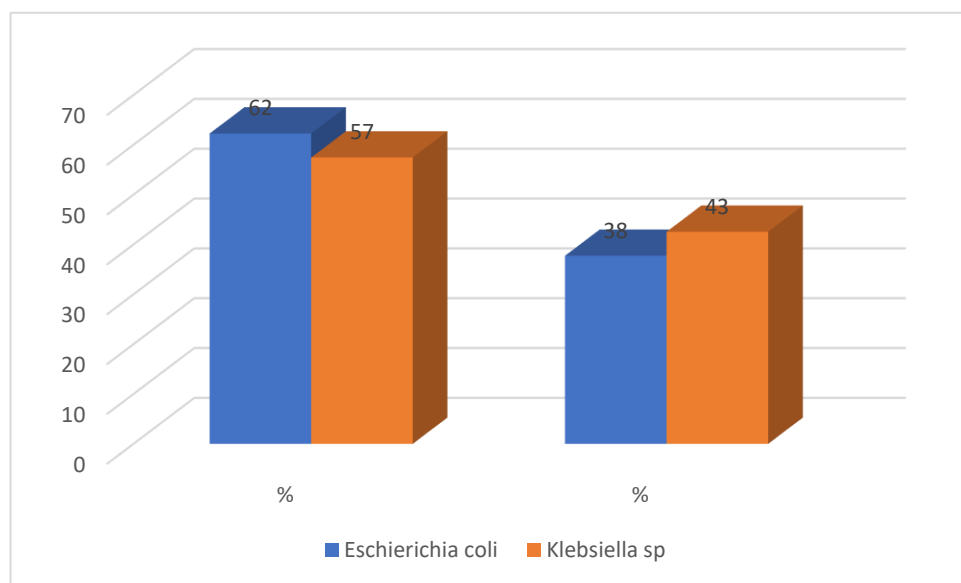


Gráfico N° 1: Porcentaje de las cepas aisladas de *Periplaneta americana*.

Se observó que en el Hospital Iquitos (contingencia Santa Rosa) se obtuvo una mayor tasa de aislamiento tanto para *Escherichia coli* (62 %) y *Klebsiella sp* (43 %) en comparación con las viviendas con un porcentaje de 38 % para *Escherichia coli* y 43 % para *Klebsiella sp*.

4.2. PERFIL DE RESISTENCIA DE *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*

Se analizaron 100 cepas entre ambos puntos de muestreos de los cuales 53 pertenecen a *Escherichia coli* y 47 a *Klebsiella sp* (TABLA N°2).

TABLA N° 2. Perfil de resistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*.

ANTIB.	<i>Escherichia coli</i>		<i>Klebsiella sp</i>	
	RESIST.	%	RESIST.	%
CF	30	57%	14	30%
W	36	68%	23	49%
CIP	16	30%	8	17%
SXT	27	51%	16	34%
C	14	26%	8	17%
AZM	8	15%	6	13%
AMX	32	60%	42	89%
TE	24	45%	19	40%
FEP	15	28%	15	32%
GM	17	32%	13	28%
CT	38	72%	43	91%
MEM	14	26%	22	47%
AMC	25	47%	20	43%

De las 100 cepas analizadas entre *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* obtenidas en ambos puntos de muestreo, 53 cepas correspondieron al Hospital Iquitos y 47 a las viviendas. Se observó mayor resistencia a colistina en ambas bacterias (72 % y 91 %) respectivamente que se usa para tratar infecciones agudas o crónicas provocadas por variedades susceptibles de ciertos bacilos Gram negativos. Por ello es útil en el tratamiento de las siguientes infecciones como septicemia y bacteriemia intrabdominales incluyendo peritonitis. Y menor resistencia a azitromicina (15 % y 13 %) respectivamente que se utiliza para tratar ciertas infecciones bacterianas, como bronquitis, neumonía, enfermedades de transmisión sexual (ETS) e infecciones de los oídos,

pulmones, senos nasales, piel, garganta y órganos reproductivos. (Gráfico N°2)

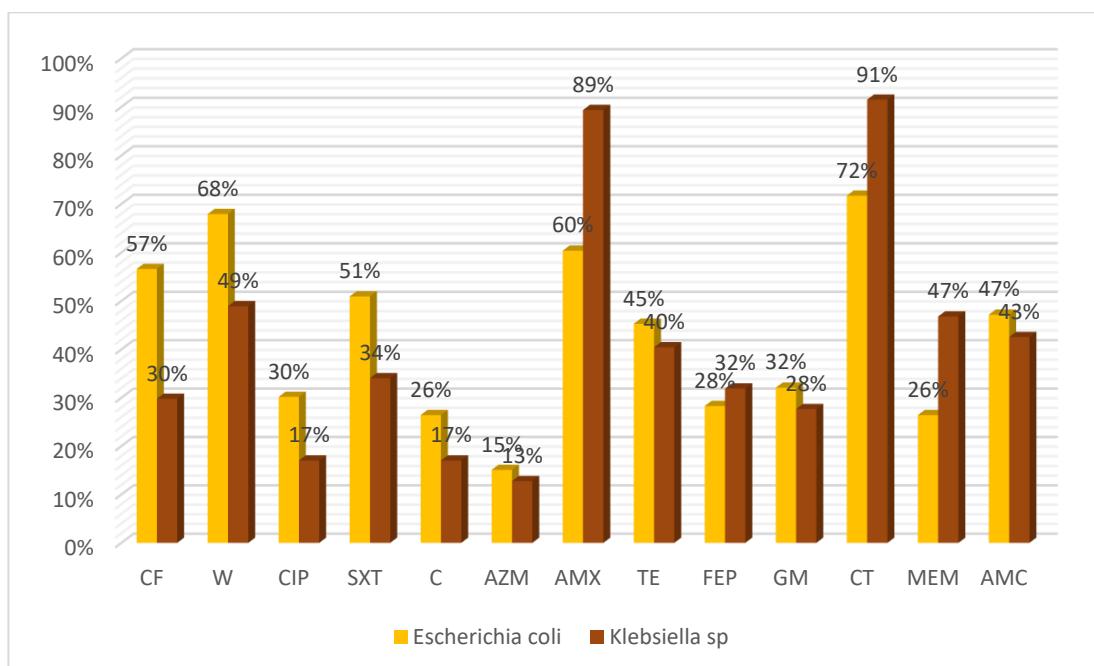


Gráfico N° 2: Perfil de resistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*.

Por otro lado, en general de las 1300 muestras analizadas (100 cepas x 13 antibióticos) 545 muestras resultaron ser resistente a algún tipo de antibiótico, de ellos 296 corresponden a *Escherichia coli* y 249 a *Klebsiella sp*. datos que muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$; $p = 0,000$) (Anexo 10) . Así mismo, de los 545 muestras, 324 resultaron ser resistentes y que proceden del Hospital Apoyo Iquitos y 221 proceden de domicilios ($p < 0,05$; $p = 0,000$). Es importante resaltar que las cepas bacterianas respondieron con algunas particularidades a la gama de antibióticos administrada, debiéndose a las características tanto de las cepas y de los antibióticos.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESISTOTIPOS DE *Escherichia coli*

Se analizaron 53 cepas de *Escherichia coli* aisladas de *Periplaneta americana* de ambos puntos de muestreo en donde se obtuvieron un total de 39 resistotipos, siendo los más frecuentes los resistotipos 25, 35 y 38 con 3 cepas correspondientes a un 6 % cada uno (TABLA N°3).

TABLA N° 3. Resistotipos identificados en las cepas de *Escherichia coli*

N°	RESISTOTIPOS	FRECUENCIA
1	KF, SXT, C, AX, TE, CT, AMC	1
2	NA, SXT, AX, TE, CPM, GM, AMC	1
3	NA, CIP, AX, GM, CT, MEM, AMC	1
4	NA, CIP, SXT, C, AX, TE, GM, CT, MEM	2
5	AX, CPM, GM, AMC	1
6	SXT, AX, TE, GM, CT, MEM, AMC	1
7	NA, SXT, AX, TE, CT, MEN	1
8	NA, SXT, AX, TE, CT	1
9	KF, NA, AX, CT, MEM	1
10	KF, NA, SXT, C, TE, CPM	1
11	NA, CIP, SXT, C, AZM, AX, TE, GM, CT, AMC	1
12	KF, CT, AMC	1
13	SXT, AZM, AX, GM, MEM, AMC	1
14	SXT, C, AX, GM, MEM, AMC	1
15	KF, AX, CPM, CT, AMC	1
16	KF, NA, CPM, GM, CT, MEM, AMC	1
17	KF, NA, AX, AMC	1
18	KF, NA, SXT, AX, TE	1
19	KF, NA, AX, CPM, CT	1
20	KF, NA, CIP, SXT, C, AX, TE, CPM, GM, CT, MEM, AMC	1
21	KF, NA, CIP, SXT, C, TE, CPM, CT, MEM	1
22	KF, NA, CIP, SXT, AZM, AX, TE, CPM, GM, CT, MEM, AMC	1
23	KF, NA, SXT, TE, CPM, CT, MEM, AMC	1
24	KF, NA, CIP, SXT, AZM, AX, TE, CPM, GM, CT, AMC	1
25	KF, NA, CIP, SXT, C, AZM, AX, TE, CPM, CT	3
26	KF, NA, CIP, SXT, AX, TE, GM, CT, AMC	2
27	KF, NA, CIP, SXT, C, AX, TE, GM, CT, AMC	2
28	KF, NA, CIP, SXT, C, AZM, AX, TE, CPM, CT, MEM, AMC	1
29	NA, SXT, AX, AMC	1
30	KF, NA, CT, AMZ	1
31	KF, AX, AMC	1
32	KF, NA, CT	2
33	KF, TE, CT	1
34	NA, SXT, AX	1

35	KF, CT	3
36	AX, AMC	1
37	NA, CT	2
38	NA	3
39	CT	2
TOTAL		51

Durante la identificación de los resistotipos que presentaron las cepas de *Escherichia coli*, se observó que los resistotipos 25, 35 y 38 fueron los más frecuentes debido a que se presentaron en 3 cepas diferentes por cada uno; además se evidenció de que 5 cepas fueron resistentes a por lo menos 7 antibióticos, 3 cepas a 12 de los 13 antibióticos a los cuales fueron expuestos evidenciando su elevada resistencia a múltiples antibióticos.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESISTOTIPOS DE *Klebsiella sp*

Se analizaron 47 cepas de *Klebsiella sp* aisladas de *Periplaneta americana* de ambos puntos de muestreo en donde se obtuvieron un total de 32 resistotipos, siendo los más frecuentes el resistotipo 23 con 7 cepas, correspondientes a un 15 % cada uno (TABLA N°4).

TABLA N° 4. Resistotipos identificados en las cepas de *Klebsiella sp*

N°	RESISTOTIPOS	CANTIDAD
1	KF, NA, CIP, SXT, C, AX, TE, CPM, CT, MEM	1
2	NA, SXT, AX, TE, GM, CT,	1
3	SXT, AX, TE, GM, CT, AMC	1
4	CPM, CT, AMC	1
5	KF, NA, SXT, C, AX, TE, CT, AMC	1
6	AX, CPM, GM, CT, MEM, AMC	1
7	KF, NA, CIP, SXT, AX, TE, CPM, GM, CT, MEM, AMC	1
8	NA, CPM, CT, AMC	1
9	KF,NA, CPM,CT, MEM	1
10	KF,NA, CT	1

11	KF, NA, CIP, SXT, C, AZM, AX, CPM, GM, CT, AMC	1
12	SXT, AX, TE, CPM, CT, MEM, AMC	1
13	KF, NA, CIP, SXT, C, AX, TE, GM, CT, AMC	3
14	NA, SXT, AX, TE, CT, MEM	2
15	NA, CIP, AX, GM, CT, MEM, AMC	2
16	NA, SXT, AX, TE, CT, AMC	2
17	KF, NA, GM, CT	1
18	AZM, AX, CPM, GM, MEM, AMC	1
19	AZM, AX, GM, MEM, AMC	1
20	AZM, AX, CPM, CT, AMC	1
21	KF, NA, AX, CPM, CT, AMC	1
22	KF, SXT, AX, TE, CPM, AMC	1
23	AX, CT, MEM	7
24	KF, NA, SXT, C, AX, TE, CPM, CT, MEM	1
25	AX, CT	5
26	AZM, AX, CT	1
27	NA, C, AX, TE, CT, MEM	1
28	AX, TE, CPM, CT, MEM	1
29	NA, AX, CT, MEM	1
30	KF, AZM, AX, CT	1
31	NA, AX, TE, CT	1
32	AX, TE, CPM, CT	1
TOTAL		47

Durante la identificación de los resistotipos que presentaron las cepas de *Klebsiella sp*, se observó que los resistotipos 23, 25 y 13 fueron los más frecuentes porque estuvieron presentes en 7,5 y 3 cepas respectivamente; además se evidenció de que 11 cepas fueron resistentes a por lo menos 6 antibióticos, 2 cepas a 11 de los 13 antibióticos a los cuales fueron expuestos, evidenciando su elevada resistencia a múltiples antibióticos.

CAPÍTULO V : DISCUSIÓN

El presente estudio nos muestra de manera general que *Periplaneta americana* conocido como “Cucaracha”, tiene la enorme capacidad de comportarse como potencial vector de múltiples microorganismos, principalmente bacterias. De las 25 cucarachas capturadas en las dos zonas de muestreo se aislaron un total de 100 cepas bacterianas, 60 % del hospital y 40 % en viviendas, resultados que coinciden con autores anteriores ⁽²¹⁾ en donde mencionan que un mayor número de microorganismos patógenos aislados proviene de los centros hospitalarios y un menor número de zonas residenciales, sin embargo, también hacen referencia a los microorganismos no patógenos aislados en mayores porcentajes en cucarachas procedentes de zonas exclusivamente residenciales, en este estudio sólo se consideró a los microorganismos patógenos de mayor prevalencia. Así mismo, se pudo aislar y reconocer sólo dos especies de microorganismos patógenos *Escherichia coli* y *Klebsiella sp.* que fueron los más prevalentes y frecuentes durante su identificación, de las cuales *Escherichia coli* representó un 53 % del total y un 62 % de ellos fueron aisladas de zona hospitalaria y sólo un 38 % de viviendas, en esa misma magnitud se evidenció *Klebsiella sp.* con un 57 % y 43 % respectivamente.

Estudios anteriores ⁽²³⁾ nos muestran resultados diferentes a lo obtenido, ya que destacan a *Klebsiella sp.* como una especie prevalente en los hospitales por encima de *Escherichia coli* con 26.2 % y 24.6 % respectivamente, aunque es una diferencia mínima éstos autores evaluaron a una población de cucarachas con más de 60 individuos, ésta

afirmación es corroborada por investigaciones similares ⁽¹⁵⁾ en donde se evaluó a 100 individuos de cucarachas en donde reporta un mayor porcentaje de microorganismos Gram negativos, siendo un 36 % de *Klebsiella* sp. y sólo un 8 % de *Escherichia coli*. En cuanto al perfil de resistencia a antibióticos, éste estudio encuentra a *Escherichia coli* y *Klebsiella* sp. como especies altamente resistentes, ya que en la evaluación de los resistotipos solo 14 (7.42 %) del total de cepas no mostraron ninguna respuesta a un antibiótico probado, en cuanto a *Klebsiella* sp. sólo 15 (7.05%) cepas, en términos generales 9 de cada 10 microorganismo es resistente a algún tipo de antibiótico probado, esto se evidencia también en otros estudios ⁽²³⁾ quienes evaluaron 12 antibióticos en el perfil de resistencia de *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter ferundii*, *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella pneumonia*, obteniéndose resultados muy similares en cuanto a la respuesta a antibióticos, pese a no haber aislado muchas cepas de cada especie de bacteria, se pueden considerar bacterias nosocomiales multirresistentes. En éste estudio *Escherichia coli* tuvo un perfil de resistencia que oscila entre 6 y 64 % para azitromicina y amoxicilina respectivamente. Algunos autores ⁽¹⁵⁾⁽²³⁾, también encontraron resultados similares, pero en otros antibióticos como cefotaxime y amikacin, esto nos permite inferir que muchos de los microorganismos tienen genes de resistencia a antibióticos muy utilizados para tratar infecciones respiratorias y gastrointestinales en los centros hospitalarios, éstos mismos autores no reportan casos de resistencia a antibióticos de bacterias aisladas en viviendas, sin embargo, acá se encuentra una resistencia máxima del 100% a cefalotina y colistina y una

mínima de 25 % a meropenem, posiblemente la elevada resistencia se debe a que en algunos casos éstos insectos están en contacto directo con zonas de almacenamiento de medicamento en las viviendas que no cuentan con una desinfección o limpieza adecuada. En este mismo marco, como se mencionó anteriormente ambas especies analizadas presentaron un perfil de resistencia elevado; las cepas de *Klebsiella sp* aislados de los hospitales fueron más resistentes a la mayoría de los antibióticos que las cepas aislados de viviendas, contrario a lo sucedido con *Escherichia coli*. Sin embargo, resultados parecidos fueron reportados por otra investigación ⁽¹⁷⁾ quienes mencionan que esta especie es muy resistente a los antibióticos cefepima, y cefuroxina, todo de las familias de las cefalosporinas. Así mismo, un estudio ⁽²³⁾ reporta una máxima resistencia de más del 85 % al antibiótico cotrimoxazole y una mínima de 8% para piperacilin, todos éstos resultados nos permiten inferir que la mayoría de los antibióticos a las cuales estas bacterias son resistentes son para tratar enfermedades respiratorias, por lo tanto, *Klebsiella sp*. se puede considerar una bacteria multidrogoresistente en los hospitales. En cuanto a las aisladas de las viviendas sólo mostraron mayor resistencia a dos antibióticos, amoxicilina y colistina con un 100%, y a tres de ellos no mostraron ningún tipo de resistencia a ciprofloxacino, gentamicina y amox/ ácido clavulánico. Estos resultados concuerdan parcialmente con una anterior investigación ⁽⁴⁷⁾ ya que estos autores refieren resistente a *Klebsiella sp*. a tres antibióticos de 12, sin embargo, los tipos de antibióticos son diferentes, siendo ampicilina del 100%, tetraciclina de 50% y sulfamethoxazole/trimethoprim del 100%.

Por otro lado, en la evaluación general de las cepas se observó tanto a *Escherichia coli* como a *Klebsiella sp.* ser sensibles a colistina un antibiótico muy utilizado en los años 70 y 80 por su alta efectividad bactericida y baja resistencia microbiana, los resultados guardan una elevada relación con estudio similar ⁽⁴⁸⁾ quienes demuestran el gen MCR – 1 encargado de la resistencia a la colistina obedece a una presión selectiva. Finalmente, los resultados de este estudio nos demuestran que ambas cepas tanto *Escherichia coli* como *Klebsiella sp.* tienden a mostrar un determinado grado de resistencia a los antibióticos, mismo hecho que las pruebas estadísticas nos evidencian que éstos dependen básicamente de la especie y de la procedencia de las mismas.

CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES

- Existen especies bacterianas patógenas en las cucarachas, ubicadas tanto en la parte externa (exoesqueleto) como en la parte interna (intestinos). *Escherichia coli* fue la cepa más abundante (53 %) comparada a *Klebsiella sp* (47 %).
- La alta resistencia a un antibiótico tanto en *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* fue frente a colistina con el 72 % y 91 % respectivamente. Baja resistencia tanto en *Escherichia coli* y *Klebsiella sp* fue frente a azitromicina con el 15 % y 13 % respectivamente.
- Se observaron cepas resistentes a 10 y 12 antibióticos tanto para *Escherichia coli* y *Klebsiella sp*, las cuales consideramos cepas drogoresistentes.
- El mayor porcentaje de aislamiento de cepas se observó en el Hospital Iquitos tanto para *Escherichia coli* (62%) y *Klebsiella sp* (57%).
- La resistencia de las cepas analizadas está asociada al lugar de procedencia de los mismos.

CAPÍTULO VII : RECOMENDACIONES

- Continuar con investigaciones sobre perfil de resistencia antibiótica frente a otros grupos de cepas bacterianas.
- Continuar con estudios a nivel molecular sobre resistencia a antibióticos para identificar el gen de resistencia a los distintos antibióticos.
- Realizar estudios sobre resistencia a antibióticos en otras especies de bacterias, que permitirá una amplia posibilidad de dar tratamiento a distintas infecciones bacterianas.
- Caracterizar futuros trabajos similares para que sirvan como base para otros estudios debido a que es de importancia médica.
- Promover programas de educación preventiva referente al riesgo público que son las cucarachas como vectores de agentes patógenos para las comunidades y centros hospitalarios, para fomentar un plan para erradicar y evitar posibles infecciones con bacterias resistentes a los antibióticos.

CAPÍTULO VIII : FUENTES DE INFORMACION

1. Ramírez Pérez, J. (1989). La cucaracha como vector de agentes patógenos.
2. Feizhaddad, Mohammad-Hosseini., Kassiri, Hamid., Sepand, Mohammad-Reza., and Ghasemi, Fereshteh. 2012. Bacteriological Survey of American 23 Cockroaches in Hospitals. Middle-East Journal of Scientific Research 12 (7): 985-989 pp.
3. Bonnefoy, X., Kampen, H., Sweeney, K. 2008. Public Health Significance of Urban Pests. World Health Organization. Copenhagen, Denmark. ISBN 978-92-890-7188-8 pp.
4. Burgess, N. R. H. Cockroaches and the hospital environment. Nur.5 Times 7.5(7- Suppl):S-7, 1979.
5. HsiuH. P., Wei-Ch. Ch., ChienFP; Source. Cockroaches as Potential Vectors of Nosocomial Infections. Chicago journals. 2004; 25(11); 979 – 984.
6. Mojtaba L., BehrozD. Seyed H.M.-K. Toxicity of Pyrethroid and Organophosphorous Insecticides against Two Field Collected Strains of the German Cockroach *Blattella germanica* (*Blattaria: Blattellidae*). J Arthropod-Borne. 2012; 6(2); 112 – 118.
7. Bisset JA; Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia; Revista Cubana de Medicina Tropical; Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia; 2002,54(3); 202-219.
8. Echevarría ZJ; Resistencia bacteriana; Revista Médica Herediana; 1998; 9(2) 53-55. emergente of phenotypic variants. Synopsis, US Food

- and Drug Administration, US FDA. Washington, DC; USA. Doc. Tec. No. 1, 1996, 1:1-9.
9. Fernández RF, López HJ, Ponce MLM, Machado BC; Resistencia bacteriana; Revista Cubana Medicina Militar; 2003, 32(1); 44 – 8.
 10. P.M.Hawkey. The growing burden of antimicrobial resistance. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2008; 62 (1); 1 – 9.
 11. Aparecida PM, Gir E, Severino PM, Reis C, Pimenta FC; Profile of antimicrobial resistance of bacteria isolated from cockroaches (*Periplaneta americana*) in a Brazilian health care institution; Brazilian Journal of Infectious Diseases. 2006; 10(1); 26-32.
 12. Kassiri H, Kassiri A, Kazemi S. Investigation on American cockroaches medically important bacteria in Khorramshahr hospital, Iran. Asian Pacific Journal of tropical Disease. 2014; 4(3): 201-203.
 13. Jalil N, Amir K, Hasan MK, Mahdi M, Monireh M, Atefeh B. Cockroaches bacterial infections in wards of hospitals, Hamedan city, west of Iran. Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2012; 381-384.
 14. Ghasemi_Dehekordi P, Doosti A, Doosti E, Noshadi E, Arshi A. Antimicrobial susceptibility patterns of *Escherichia coli* isolates from cockroaches in southwestern Iran. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 2015; 1-9.
 15. Camones Villanueva, M. (2015). Perfil de susceptibilidad en bacterias colonizantes aisladas de cucarachas del HNGAI durante los meses de junio y julio del 2015 Lima–Perú.
 16. Prado, M. A., Gir, E., Pereira, M. S., Reis, C., & Pimenta, F. C. (2006). Profile of antimicrobial resistance of bacteria isolated from cockroaches

- (*Periplaneta americana*) in a Brazilian health care institution. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 10(1), 26-32.
17. Jaramillo, G. I., Pavas, N. C., Cárdenas, J. C., Gutiérrez, P., Oliveros, W. A., & Pinilla, M. A. (2016). *Blattella germanica* (Blattodea: Blattellidae) como potencial vector mecánico de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) en un centro hospitalario de Villavicencio (Meta-Colombia).
 18. ESTRADA SALGADO, V. G., & HERNANDEZ RODRIGUEZ, M. S. (2012). IDENTIFICACION DE ESPECIES DE CUCARACHAS DE IMPORTANCIA URBANA EN EL AREA NORESTE DE GOMEZ PALACIO, DURANGO.
 19. Bouamama, L., A. Sorlozano, A. Laglaoui M. Lebbadi, A. Aarab y J. Gutierrez, 2010. los patrones de resistencia a antibióticos de cepas aislado de *Periplaneta americana* y *Musca doméstica* en Tánger, Marruecos. *J. Infect. Prog. Ctries*, 4: 194-210.
 20. Hsiu H. P., Wei-Ch. Ch., Chien FP; Source. Cockroaches as Potential Vectors of Nosocomial Infections. *Chicago journals*. 2004; 25(11); 979 – 984.
 21. Fotedar R, Banerjee U, Verma A. Cockroaches (*Blattella germanica*) as carriers of microorganisms of medical importance in hospitals. *Departments of Microbiology and Surgery, All India Institute of Medical Sciences*. 1991; 107; 181 – 187
 22. Bonnefoy, X., Kampen, H., Sweeney, K. 2008. *Public Health Significance of Urban Pests*. World Health Organization. Copenhagen, Denmark. ISBN 978-92-890-7188-8 pp.

23. Tetteh-QP , Donkor ES , Attah SK, Duedu KO , Afutu E, Boamah I, et. Al. Microbial carriage of cockroaches at a tertiary care hospital in Ghana: Department of Microbiology, University of Ghana Medical School. 2013; 7:59-66.
24. Feizhaddad, Mohammad-Hossein., Kassiri, Hamid., Sepand, Mohammad-Reza., and Ghasemi, Fereshteh. 2012. Bacteriological Survey of American 23 Cockroaches in Hospitals. Middle-East Journal of Scientific Research 12 (7): 985-989 pp.
25. Fernández F, Padola NL; Escherichiacoliverocitotoxigénico: varias cuestiones y los tambos también; Revista Argentina de Microbiología; 2012; 44; 312-323.
26. Merino LA; *Pseudomonas aeruginosa*: una bacteria con personalidades múltiples. Revista Argentina de Microbiología; 2007; 39(3); 143-143.
27. Quiñones PD; Resistencia antimicrobiana en aislamientos clínicos de *Klebsiella spp.* y producción de *B-lactamasas* de espectro extendido en hospitales de Cuba. Revista Cubana Medicina Tropical; 2014; 66(3); 386-399.
28. Vecchiola HM; Infecciones por *Acinetobacter*; Revista Chilena Infectología; 2008; 25(5); 397-399.
29. P.M.Hawkey. The growing burden of antimicrobial resistance. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2008; 62 (1); 1 – 9.
30. Sánchez, J. S. (2006). Resistencia a antibióticos. *Rev Latino Americana de microbiologia*, 48(2), 105-112.

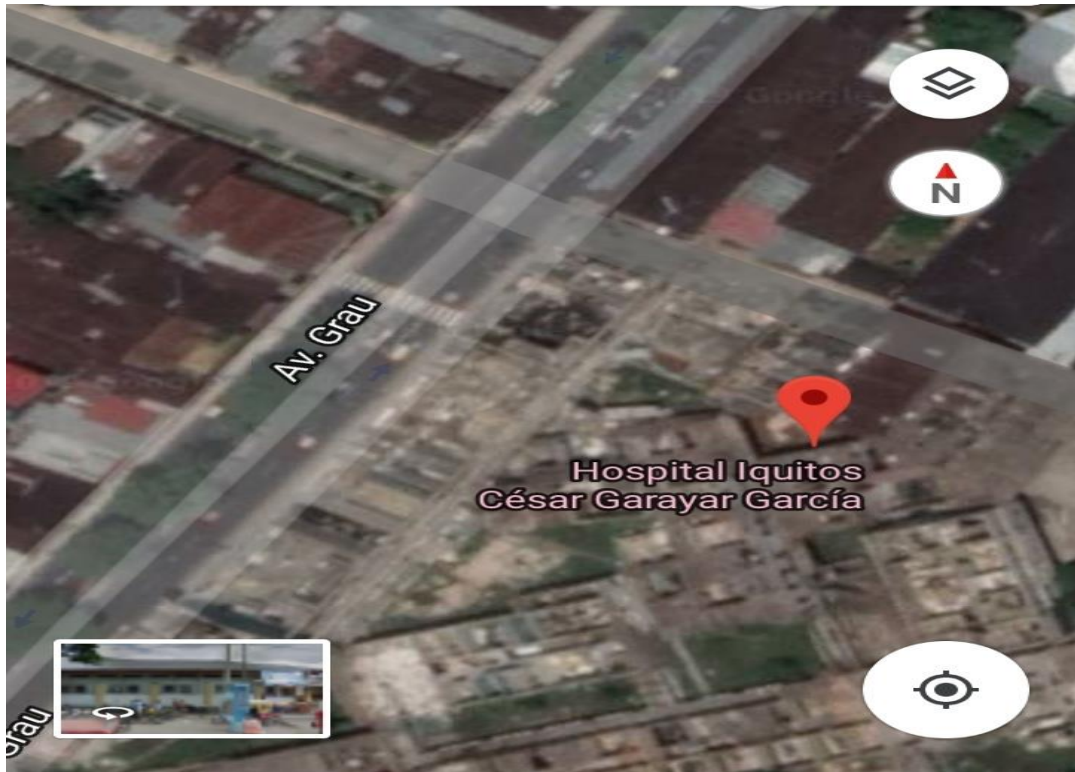
31. Bell, WJ y Adiyodi, KG 1981. Cucaracha americana. Saltador. Pp. 1, 4. ISBN 978-0-412-16140-7. Ebeling, W. 1975. Urban Entomología. Universidad de California, Richmond, CA.
32. French GL. Clinical impact and relevance of antibiotic resistance. Adv Drug Deliv Rev 2005; 57: 1514-1527.
33. Roth, L. M. y Wiis, E. R. The medical and veterirary importance of cockroaches. Smithson Misc Collect 134(10):1-137, 1957.
34. Siegler RL. Hemolytic Uremic Sydrome in Chldren. Curr Opin Pediatr, 1995. 7(2): 159-163.
35. FENA P. Escherichia coli serotype O157:H7. Novel vehcles of infection and
36. Cruz JR. Simposio sobre enfermedades diarreicas, aspectos microbiológicos de las enfermedades diarreicas. RevColMedGuat., 1986. 37:14-22.
37. Merino LA; *Pseudomonas aeruginosa*: una bacteria con personalidades múltiples. Revista Argentina de Microbiología; 2007; 39(3); 143-143.
38. Brinton M, Miller K, Litsky W. Industrial Microbiology. Estados Unidos de América, Harrison, 1976, 411:296-298.
39. <http://www.lafacu.com/apuntes/medicina/diarre-agu/default.htm>
40. Dr. Gastón Duffau T. Síndrome Diarreico Agudo y prolongado en niños, trastornos nutricionales asociados. Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil, Campus Norte; 2001.

41. Blanco J, Blanco M, Alonso MP, Blanco JE, Garabal JI. Serogroups of *E. coli* strains producing cytotoxic necrotizing factors. *Fems Microbiol Lett*, 1994. 96:155-160.
42. Abram S. Beneneson. American Public Health Association. Control of Communicable of Diseases Manual. 16ava. Edición, 1995.
43. Siegler RL. Hemolytic Uremic Syndrome in Chldren. *Curr Opin Pediatr*, 1995. 7(2): 159-163.
44. Ainsworth R (ed.), 2004: Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems. IWA Publishing, Londres (Reino Unido), para la Organización Mundial de la Salud, Ginebra (Suiza).
45. Bartram J et al. (eds.), 2003: Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: the significance of HPCs for water quality and human health. Serie de la OMS Emerging Issues in Water and Infectious Disease. Londres (Reino Unido), IWA Publishing.
46. Choate, P., Burns, S., Olsen, L., Richman, D., Pérez, O., Patnaude, M., ... & Pluke, R. (2008). A Dichotomous key for the identification of the cockroach fauna (Insecta: Blattaria) of Florida. *Florida entomologist*, 72, 612-617.
47. Pai, H. H., Chen, W. C., & Peng, C. F. (2005). Isolation of bacteria with antibiotic resistance from household cockroaches (*Periplaneta americana* and *Blattella germanica*). *Acta tropica*, 93(3), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.11.006>
48. Kieffer, N., Aires-de-Sousa, M., Nordmann, P., & Poirel, L. (2017). High Rate of MCR-1–Producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*

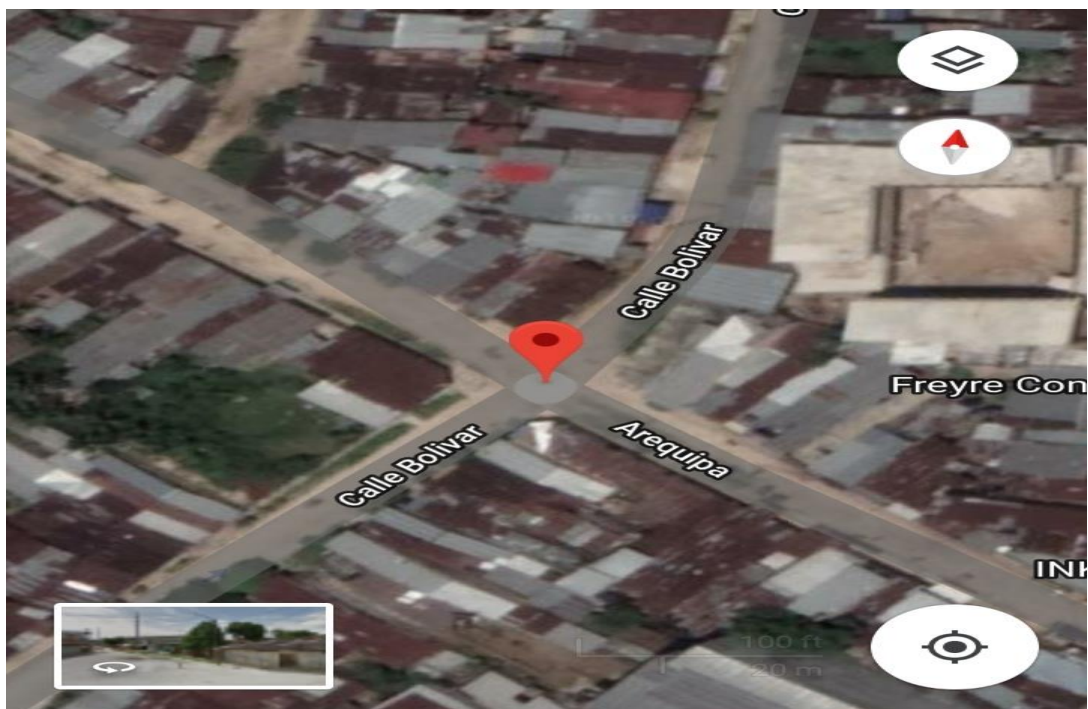
- among Pigs, Portugal. *Emerging Infectious Diseases*, 23(12), 2023-2029. Consultado en: <https://dx.doi.org/10.3201/eid2312.170883>.
49. Damas G. (2012). Aislamiento y efectividad de *Beauveria bassiana* villemin, para el control biológico de la cucaracha urbana *Periplaneta americana* L. Universidad autónoma de nuevo león. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/2707/1/1080227494.pdf>
50. Escherich, T. «Die darmbakterien des neugeboren und säuglings». *Fortschritte der Medizin*, (1885) 3: 515-522,547-554.
51. George M. Garrity, (2004), *Bergey's Manual, Of Systemati, Bacteriology*, Second Edition.

ANEXOS

Anexo N° 1: Ubicación del Hospital Iquitos



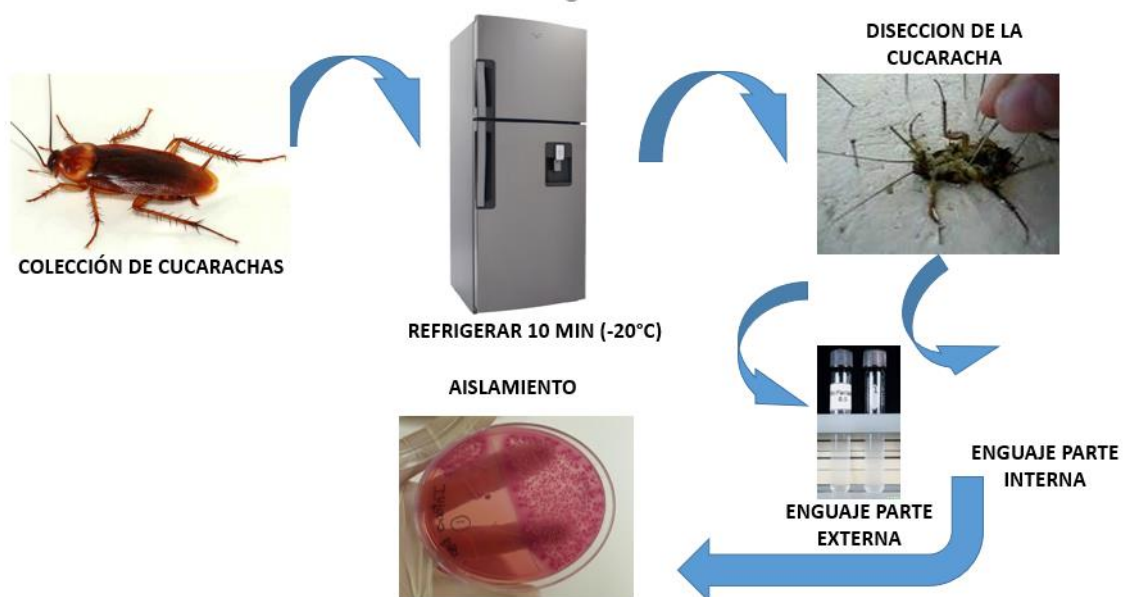
Anexo N° 2: Ubicación de las viviendas



Anexo N° 3: Trampa para la captura de *Periplaneta americana*



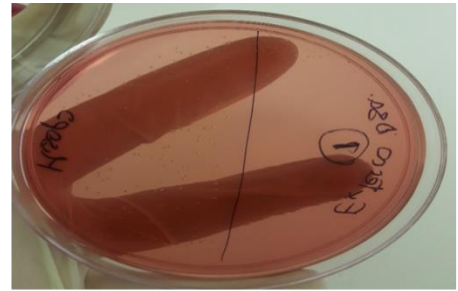
Anexo N° 4: obtención de muestras



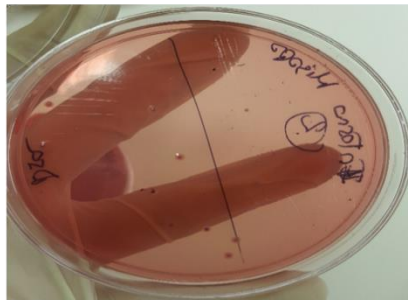
Anexo N° 5: Siembra en agar MC conkey



INTERNO



EXTERNO



INTERNO

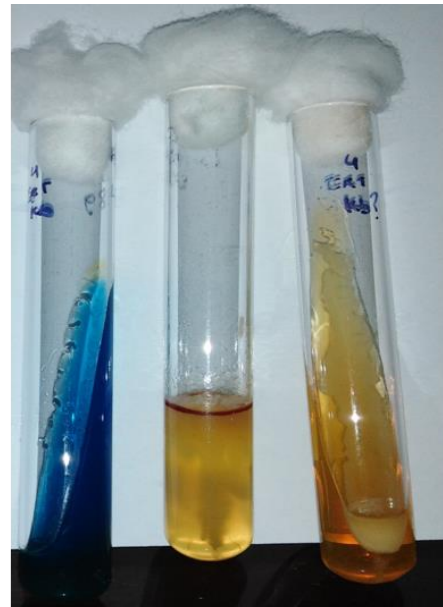


EXTERNO

Anexo N° 6: Pruebas bioquímicas



Escherichia coli

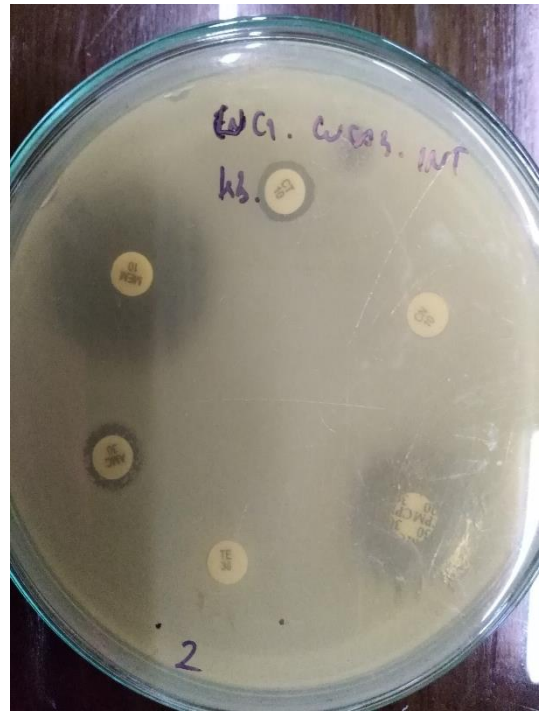


Klebsiella sp

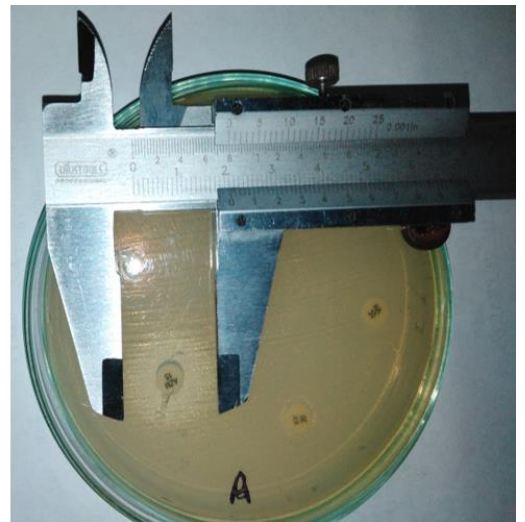
Anexo N° 7: Diametro de los halos de inhibicion establecidos por el Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI).

ANTIBIOTICO	CONCENTRACION	R	I	S
cefalotina	30ug	<=14	15 - 17	>=18
acido nalidixico	30ug	<=13	14 - 18	>=19
ciprofloxacina	5ug	<=15	16 - 20	>=21
sulfatrimetropin	1.25/23.75ug.	<=10	11--15	>=16
cloranfenicol	30ug.	<=12	13 - 17	>=18
azitromicina	15ug.	<=12	-	>=13
amoxicilina	25ug	<=13	14 - 17	>=18
tetraciclina	30ug.	<=11	12 -- 14	>=15
cefepime	30ug.	<=18	19 - 24	>=25
gentamicina	10ug.	<=12	13 - 14	>=15
colistina	10ug.	<=10	11--13	>=14
meropenem	10ug.	<=19	20 - 22	>=23
amox/ac.clavulámico	20/10ug	<=13	14 - 17	>=18
amoxicilina	25ug	<=13	14 - 17	>=18
colistina	10ug.	<=10	-	>=11

Anexo N° 8: Grupo A y B sembrados en Muller Hinton



Anexo N° 9: Medición de la prueba de susceptibilidad



Anexo N° 10: TABLA del significado de las siglas y familias de antibióticos

SIGLAS	ANTIBIOTICO	FAMILIA	GENERACION
CF	Cefalotina	Cefalosporina	Primera
W	ácido nalidixico	Quinolona	Primera
CIP	Ciprofloxacino	Quinolona	Segunda
SXT	Sulfatrimetropin	Antagonistas del folato	
C	Cloranfenicol	Anfenicol	
AZM	Azitromicina	Macrolidos	
AMX	Amoxicilina	Aminopenicilinas	
TE	Tetraciclina	Tetraciclina	
FEP	Cefepime	Cefalosporina	Cuarta
GM	Gentamicina	Aminoglucozidos	
CT	Colistina	Polimixinas	
MEM	Meropenem	Carbapenem	
AMC	amox/ac.clavulámico	Penicilina / Inhibidores de beta-lactamasas	

Anexo N° 11: TABLA de la prueba estadística Chi-cuadrado (X^2)

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Cepas resistentes * Procedencias de las cepas	545	100,0%	0	0,0%	545	100,0%
				Procedencias de las cepas		Total
				Hospital Apoyo Iquitos	Viviendas	
Cepas resistentes	E. Coli	Recuento		145	151	296
		Frecuencia esperada		176,0	120,0	296,0
		% dentro de Procedencias de las cepas		44,8%	68,3%	54,3%
		% del total		26,6%	27,7%	54,3%
	Klasiella sp.	Recuento		179	70	249
		Frecuencia esperada		148,0	101,0	249,0
		% dentro de Procedencias de las cepas		55,2%	31,7%	45,7%
		% del total		32,8%	12,8%	45,7%

Total	Recuento	324	221	545
	Frecuencia esperada	324,0	221,0	545,0
	% dentro de Procedencias de las cepas	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	59,4%	40,6%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	29,421 ^a	1	,000	,000	,000	
Corrección por continuidad ^b	28,479	1	,000			
Razón de verosimilitudes	29,907	1	,000	,000	,000	
Estadístico exacto de Fisher				,000	,000	
Asociación lineal por lineal	29,367 ^c	1	,000	,000	,000	,000
N de casos válidos	545					

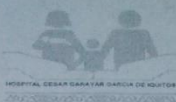
a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 100,97.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es -5,419.

Medidas simétricas				
		Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal	Phi	-,232	,000	,000
	V de Cramer	,232	,000	,000
	Coefficiente de contingencia	,226	,000	,000
N de casos válidos		545		

Anexo N° 12: Constancia de aprobación del estudio otorgado por el comité de ética


HOSPITAL IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
COMITÉ DE ETICA EN INVESTIGACION

CONSTANCIA N° 044-CEI-HICGG-2017

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación del Hospital Iquitos "Cesar Garayar García" certifica que el Proyecto de Investigación, señalado a continuación fue APROBADO, para su renovación, siendo catalogado como un ESTUDIO CON RIESGO MINIMO, visto el informe y avance de la investigación en desagües , se detalla los siguientes datos del Proyecto:

Título del Proyecto: "RESISTENCIA BACTERIANA EN DESAGUES HOSPITAL IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA", (del estudio Asociación Benéfica - PRISMA)- Local alterno Hospital Santa Rosa)

Consentimiento Informado: Versión Única – 14 diciembre del 2017

Código de Inscripción: 044-ID-COMITÉ DE ETICA HICGG – 2017

Modalidad de Investigación: Extra Institucional


Investigador (a): Dr. Robert Gilman
Profesor Johns Hopkins University Investigador Principal,

Asistente de Investigación: García Pinedo, Julio
Bach. Biología Coordinador del Estudio - Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
(Enrolamiento y toma de muestra)-Grupo de Investigación UPCH - UNAP

La APROBACION de la renovación considera el cumplimiento de los estándares del Instituto Nacional de Salud, las Prioridades Regionales de Investigación, el balance riesgo/beneficio, y la confidencialidad de los datos, entre otros.


Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a las plazos y normas establecidas. El Investigador alcanzara un informe final al término de este. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento (01 año calendario) hasta el 31 de diciembre del 2018. Los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Iquitos, 28 de diciembre del 2017


M.I. MOISES O. SANCHEZ WALDONADO
PRESIDENTE
COMITE DE ETICA EN INVESTIGACION

E:mail:comiteeihicgg@hotmail.com

Anexo N° 13: Memorandum Hospital Iquitos

	PERU	MINISTERIO DE SALUD	GOBIERNO REGIONAL DE LORETO	DIRECCION REGIONAL DE SALUD-LORETO	HOSPITAL APOYO IQUITOS
---	------	---------------------	-----------------------------	------------------------------------	------------------------

"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO (M) N° 866 -2018-GRL-DRS-L-HICGG/30.17.01.

PARA:

❖ QF. JOSE LOPEZ RUIZ
Jefe del Servicio de Farmacia

ASUNTO: BRINDAR FACILIDADES


Ref. : Solicitud con hoja de Tramite N° 2773/18


FECHA: Iquitos, 22 de junio del 2018

Mediante el presente comunico a usted que la Asociación Benéfica "PRISMA", solicita autorización para la ejecución del Estudio de Investigación aprobado por el Comité de Ética e Investigación del HICGGG, titulado **"Resistencia Bacteriana en Cucarachas Provenientes de Hospitales y Resistencia Bacteriana de Desagües, Hospital Iquitos "Cesar Garayar García" (Hospital alterno Santa Rosa)**, siendo necesario para el estudio de investigación, contar con información referente al consumo de antibióticos en el establecimiento Asimismo brindar facilidades de ingreso al Servicio de FARMACIA al Coordinador del Estudio **JULIO CESAR GARCIA PINEDO** y al personal encargado de realizar el estudio de investigación., durante el año 2018, Por lo que agradeceré brindar las facilidades.

Atentamente

C.c.:
- Interesado
- OGDRRH
Archivo
CACG/AJTA/DV/DP/JG/MH/...





GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
HOSPITAL IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
MC CARLOS ALBERTO CONA GONZALES
DIRECTOR EJECUTIVO
C.M.P. N° 030488

HAI Camino a la Excelencia

Anexo N° 14: *Flujograma del trabajo de investigación*

