

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIRIQUI  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS  
ESCUELA DE BIOLOGIA

IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS PRESENTES EN EL EXOSQUELETO Y SISTEMA DIGESTIVO DE CUCARACHAS (*Periplaneta americana*) EN LOS DISTRITOS DE ALANJE, BOQUETE Y DAVID DE LA PROVINCIA DE CHIRQUI, REPUBLICA DE PANAMÁ.

POR:

KAYRA CUBILLA 4-748-1466

ASESOR:

M. Sc ROGELIO SANTANACH

Trabajo de graduación presentado a la Escuela de Biología como requisito para optar por el Título de la Licenciatura en Biología.

Enero 2015

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación primeramente a Dios porque sin él nada es posible.

A mi madre la Sra. Lourdes Castillo, mi fuerza, mi apoyo incondicional en todo momento con sus esfuerzos y sacrificios para siempre seguir adelante.

A mis abuelas que ya no están aquí, fuente de inspiración.

A mis profesores, que han aportado con grandes conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria.

Kayra Cubilla



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento.

A mi mamá Lourdes Castillo por estar siempre a mi lado a pesar de las dificultades, por apoyarme hasta el final.

A mi profesor asesor M.Sc Rogelio Santanach y coasesores profesora Osiris Murcia y Elicer Delcid por sus conocimientos, esmero, inteligencia y tiempo en todo momento.

A mi amigo, compañero, confidente Valentín De León por estar a mi lado durante todos estos años y los de mi carrera.

Kayra Cubilla

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE GENERAL .....	iv
INDICE DE TABLAS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2. Justificación .....	6
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. Objetivos generales .....	7
1.3.2. Objetivo específicos .....	7
MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Ciclo de vida .....	11
2.1.2. Ecología .....	12
2.1.3. Especies más comunes de cucarachas .....	14
2.2 Bacterias .....	18
2.2.1 Clasificación e Identificación .....	19
2.2.2 Interacciones con otros microorganismos .....	21
MATERIALES Y METODOS .....	26
3.1 Descripción del área de estudio .....	26
3.1.2. Localización .....	26
3.2. Preparación de los especímenes capturados .....	27
3.2.1. Análisis de especímenes .....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
CONCLUSIÓN .....	64
RECOMENDACIONES .....	65

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
<b>7.1 Técnica de identificación de bacterias Gram positivas y Gram negativa.....</b>	<b>75</b>
<b>7.2 Glosario.....</b>	<b>78</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Agentes patógenos asociados con las especies de cucarachas de importancia en salud pública.....	5
Tabla 2. Especies de bacterias encontradas en el sistema digestivo y exoesqueleto de cucarachas ( <i>Periplaneta americana</i> ).....	27

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista lateral de <i>Periplaneta americana</i> que demuestra el achatamiento dorso-ventral.....	10
Figura 2. Ootecas de cucarachas.....	11
Figura 3. Metamorfosis paurometábola o gradual.....	12
Figura 4. Cucaracha americana ( <i>Periplaneta americana</i> ).....	16
Figura 5. Tipos de bacterias.....	17
Figura 6. Cultivo de bacterias obtenidas de cucarachas.....	23
Figura 7. Grupo de cucarachas ( <i>P. americana</i> ) trituradas para tomar la muestra del sistema digestivo.....	27
Figura 8. Procedimiento para aplicar la prueba de MicroScan®.....	29

Figura 9. Distribución de las especies de bacterias encontradas en el exoesqueleto de <i>P. americana</i> .....	32
Figura 10. Distribución de las especies de bacterias encontradas en el sistema digestivo de <i>P. americana</i> .....	33
Figura 11. Colorantes utilizados para teñir la muestra.....	75
Figura 12. Microscopio utilizado para observar la placa con la tinción diferencial de Gram.....	75
Figura 13. Muestra colectadas de <i>Periplaneta americana</i> .....	76
Figura 14. Bacterias Gram positivas y Gram negativas observadas al Microscopio.....	76
Figura 15. MicroScan® para combo de bacterias Gram negativas.....	77
Figura 16. MicroScan® para combo de bacterias Gram positivas.....	77



## RESUMEN

En esta investigación, se colectaron en diferentes puntos del occidente de la Provincia de Chiriquí especímenes de cucarachas (*Periplaneta americana*). Las cucarachas fueron capturadas con trampas, colocando cada frasco en áreas que son paso frecuente de las cucarachas como depósitos, lugares oscuros; luego se transportaron vivas al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Autónoma de Chiriquí, para realizar el análisis bacteriológico del exoesqueleto y del sistema digestivo.

Se identificaron 15 especies de bacterias presentes en las cucarachas, tanto en el sistema digestivo como en el exoesqueleto, obteniendo 10 bacterias consideradas como patógenas para el hombre (*Streptococcus aureus*, *Enterobacter americana*, *Vibrio damsela*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Proteus* sp, *Staphylococcus aureus* y *Shigella* sp.) y cinco no consideradas como patógenas (*Raotella ornithinolytica*, *Micrococcus* sp., *Leminorella* sp., *Bacillus subtilis* y *Pseudomona* sp. ).

Las bacterias fueron cultivadas en distintos medios como agar nutritivo, agar sangre y MacConckey para su identificación y luego se aplicó la tinción de Gram para determinar si eran bacterias Gram positivas o Gram negativas.

Luego de identificadas las bacterias en Gram positivas o Gram negativas, se procedió a aplicar la prueba de MicroScan® para obtener una identificación más exacta hasta especie de la bacteria.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Pocas son las especies de cucarachas que tienen importancia en el área de salud y que invaden las viviendas, como lo son la cucaracha americana, alemana, café, ahumada, oriental y australiana, que representan una plaga de prácticas nocturnos y una alimentación de tipo omnívora, que operan como vectores naturales en las casas; acarreando gérmenes patógenos que logran perdurar viables en su heces, tubo digestivo e integumento por varios días o semanas (Ramirez 1989).

Son considerados como portadores de muchas enfermedades por su comportamiento las cuales se trasladan de un lugar a otro transportando un sin número de partículas en las diferentes áreas de su exosqueleto como los son las bacterias que promueven diversos cuadros de disenterías, infecciones, alergias y otros padecimientos (Ghasemi 2003).

Los microorganismos se establecen y causan la enfermedad los cuales se encuentran en el cuerpo de las cucarachas. Diversas y severas enfermedades del tipo digestivo, se han transmitido de manera experimental, diversos tipos de gastroenteritis son reportadas como las principales enfermedades transmitidas por las cucarachas. En diferentes experiencias se encontró que las cucarachas están asociadas con bacterias, virus, hongos, helmintos y protozoos (Sramova 1992).

Con respecto a bacterias se han hallado en condiciones naturales cuarenta especies relacionadas con estos insectos. Además se han realizado investigaciones

comprobando que pueden llevar consigo, ya sea en la superficie de su cuerpo o en el intestino las siguientes bacterias:

- Lepra *Mycobacterium, leprae* Hansen 1874
- Peste bubónica *Pasteurella pestis*, LEHMANN Y NEUMANN, 1896
- Disentería *Shigella alcalescens*, SHIGA 1897
- Diarrea infantil *Shigella paradysenteriae*, CASTELLANI & CHALMERS 1919
- Infecciones en tracto urinario *Pseudo*, SCHROETER 1872
- Inflamaciones y absesos *Staphylococcus aureus*, ROSENBACH 1884
- Formación de pus *Staphylococcus sp*, ROSENBACH 1884
- Infecciones urogenitales e intestino *Escherichia coli*, MIGULA, 1895
- Fiebres entéricas y gastroenteritis *Salmonella schottmuelle*, Salmon 1850
- Fiebre tyfoidea *Salmonella typhosa*, LE MINOR & POPOFF 1987

Los agentes patógenos que producen estas enfermedades, son transportados en las patas y cuerpos de las cucarachas las cuales son depositadas en la comida y diversos utensilios. El excremento y mudas también contienen numerosos alérgenos que afectan ojos y piel. Pero uno de los más importantes, son los que producen asma, cualquier tipo de contacto con las cucarachas puede producir las enfermedades antes mencionadas, sin embargo no están asociados con enfermedades epidémicas (Majekodunmi 2002).

En Chiriquí las cucarachas no han sido estudiadas y las referencias son escasas aún como parte de otros estudios, por lo que iniciar una colección de referencia es importante y las investigaciones podrían generar información importante, incluyendo los hallazgos sobre su papel como huésped de muchas bacterias patógenas para el ser humano (Santanach 2014).

Alergias son otro problema que pueden causar las cucarachas y sin embargo no se reportan datos específicos. El cuerpo, la muda, los detritos y el excremento de las cucarachas, contienen un gran número de alérgenos relacionados a respuestas alérgicas de individuos susceptibles, produciendo en ellos urticaria, estornudos, lagrimeo severo, problemas de asma y "pecho apretado", entre otras (Prado 2002).

Asimismo, el cuerpo de las cucarachas produce efluvios (secreciones malolientes), los cuales afectan el sabor de la comida; cuando la población de cucarachas es muy alta, impregnan el área de emanaciones malolientes desagradablemente identificables. Algunas personas manifiestan procesos alérgicos ante los componentes generadores de los olores (Hathorne 1999).

El paso de la cucaracha por la boca del hombre puede causar el *herpes Blattae*, antiestética lesión que se manifiesta en los alrededores del labio, producida por una combinación de factores que incluyen el proceso digestivo del insecto. Suele afectar con mayor frecuencia a los niños (Rozendaal 1997).

Los agentes patógenos que producen estas enfermedades, son depositados en la comida y diversos utensilios. El excremento y mudas también contienen numerosos alérgenos que afectan ojos y piel. Pero uno de los más importantes, son los que producen asma, cualquier tipo de contacto con las cucarachas puede producir las enfermedades antes mencionadas, sin embargo no están asociados con enfermedades epidémicas (Gliniewicz 2003).

**Tabla 1. Agentes patógenos asociados con las especies de cucarachas de importancia en salud pública**

Patógeno	Enfermedad
<i>Alcaligenes faecalis</i>	Gastroenteritis, infección de heridas, vías urinarias
<i>Bacillus subtilis</i>	Conjuntivitis, contaminación de comidas
<i>Bacillus cereus</i>	Contaminación de comidas
<i>Campylobacter jejuni</i>	Enteritis
<i>Clostridium perfringens</i>	Gangrena
<i>Clostridium perfringens</i>	Gangrena
<i>Clostridium novii</i>	Gangrena
<i>Enterobacter aerogenes</i>	Bacterias
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea, Infección de heridas
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Neumonía, Infecciones en vías urinarias
<i>Mycobacterium leprae</i>	Lepra
<i>Nocardia sp.</i>	Actinomycetoma
<i>Proteus morgani</i>	Infección de heridas



<i>Proteus rettgeri</i>	Infección de heridas
<i>Proteus vulgaris</i>	Infección de heridas
<i>Proteus mirabilis</i>	Gastroenteritis, Infección de heridas
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gastroenteritis, Infecciones respiratorias
<i>Salmonella bredeny</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella newport</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella oranienburg</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella panama</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella paratyphi-B</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Streptococcus pyrogenes</i>	Neumonía
<i>Salmonella typhi</i>	Tifoidea
<i>Salmonella typhimurium</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella riemorbificans</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Salmonella bareilly</i>	Gastroenteritis, Contaminación de alimentos
<i>Serratia marscesens</i>	Contaminación de alimentos
<i>Shigella dysenteriae</i>	Disentería
<i>Staphylococcus aureus</i>	Infección de heridas, infección de piel, infección de órganos internos
<i>Streptococcus faecalis</i>	Neumonía
<i>Vibrio sp.</i>	No aplica

Especies de bacterias de importancia en el área de salud, que causan diversas patologías presentes en cucarachas.

## **1.2. Justificación**

Son importantes transmisores de bacterias que afectan la salud del hombre porque contamina sus alimentos con las patas y heces, la alternancia de hábitat de día y noche los convierte en insectos contaminadores peligrosos, las bacterias presentes en las cucarachas deben ser estudiadas y analizadas para obtener una cantidad estimada de cuales son y que tanto están perjudicando la salud del hombre, y si son a través de otros factores los que están afectando la economía, la calidad de vida, ausentismo laboral (Sramova 1992).

Las cucarachas muy rara vez son relacionadas con epidemias mortales no benignas, ni hay estadísticas relacionadas con los daños que causan en salud pública. Sin embargo, las características morfológicas y fisiológicas de las cucarachas les confieren la capacidad de ejercer la función de vectores de numerosas y variadas enfermedades. No solamente de las relacionadas con la descomposición de los alimentos y desechos orgánicos, sino también virus como la gripe y otras enfermedades infecciosas como la tuberculosis (Kutrup 2003).

Las cucarachas transportan mecánicamente los patógenos causantes de estas enfermedades, en sus patas cubiertas de pelos, contaminando el ambiente a su paso, especialmente los alimentos, así como la utilería de su preparación y consumo.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivos generales**

Identificar las especies de bacterias transportadas por cucarachas de la especie *Periplaneta americana*.

#### **1.3.2. Objetivo específicos**

Desarrollar un análisis bacteriológico del exoesqueleto y tubo digestivo de *P. americana* presentes en esos microambientes.

Identificar las bacterias internas y externas encontradas tanto en exoesqueleto y sistema digestivo de *P. americana*

## MARCO TEÓRICO

Blattaria apareció en el periodo cámbrico y los registros fósiles más antiguos datan de 340 millones de años y se han encontrado organismos protozoarios en fósiles preservados en ámbar del periodo cretácico (Poinar 2009). Se consideran sinantrópicas debido a la estrecha relación existente con el hombre, la cual data desde que este último habitaba las cavernas. Actualmente se conocen cerca de 3,500 especies, siendo la mayoría de regiones tropicales (Mallis 2004, Harwood & James 1993).

Hay unas 4,000 especies de cucarachas a través del globo terráqueo. Podemos encontrar unas 70 especies en los EUA, siendo unas 24 de ellas introducidas de otras partes del globo terráqueo. De esas 70, 17 son una plaga de algún modo u otro. Hay cinco familias de cucarachas, tres de las cuales incluyen las especies plaga: Blatidae, Blattellidae y Blaberidae; dentro de la familia Blatidae se encuentra *Periplaneta americana*.

Se han reportado más de 40 patógenos que pueden transmitir de manera mecánica incluyendo bacterias, hongos, protozoarios, helmintos y virus (Ramírez 1989). Además de lo obvio en su comportamiento, que implica su paso por todos los sitios en los que encuentra alimento y por muchos en los que entra en contacto con materia altamente contaminada, habitualmente, regurgitan porciones de su alimento parcialmente digerido en los lugares por los que pasan y dejan caer sus heces en donde quiera que se encuentran. Emiten, además, una secreción con un olor característico, y desagradable para los humanos, por la boca y por las aberturas

glandulares, imprimiendo su olor persistente y típico, a los alimentos y objetos con las que se ponen en contacto.

La mayoría de las cucarachas son marcadamente aplanadas en sentido dorso-ventral y con tegumento liso. Su color varía desde un color café castaño hasta el negro en las especies que invaden las casas y brillantes colores y presentación de ornamentos en especies de vida más relativa a los bosques. Las antenas son filiformes, multi-articuladas. Las partes bucales son del tipo mordedor-masticador y el número de alas en general, es de dos pares, aunque en algunas especies como las del género *Hyporichnoda armata*, se presentan de tipo vestigial. El par de alas externo es angosto, grueso y coriáceo y recibe el nombre de tegminas, mientras que el primer par es de tipo membranoso y se pliega como abanico en muchas especies de forma complicada (Fisk et al. 1979).

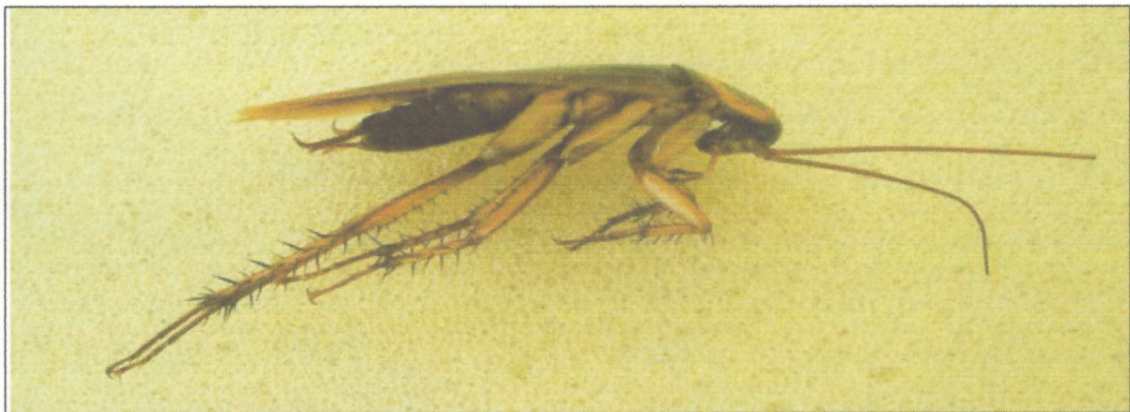


Fig. 1 Vista lateral de *Periplaneta americana* que demuestra el achatamiento dorso-ventral que le permite acceso a áreas muy estrechas. (Por Santanach 2014)



Un indicador común de la presencia de cucarachas es su cápsula de huevos u ooteca, una cápsula en forma de cartera de mujer que contiene entre 5 y 40 embriones. La coloración va de marrón-claro a marrón-castaño, dependiendo del grado de esclerotización. Un tipo de quilla que corre a lo largo del borde anterior superior de la ooteca, permite el transporte de agua y aire a los embriones. Cada embrio está en un compartimiento separado que puede ser obvio o no en vista externa. En algunas especies, (la alemana y la banda-marrón) indentaciones laterales que van de lo anterior a lo posterior, demarcan cada compartimiento con su embrio en desarrollo. Otras, pueden tener indentaciones laterales que son tenues (la marrón y la marrón-humo), y en otras las indentaciones no son visibles, pero difieren en simetría entre sí (oriental, americana y la australiana).

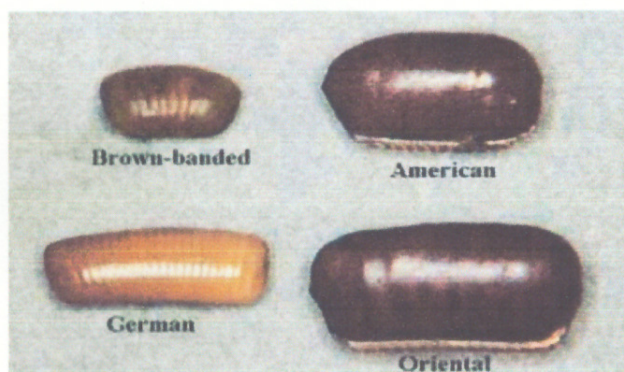
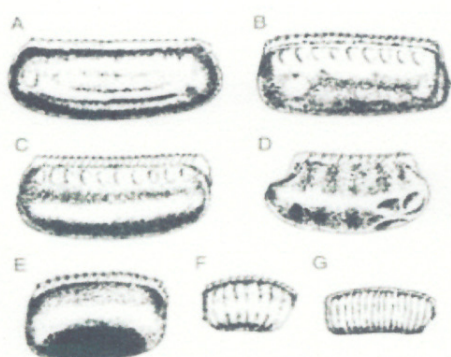


Fig. 2 Ootecas de cucarachas. Izquierda: (A) cucaracha Australiana (*Periplaneta australasiae*); (B) Cucaracha marrón (*Periplaneta brunnea*); (C) cucaracha marrón-humo (*Periplaneta fuliginosa*); (D) cucaracha oriental (*Blatta orientales*); (E) cucaracha americana (*Periplaneta americana*); (F) cucaracha banda-marrón (*Supella longipalpa*); (G) cucaracha alemana (*Blattella germanica*). Derecha – Foto en colores de algunas de las ootecas de varias de las especies incluidas en la derecha.

Disponible en: <http://academic.uprm.edu/dpesante/0000/capitulo-3.PDF>

### 2.1. Ciclo de vida

Como insectos hemimetábolos, el ciclo de vida de Blattaria, consta de tres etapas, huevo, ninfa (diversos estadios) y adulto. Los huevos de las cucarachas están acomodados en forma pareada, dentro de una cámara llamada ooteca de estructura coriácea, la cual puede ser expulsada o bien la hembra puede traerla consigo hasta la eclosión de las ninfas (Atkinson et al. 1991). En algunas especies ovovivíparas no hay formación de la ooteca. El número de huevos varía según la especie (Ponce et al. 2005).

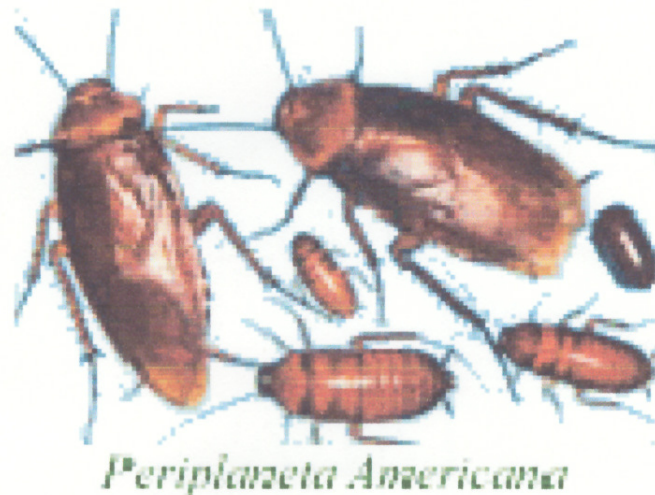


Fig. 3 Metamorfosis paurometábola o gradual de *P. americana*

Disponible en: [http://www.floresalud.es/biologia/biologia\\_cucarachas.html](http://www.floresalud.es/biologia/biologia_cucarachas.html)



Pueden encontrarse juntos en un mismo grupo todos los estadios inmaduros en asociación con los adultos. En *B. germanica* y *Periplaneta americana*, al menos, una feromona es la responsable de la agregación.

### **2.1.2. Ecología**

Las cucarachas pueden ser catalogadas ecológicamente como domésticas, peridomésticas y ferales. Especies domésticas son aquellas que viven casi exclusivamente en interiores y son principalmente dependientes de la actividad humana para sus recursos de agua, comida y hábitáculos para supervivencia. Sus probabilidades de supervivencia a la intemperie son bajas. Aunque este grupo contiene el número más pequeño de especies, representa la mayor preocupación para la salud del ser humano.

Las especies domésticas incluyen a la cucaracha alemana y a las bandas-marrón.

Especies peridomésticas son aquellas que sobreviven en y alrededor de donde habita el ser humano. Aunque no requieren del ser humano para sobrevivir, son aptas para explotar a su favor las amenidades que provee la civilización. Este grupo está representado por la cucaracha americana, australiana, marrón y marrón-ahumada, todas especies de *Periplaneta*; la cucaracha oriental y la cucaracha de los bosques de Florida. Especies ferales son aquellas que sobreviven independientemente de los humanos. Este grupo incluye más del 95% de todas las especies de globo. Sólo ocasionalmente son invasoras de los interiores y típicamente no sobreviven en el ambiente doméstico. Tampoco son de mucha importancia médico-veterinaria (Mille 2004).

Son omnívoras y se alimentan de una gran variedad de materiales que contengan azúcares. Ingieren leche, queso, carnes, pasteles, productos de grano, azúcar, chocolate, dulce, entre muchos otros productos, de hecho, ningún material comestible que el hombre pueda ingerir está exento de contaminación por estos insectos, que también se alimentan de cubiertas de libros, plafones de techo que contengan almidón, el forro interior de las suelas, sus propias exuvias, sus parientes muertos o heridos, sangre fresca o seca, excremento, esputo, uñas de las manos y pies, cadáveres y detritus alimentarios que se quedan impregnados en los niños, ocasionando en ellos una lesión local denominada *herpes blattae*. (Jaramillo 1999, Ponce et al. 2005) y ya se están desarrollando pruebas con procedimientos de operación digital de los datos. En estas pruebas para determinar alérgenos procedentes de las cucarachas (*P. americana*) se han identificado hasta nueve alérgenos potenciales de uso en el laboratorio para la investigación (Ahmed et al. 2010).

La mayoría de las Blattaria son nocturnas y se esconden en lugares oscuros durante el día. Por lo tanto, otra parte de la población no está familiarizada con sus hábitos alimenticios. Si la población de insectos es demasiado alta, pueden verse durante el día moviéndose por fuera de sus escondites por toda la casa. Migraciones en masa como resultado de la sobrepoblación y que por lo general incluyen grandes cantidades de insectos, pueden ocurrir en especies como *Blatella germanica*, *Blatta orientalis* y *Periplaneta americana*; en ocasiones está recurre al vuelo además de caminar cuando invaden nuevas áreas. Varias especies son transportadas por el



hombre de un lugar a otro, en muebles, aparatos domésticos, en cajas, entre otros objetos (Ponce et al. 2005).

### **2.1.3. Especies más comunes de cucarachas**

La cucaracha americana es una especie grande con adultos que van de los 34 a los 53mm de largo. Es de color rojizo-marrón con variaciones substanciales en patrones de coloración claro a oscuro en el pronoto. Los adultos son alados y capaces de volar. Las ninfas completan su desarrollo en de 13 a 14 meses pasando por 13 mudas. Los adultos viven unos 15 meses, pero pueden exceder los 2 años. Las hembras sueltan o pegan las ootecas (8 mm de largo) a substratos en unas horas o días después de su formación. Cada ooteca tiene unos 12-16 embrios. Una hembra generalmente produce de seis a 14 ootecas durante su vida, con un promedio de nueve.

La cucaracha americana es probablemente la especie peridoméstica plaga más cosmopolita. Junto con otras especies de *Periplaneta*, se ha diseminado por África tropical, Norte América y el Caribe en barcos que traficaban esclavos. Hoy día estas especies infestan la mayor parte de las latitudes bajas de ambos hemisferios y se extiende en forma significativa a regiones templadas del globo.

La cucaracha americana infesta vertederos, sistemas de alcantarillado municipal, sistemas de manejo de aguas negras, pozos sépticos, espacios de acceso debajo y entre edificios, áticos, huecos en árboles, los doseles de palmas, espacios entre paredes, barcos, equipo electrónico, cuevas y minas. Estudios hechos en Arizona han demostrado el movimiento de individuos por varios centenares de metros a



través de sistemas de alcantarillado hasta llegar a otros vecindarios. Estas especies con frecuencia pueden ser observadas de noche en los techos y sistemas de ventilación de los sistemas de alcantarillado, a través de los cuales ganan acceso a casas y establecimientos comerciales. También entran a las residencias a través de los tubos de ventilación de la lavadora y secadora, y por los sistemas de ventilación de áticos y otros espacios. Estas cucarachas se han observado moviéndose a través de conductos y espacios de acceso en hospitales, a salas de operación, cuartos de los pacientes, almacenes, y facilidades para preparar alimentos. Por tal razón, el potencial de esta cucaracha para diseminar microorganismos patogénicos es significativo y es una seria preocupación para las autoridades y personal de la salud.

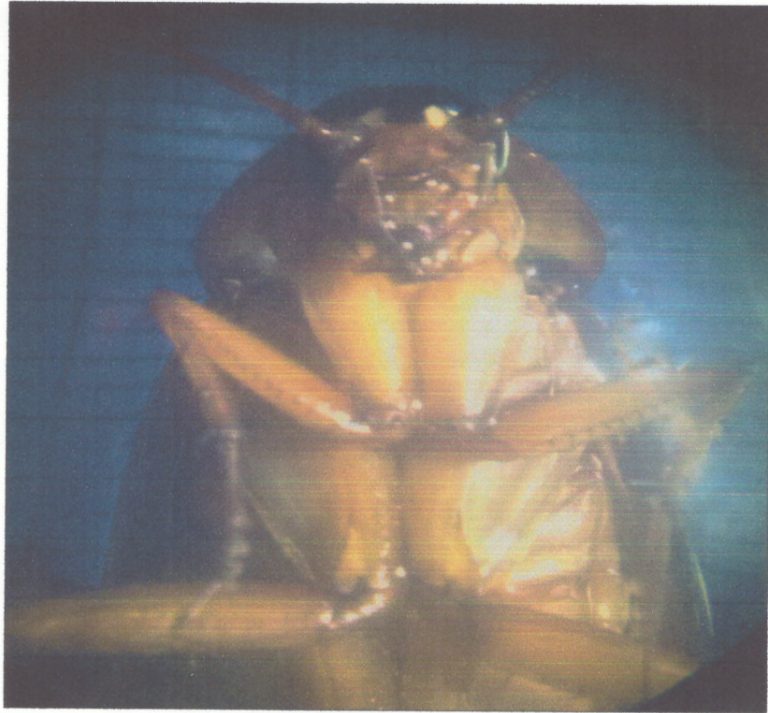


Fig. 4 Vista ventral de *P. americana*. (Por K. Cubilla)

*P. americana* abunda en los vertederos y dentro de edificios y son muy comunes en los sótanos y túneles de vapor de restaurantes, reposterías, facilidades de comidas procesadas. Las adultas miden aproximadamente 3.7 cm de largo y son de color marrón rojizo, con alas desarrolladas que cubren el largo del abdomen. Machos y hembras, tienen alas completas. A diferencia de las hembras, las alas de los machos se extienden un poco después del abdomen. Las ninfas son similares en apariencia pero más pequeñas y no tienen alas. Capaces de volar, lo hacen solamente en raras ocasiones. Se identifica por su tamaño grande y su color marrón rojizo con esquinas en el tórax de color amarillo desteñidas. Ninfas y adultas usualmente se encuentran juntas en las áreas oscuras, cálidas y húmedas de los sótanos u otros espacios. Se mueven tanto en y alrededor de bañeras, cestas, drenajes y conductos.

Además, son comunes alrededor de entradas de las aperturas de inspección de cloacas y la parte de abajo de las tapas de metal, sobre grandes sumideros. Los adultos pueden sobrevivir sin comida dos a tres meses, pero solo un mes sin agua.

El tiempo de duración de la etapa del huevo varía de 29 a 58 días. A temperatura normal, las ninfas salen del huevo entre 50 a 55 días. Las ninfas jóvenes son de color marrón grisáceo y luego de mudar su piel larval, se tornan marrón rojizo. La etapa ninfal varía de 160 a 971 días. El número promedio de crías por año es de 800. Bajo condiciones ideales una hembra adulta vive hasta 15 meses, los machos por un tiempo más corto. (Jacob 2013).



## 2.2 Bacterias

Las bacterias son microorganismos procariotas que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros (por lo general entre 0,5 y 5  $\mu\text{m}$  de longitud) y diversas formas incluyendo filamentos, esferas (cocos), barras (bacilos), sacacorchos (vibriões) y hélices (espirilos). Las bacterias son células procariotas, por lo que a diferencia de las células eucariotas (de animales, plantas, hongos, etc.), no tienen el núcleo definido ni presentan, en general, orgánulos membranosos internos (Rinke 2013).

Las bacterias son los organismos más abundantes del planeta. Son ubicuas, se encuentran en todos los hábitats terrestres y acuáticos; crecen hasta en los más extremos como en los manantiales de aguas calientes y ácidas, en desechos radioactivos, en las profundidades tanto del mar como de la corteza terrestre. Algunas bacterias pueden incluso sobrevivir en las condiciones extremas del espacio exterior (Zachara 2004).

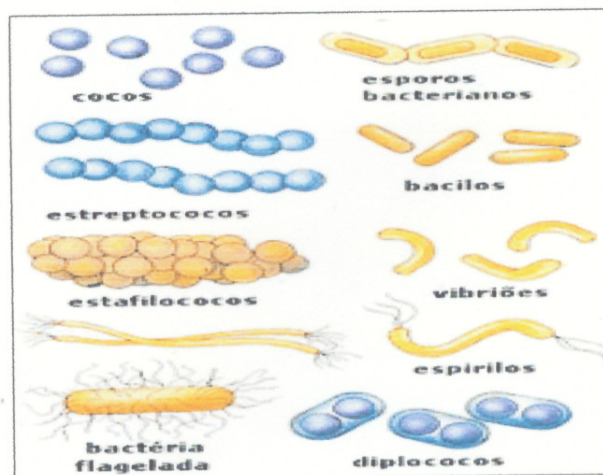


Fig. 5 Tipos de bacterias. Disponible en:  
<http://uepibiologia.blogspot.com/2012/05/caracteristicas-de-los-cinco-reinos.html>

La bacteria es el más simple y abundante de los organismos y puede vivir en tierra, agua, materia orgánica o en plantas y animales (Whitman 1998).

Las bacterias, en condiciones naturales se han hallado en las cucarachas especies patógenas que promueven diversos cuadros de disentería, diarrea, fiebre tifoidea, gastroenteritis, entre otros padecimientos (Kutrup 2003).

### **2.2.1 Clasificación e Identificación**

Las bacterias pueden clasificarse con base en diferentes criterios, como estructura celular, metabolismo o con base en diferencias en determinados componentes como ADN, ácidos grasos, pigmentos, antígenos o quinonas (Thomson 2001), sin embargo, aunque estos criterios permitían la identificación y clasificación de cepas bacterianas, aún no quedaba claro si estas diferencias representaban variaciones entre especies diferentes o entre distintas cepas de la misma especie. Esta incertidumbre se debía a la ausencia de estructuras distintivas en la mayoría de las bacterias y a la existencia de la transferencia horizontal de genes entre especies diferentes (Boucher 2003), la cual da lugar a que bacterias muy relacionadas puedan llegar a presentar morfologías y metabolismos muy diferentes.

Por ello, y con el fin de superar esta incertidumbre, la clasificación bacteriana actual se centra en el uso de técnicas moleculares modernas (filogenia molecular), tales como la determinación del contenido de guanina/citosina, la hibridación genoma-

genoma o la secuenciación de ADN ribosómico, el cual no se ve involucrado en la transferencia horizontal (Woese 1994).

La identificación de bacterias en el laboratorio es particularmente relevante, donde la determinación de la especie causante de una infección es crucial a la hora de aplicar un correcto tratamiento. Por ello, la necesidad de identificar a los patógenos humanos ha dado lugar a un potente desarrollo de técnicas para la identificación de bacterias.

La técnica de tinción de membranas de bacterias de Gram, desarrollada por Hans Christian Gram en 1884, (Gram 1884), ha supuesto un antes y un después y consiste en teñir con tintes específicos diversas muestras de bacterias en un portaobjetos para saber si se han teñido o no con dicho tinte (Ryan 2004).

Una vez se han adicionado los tintes específicos en las muestras, y se ha lavado la muestra pasados unos minutos para evitar confusiones, hay que limpiarlas con unas gotas de alcohol etílico.

La función del alcohol es la de eliminar el tinte de las bacterias, y es aquí donde se reconocen las bacterias que se han tomado: si la bacteria conserva el tinte, es una Gram positiva, las cuales poseen una pared más gruesa constituida por varias decenas de capas de diversos componentes proteicos; en el caso de que el tinte no se mantenga, la bacteria es una Gram negativa, la cual posee una pared de una composición diferente.

La función biológica que posee ésta técnica es la de fabricar antibióticos específicos para esas bacterias (Madigan 2004).

También se emplea como primer paso en la distinción de diferentes especies de bacterias, considerándose bacterias Gram positivas a aquellas que se tornan de color violeta y Gram negativas a las que se tornan de color rojo (Beveridge 2004).

Además se utilizan otros métodos para la identificación de bacterias como el de MicroScan®; este sistema ofrece la combinación de las capacidades de identificación y pruebas de sensibilidad para microorganismos como bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Cada panel contiene 27 pruebas bioquímicas de identificación convencionales en miniatura. Los paneles se reconstituyen, inoculan e incuban durante 24 a 48 horas y se leen en forma manual o con el sistema MicroScan® automatizado.

### **2.2.2 Interacciones con otros microorganismos**

Ciertas bacterias viven independientes de otros seres vivos. Otras son parásitas. Pueden vivir en simbiosis con su huésped ayudándose mutuamente o como comensales (sin beneficio). Pueden ser patógenas, es decir, vivir de su huésped.

A pesar de su aparente simplicidad, las bacterias pueden formar asociaciones complejas con otros organismos. Estas asociaciones se pueden clasificar como parasitismo, mutualismo y comensalismo.



#### 2.2.2.1. Comensales

Debido a su pequeño tamaño, las bacterias comensales son ubicuas y crecen sobre animales y plantas exactamente igual a como crecerían sobre cualquier otra superficie.

#### 2.2.2.2. Mutualistas

Ciertas bacterias forman asociaciones íntimas con otros organismos, que les son imprescindibles para su supervivencia. Una de estas asociaciones mutualistas es la transferencia de hidrógeno entre especies. Se produce entre grupos de bacterias anaerobias que consumen ácidos orgánicos tales como ácido butírico y producen hidrógeno, y las arqueas metanógenas que consumen dicho hidrógeno. Las bacterias en esta asociación no pueden consumir los ácidos orgánicos cuando el hidrógeno se acumula a su alrededor. Solamente la asociación íntima con las arqueas mantiene una concentración de hidrógeno lo bastante baja para permitir que las bacterias crezcan (Stams 2005).

#### 2.2.2.3. Patógenos

Solo una pequeña fracción de las bacterias causan enfermedades en los seres humanos, aun así son una de las principales causas de enfermedad y mortalidad humana, causando infecciones tales como el tétanos, la fiebre tifoidea, la difteria, la sífilis, el cólera, intoxicaciones alimentarias, la lepra y la tuberculosis. Hay casos en los que la etiología o causa de una enfermedad conocida se descubre solamente después de muchos años, como fue el caso de la úlcera péptica y *Helicobacter pylori*.



Las enfermedades bacterianas son también importantes en la agricultura y en la ganadería, donde existen multitud de enfermedades como por ejemplo la mancha de la hoja, la plaga de fuego, la paratuberculosis, el añublo bacterial de la panícula, la mastitis, la salmonela y el carbunco (Gill 2011).

Cada especie de patógeno tiene un espectro característico de interacciones con sus huéspedes humanos. Algunos de estos organismos, dentro de los que se encuentran *Staphylococcus* o *Streptococcus*, pueden causar infecciones de la piel, pulmonía, meningitis e incluso sepsis, una respuesta inflamatoria sistémica que produce shock, vasodilatación masiva y muerte. Sin embargo, estos organismos son también parte de la flora humana normal y se encuentran generalmente en la piel o en la nariz sin causar ninguna enfermedad (Fish 2010).

Enfermedades producidas por diversos organismos como las bacterias, se pueden establecer en el cuerpo de las cucarachas. Diversas y severas enfermedades de tipo digestivo, se han transmitido de manera experimental, diversos tipos de gastroenteritis aparecen como las principales enfermedades transmitidas por las cucarachas. Además de náuseas, dolores abdominales, vómito, diarrea, disentería y otras enfermedades.

Los agentes patógenos que producen estas enfermedades, son transportados en las patas y cuerpos de las cucarachas y son depositados en la comida y diversos utensilios.

El excremento y mudas también contienen numerosos alérgenos que afectan ojos y piel. Pero uno de los más importantes, son los que producen asma; cualquier tipo de contacto con las cucarachas puede producir las enfermedades antes mencionadas, sin embargo no están asociados con enfermedades epidémicas (Sramova 1992).

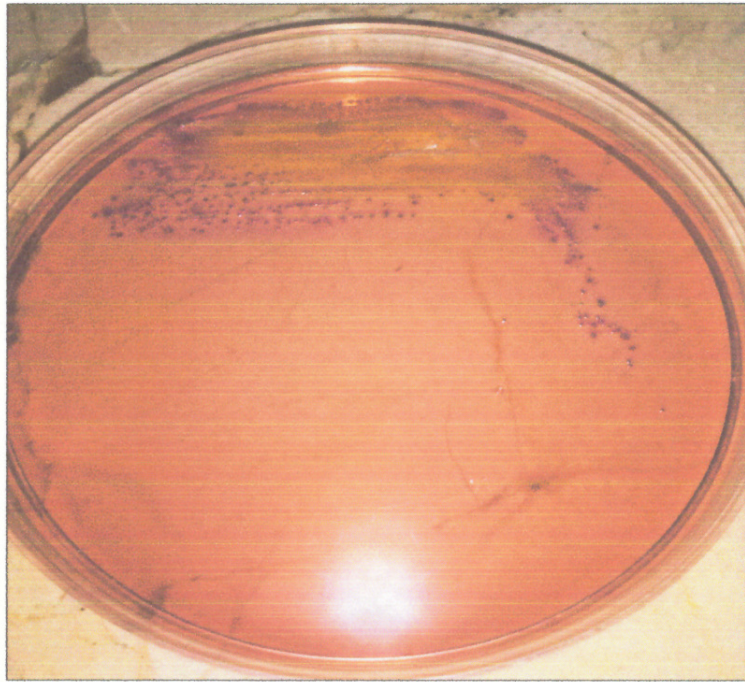


Figura 6. Cultivo de bacterias obtenidas de cucarachas. (Por K. Cubilla)

Crecimiento de bacterias en agar MacConkey para determinar bacterias Gram positivas y Gram negativas.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 Descripción del área de estudio**

#### **3.1.2. Localización**

La Investigación se desarrolló en los distritos de Alanje, Boquete y David en el occidente de la provincia de Chiriquí, en la vertiente del Pacífico de la República de Panamá, específicamente en aquellos lugares de común paso de las cucarachas como cocinas, baños y depósitos de diferentes casas.

Alanje: Cubre una superficie total de 446.6 Kilómetros cuadrados. Se manifiestan 2 tipos de clima en Alanje: el tropical de sabana (Awi) y el tropical húmedo (Ami), ambos se caracterizan por una estación secas de unos tres meses de duración y temperaturas medias en el mes más fresco.

Boquete: ubicada en las tierras altas de la provincia de Chiriquí. Sobre una superficie de 514 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altura aproximada de entre 300 m. s. n. m. (sur) a y 3,000 m. s. n. m. (norte), dependiendo del sector. La temperatura promedio es de 20° centígrados todo el año, presentando dos tipos de climas: templado muy húmedo de altura, con lluvias copiosas todo el año superiores a los 60 mm, y tropical húmedo.

David: David se encuentra asentada en una llanura costera, donde predomina un clima típico tropical de sábana con veranos secos (enero a abril) e inviernos lluviosos (abril a diciembre) con una temperatura promedio anual de 31 °C durante el día y 26 °C durante la noche.

### **3.2. Preparación de los especímenes capturados**

Los especímenes de estudio fueron colectados en diferentes puntos de la provincia de Chiriquí. Estos puntos están localizados en zonas de vida diferentes y comunidades con características diversas a fin de lograr formarnos un escenario suficientemente heterogéneo y poder identificar diferencias en la distribución de las cucarachas por especie y de las posibles bacterias que están presentes en ella.

Para capturarlos se utilizaron diferentes dispositivos, uno de ellos era un frasco de vidrio de boca ancha al cual se le frotaba aceite en las paredes internas y se colocaban restos de comida en el interior. Luego éste era colocado pegado a las paredes de los sitios por los que habitualmente pasaban las cucarachas, de modo que éstas entraban desde la pared al frasco atraídas por los desperdicios y luego no podían salir porque se resbalaban en las paredes aceitosas.

Otras se capturaron utilizando envases directamente colocándolos sobre ellas en el lugar donde se encuentren. Un grupo de los especímenes capturados fue preservado directamente en etanol al 95% y, luego, fijado con un alfiler entomológico número dos en una lámina y rociados con insecticida para evitar que sean dañados por otros insectos como cucarachas, hormigas, etc.

#### **3.2.1. Análisis de especímenes**

Todas las cucarachas colectadas fueron transportadas al laboratorio de Microbiología y Parasitología L-15 de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad Autónoma de Chiriquí, donde se identificaron y disecaron para

determinar la presencia de bacterias tanto en el exoesqueleto como en el interior del tubo digestivo.

Las bacterias adheridas en el tegumento se colectaron lavando los insectos con agua peptonada estéril dejándolos por un periodo de diez minutos aproximadamente para remover posibles bacterias.

Luego para extraer las bacterias presentes en el sistema digestivo se procedió a triturarlas, luego se procedió a realizar diferentes frotis tanto para el agua peptonada y los insectos triturados para ser sembrados en los diferentes medios de cultivos como agar nutritivo.





Figura 7. Cucarachas trituradas de *P. americana*. (Por K Cubilla)

Las cucarachas fueron trituradas en grupo de tres para luego tomar la muestra del sistema digestivo y ser sembrada en agar nutritivo.

Una vez rotulados los platos Petri se colocó en la incubadora en un tiempo de 18 a 24 horas periodo en el que se da el crecimiento de bacterias.

Pasado el tiempo de incubación se procedió a aislar las diferentes colonias en diferentes medios de cultivo como agar sangre, MacCkonkey para bacterias Gram positivas y Gram negativas.

La obtención de las bacterias de colonias totalmente puras se logró tras realizar la tinción diferencial de Gram para bacterias Gram positivas y bacterias Gram negativas; luego se observó en el microscopio para su identificación.

#### Tinción diferencial de Gram

Se preparó un frotis del cultivo o la muestra a realizar. Se aseguró de que no se arrastrara parte del agar del medio junto con la muestra.

Se cubrió con violeta cristal por un minuto. Toda la muestra quedó cubierta.

Se lavó con agua por un segundo y se dejó escurrir. No se excedió con el uso del agua corriente ni se permitió que el chorro cayera directamente sobre la muestra para evitar que la arrastrara.

Luego se cubrió por un minuto con lugol. Se lavó con agua por un segundo cuidadosamente el portaobjetos.

Gota a gota se lavó con alcohol acetona hasta que no se liberara colorante.

Se cubrió con safranina por un minuto. Se Lavó con agua y se dejó seca. Se colocó aceite de inmersión y se observó al microscopio.



Ya obtenidas las colonias puras se realizó la prueba de MicroScan® para identificar las bacterias resultantes.

Este sistema utiliza una varilla única para crear un inóculo estandarizado sin ajustes de turbidez que requieren de mucho tiempo. Las suspensiones bacterianas se mantienen estables hasta 4 horas.

Se seleccionan las colonias, luego se prepara el inóculo y se siembra en cada uno de los paneles de MicroScan®.



**Figura 8. Procedimiento para aplicar la prueba de MicroScan®. (Por K. Cubilla)**

**Después de clasificada la bacteria Gram positiva o Gram negativa aplicamos la prueba de MicroScan® para una identificación más exacta.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se enumera una lista de bacterias encontradas en diferentes ubicaciones anatómicas presentes en *P. americana* las cuales fueron colectadas en distintos puntos del occidente de la provincia de Chiriquí.

**Tabla 2. Especies de bacterias encontradas en el sistema digestivo de cucarachas (*P. americana*) por localidad**

Familia de blattaria	Especie de blattaria	Localidad de captura	Especie de bacteria	Ubicación anatómica
Blaberidae	<i>P. americana</i>	David	<i>Routella ornithinolytica</i> <i>Vibrio damsela</i> <i>Enterobacter americana</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Micrococcus sp.</i> <i>Echerichia coli</i>	Sistema digestivo
Blaberidae	<i>P. americana</i>	Alanje	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Leminorella sp.</i> <i>Escherichia coli</i>	Sistema digestivo
Blaberidae	<i>P. americana</i>	Boquete	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomona aeruginosa</i>	Sistema digestivo

**Tabla 3. Especies de bacterias encontradas en el exoesqueleto de cucarachas (*P. americana*) por localidad.**

Familia de blattaria	Especie de blattaria	Localidad de captura	Especie de bacteria	Ubicación anatómica
Blaberidae	<i>P. americana</i>	David	<i>Escherichia coli</i> <i>Shigella sp.</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Exoesqueleto
Blaberidae	<i>P. americana</i>	Alanje	<i>Echerichia coli</i> <i>Shigella sp.</i> <i>Proteus sp.</i>	Exoesqueleto
Blaberidae	<i>P. americana</i>	Boquete	<i>Escherichia coli</i>	Exoesqueleto

A continuación se muestra la distribución de especies de bacterias de mayor frecuencia presentes en el exoesqueleto presentes en *P. americana*.

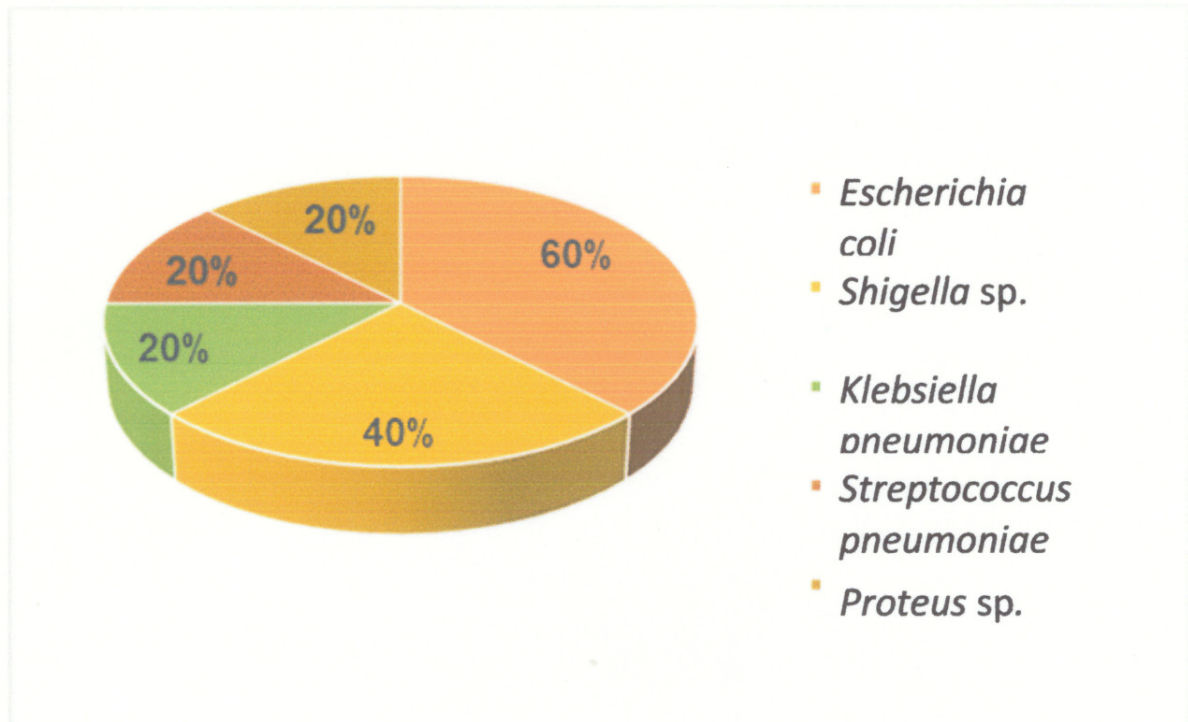


Fig. 9 Distribución de las especies de bacterias encontradas en el exoesqueleto de *P. americana*

Esta figura muestra la distribución de especies más frecuentes encontradas en el exoesqueleto de *P. americana*, donde *E. coli* fue la de mayor porcentaje en el sistema digestivo con respecto a las otras con el 60%, *Shigella* sp. 40%, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus aureus* y *Proteus* sp. ocupando un 20% cada una

## **Bacterias encontradas en *Periplaneta americana***

### *R. ornithinolytica*

Dominio: Bacterias; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Género: Raotella.

### **Morfología**

Es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo, inmóvil y encapsulado que pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. Desde que fue secuenciado por (Drancourt 2001), pertenece a un nuevo género denominado *Raotella*.

Con respecto a las propiedades bioquímicas y mecanismos de patogenicidad, *R. ornithinolytica* es muy similar al género *Klebsiella* sp. Y fácilmente identificada de forma errónea por *Klebsiella oxytoca*. Es productora de histamina y ha sido aislada en vísceras de pescado, termitas, insectos y ambientes acuáticos (Wauters 2004).

Actualmente, los sistemas comerciales de identificación mediante pruebas bioquímicas son capaces de caracterizarla sin ninguna dificultad.

### **Propiedades Bioquímicas**

Las propiedades bioquímicas más importantes de esta bacteria son: indol positivo, citrato positivo, ONPG positivo, lixina descarboxilasa positiva, actividad ureasa positiva, arginina dihidrolasa negativa, fenilalanina deaminasa negativa y se diferencia con respecto a las cepas de *Klebsiella* sp. Por su actividad ornitina



descarboxilasa positiva. En cuanto a la fermentación de azúcares, el perfil fenotípico para su identificación es más complejo, variable y poco útil (Park 2011).

#### *Vibrio damsela* Pacini 1854

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Vibrionales; Familia: Vibrionaceae; Género: Vibrio.

#### Morfología

Es un género de bacterias, incluidas en el grupo gamma de las proteobacterias.

Es un vibrio halófilo perteneciente, junto con *V. fluvialis* y *V. furnisii*, al grupo de los vibrios arginina deshidrolasa positiva, denominados provisionalmente "vibrios del grupo F". Se ha reconocido como causa de enfermedad en el hombre y se ha demostrado su actividad citolítica (Kreger 1984).

Ha sido referido en infecciones de tejidos blandos, fascitis necrosante fatal y sepsis. Mamíferos ha sido estudiado recientemente (Fouz 1994)

Varias de las especies de Vibrio son patógenas, provocando enfermedades del tracto digestivo, en especial *V. cholerae*, el agente que provoca el cólera, *V. parahaemolyticus* causante de diarrea inflamatoria autolimitada y *V. vulnificus*, que se transmite a través de la ingesta de marisco.

Las especies de género Vibrio son invariablemente bacilos Gram negativos, de entre 2 y 3  $\mu\text{m}$  de largo, de forma algo curva, dotados de un único flagelo polar que les

permite una elevada movilidad. Soportan bien los medios alcalinos, así como las concentraciones salinas. No forman esporas, son oxidasa positiva, y anaerobios facultativos. Es posible encontrarlas unidas en sus orillas, por lo que forman agregados espirales o en forma de S.

#### *Enterobacter americana* Rahn 1937

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Género: Enterobacter.

#### Morfología

Género de bacterias muy difundidas en la naturaleza, ya que son poco exigentes nutricionalmente, resistentes a los agentes ambientales y tienen gran capacidad de variación genotípica.

#### Ecología

La mayoría de las especies pueden aislarse del intestino del hombre y de otros animales, pueden ser flora o ser transitorias en la cavidad bucal, en las regiones húmedas de la piel, en especial el perineo, las fosas nasales y las vías genitales femeninas. Son abundantes en la naturaleza, en particular en medios húmedos y, por ser expulsadas por las heces, funcionan como medidores epidemiológicos de salubridad e higiene poblacional.



En el intestino, representan una fracción importante de la flora aeróbica, se encuentran en grandes números en el colon (desde el ciego hasta el recto), donde contribuyen a la degradación de residuos alimenticios y a la producción de gas intestinal como parte de la fermentación (Famiglietti 2005)

Actualmente se reconocen veintinueve géneros de enterobacterias, que incluyen más de cien especies. Son bacilos rectos Gram-negativos; móviles por flagelos peritricos o inmóviles; no esporulados, aerobios facultativos, que fermentan la glucosa, y son oxidasa positivos. Generalmente reducen los nitratos a nitritos. G + C: 38-60 moles %. Entre las bacterias entéricas hay muchas cepas patógenas para el hombre: *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* y algunas cepas de *E. coli* pertenecen a este grupo. Otras enterobacterias son patógenas oportunistas, forman parte de la microbiota normal del intestino y en determinadas ocasiones pueden producir diversos cuadros clínicos.

*Klebsiella pneumoniae* Schroeter 1886.

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: Klebsiella.

### Morfología

Se identifican por presentar morfología bacilar, de coloración Gram negativa. En su gran mayoría productoras de ureasa, que se caracterizan por la presencia de cápsula y la formación de colonias grandes, pegajosas cuando se siembran en medios sólidos. Bacilos Gram negativos, aerobios o facultativos, que fermentan glucosa, crecen fácilmente y son oxidasa negativos.

### Ecología

Se encuentra de forma natural en el suelo, el agua y las verduras (las coles, lechuga, vegetales de hojas verdes, etc.) Una parte beneficiosa con esta cepa bacteriana es la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en una forma más útil para las plantas. Por lo tanto, es una bacteria diazotrófica. En los seres humanos, puede ser aislado del tracto piel, la faringe y gastrointestinal. Identificado como un común patógeno nosocomial, esta bacteria es responsable de causar diversas infecciones adquiridas en la comunidad.

Es la especie de mayor relevancia clínica dentro del género bacteriano *Klebsiella*, compuesto por bacterias Gram negativas de la familia Enterobacteriaceae, que desempeñan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas.

Son bacterias Gram negativas, la asimilación y la fermentación de la lactosa se puede observar en el agar MacConkey donde las colonias son de color rosado y en el medio Kligler o TSI donde son Ácido/Ácido, es decir fermentador de la lactosa más producción de gas; y en la fermentación acetónica o prueba de Voges Proskauer son positivos (Landman 2005).

### Patología

Cuando se vuelven patógenos, estas bacterias se encuentran especialmente en el tracto respiratorio, intestinal y urogenital. Enfermedades causadas por *Klebsiella* incluir neumonía (una enfermedad inflamatoria de los pulmones), infecciones del tracto urinario (ITU), la espondilitis anquilosante (artritis inflamatoria degenerativa), septicemia (inflamación del cuerpo entero) e infecciones suaves del cuerpo en los seres humanos (Gaynes 2005).

En las pruebas bioquímicas de *Klebsiella pneumoniae* fermenta lactosa, sacarosa, sorbitol, adonitol y arabinosa; además es negativo en indol, arginina y ornitina y es positiva para ureasa, lisina, voges-proskauer y citrato.

*Serratia marcescens*, Bizio 1823

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: Serratia.

### Morfología

Es un bacilo gramnegativo de la familia Enterobacteriaceae. Puede ser peligroso para el hombre, ya que a veces es patógena, como causa de infecciones nosocomiales y urinarias.

*S. marcescens* también se pueden encontrar en entornos tales como tierra, supuestamente lugares "estériles", y el biofilm subgingival de los dientes. Debido a esto, y debido a *S. marcescens* produce un pigmento tripirrol naranja rojizo llamado prodigiosina, puede causar manchas extrínsecas de los dientes.

### Patologías

En los seres humanos, *S. marcescens* puede causar infección en varios sitios, incluyendo el tracto urinario, tracto respiratorio, heridas (Bj 2008) y el ojo, ya que puede causar conjuntivitis, queratitis, endoftalmitis, y el conducto lagrimal infecciones. También es una causa poco frecuente de endocarditis y osteomielitis (sobre todo en las personas que usan drogas intravenosas recreativas), la neumonía y la meningitis.

La mayoría *S. marcescens* cepas son resistentes a varios antibióticos debido a la presencia de factores R, que son un tipo de plásmido que portan uno o más genes

que codifican la resistencia; todos se consideran intrínsecamente resistentes a la ampicilina, macrólidos y cefalosporinas de primera generación tales como cefalexina (Auwaerter 2008).

*S. marcescens* es un móviles organismo y pueden crecer en temperaturas que oscilan entre 5-40 ° C y en pH niveles que van desde 5 a 9 se diferencia de otras bacterias Gram-negativos por su capacidad para llevar a cabo la caseína hidrólisis, lo que le permite producir extracelulares metaloproteinasas que se cree que funcionan en las interacciones célula-matriz extracelular. *S. marcescens* también exhibe triptófano y citrato de degradación (Hejazi 1997). Otras pruebas bioquímicas son negativa para oxidasa y fenilalanina y es positiva para citrato, voges-proskauer, lisina y nitrato.



*Micrococcus* sp. Cohn 1872.

Dominio: Bacteria; Phylum: Actinobacteria; Clase: Actinobacteria; Orden: Actinomycetales; Familia: Micrococcaceae; Genero: Micrococcus.

### Morfología

Es un género de bacterias del filo Actinobacteria. 'Se encuentran en ambientes diversos, incluyendo agua y suelo. Son bacterias Gram-positivas con células esféricas de diámetro comprendido entre 0,5 y 3 micrómetros que típicamente aparecen en tétradas.

*Micrococcus* sp. tiene una gruesa pared celular que puede abarcar tanto como el 50% de la materia celular. Su genoma es rico en guanina y citosina (GC), típicamente en porcentaje del 65 al 75% de contenido GC. A menudo contienen plásmidos (de tamaño comprendido entre 1 y 100MDa) que proporcionan al organismo características útiles.

### Ecología

Estas bacterias se han aislado de la piel humana, productos lácteos y de origen animal, cerveza, etc. También se encuentran en muchos otros ambientes, incluyendo agua y suelo. Aunque no forman esporas, las células de *Micrococcus* pueden sobrevivir durante largos periodos: cultivos no protegidos en muestras de suelo han revivido después de estar almacenados en un refrigerador durante 10 años (Greenblat 2004).

También a veces se encuentran contaminando alimentos. La mayoría de las especies que abundan en los alimentos son aerobias, no son patógenas (desprovistas de coagulasa y hemolisina) y catalasa positivas.

Es generalmente un organismo comensal o saprofítico, aunque podría ser también un patógeno oportunista, particularmente en pacientes con inmunodeficiencia, tales como enfermos de VIH.3 Puede ser difícil identificar *Micrococcus* como la causa de una infección puesto que el organismo está presente normalmente en la microflora cutánea. El género es raramente asociado con enfermedades. En raras ocasiones la muerte de pacientes inmunodeprimidos se ha debido a infecciones pulmonares producidas por *Micrococcus*. También puede estar implicado en otras infecciones, incluyendo bacteremia recurrente, shock séptico, artritis séptica, endocarditis, meningitis y neumonía cavitaria (pacientes inmunodeprimidos) (Smith 1999).

#### Pruebas Bioquímicas

Se realizan muchas pruebas de identificación y diferenciación:

Las especies del Género *Micrococcus* son catalasa positiva. La catalasa es una enzima que descompone el peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) en oxígeno y agua.

Las especies del Género *Micrococcus* son coagulasa negativa. La coagulasa es una enzima proteica, con actividad semejante a la protrombina que es capaz de transformar el fibrinógeno en fibrina provocando la formación de un coágulo visible.

## *E. coli*

Dominio: Phylum; Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: Escherichia.

### Morfología

Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gramnegativo), es anaerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa y su prueba de IMVIC es ++-.

### Ecología

En su hábitat natural, vive en los intestinos de la mayor parte de los mamíferos sanos. Es el principal organismo anaerobio facultativo del sistema digestivo. En individuos sanos, es decir, si la bacteria no adquiere elementos genéticos que codifican factores virulentos, la bacteria actúa como un comensal formando parte de la flora intestinal y ayudando así a la absorción de nutrientes. En humanos, la *E. coli* coloniza el tracto gastrointestinal de un neonato adhiriéndose a las mucosidades del intestino grueso en el plazo de 48 horas después de la primera comida. Tiene un ancho variable.

Generalmente se considera que el hábitat "normal" de *E. coli* es el colon de organismos de sangre caliente (aves y mamíferos) (Souza et al., 1999), y que aunque se pueden localizar estas bacterias en el medio externo, tradicionalmente se consideraba que su presencia representaba contaminación fecal, ya que se sospechaba que no se podía reproducir en el medio exterior (Atlas, 1990). Sin

embargo, resultados recientes indican que esto es falso. Existen *E. coli* que viven en otras partes del tracto digestivo, como las *E. coli* patógenas que pueden habitar en la sangre y en el tracto urogenital. Adicionalmente, es posible encontrar poblaciones de *E. coli* en vertebrados de sangre fría. Por otro lado, también se han encontrado cepas particulares en ambientes acuáticos, especialmente los que son ricos en compuestos orgánicos como en el desagüe (Cerritos, 1999; Parveen et al., 1999; Cruz, 2000). En estudios que utilizan marcadores genéticos, como alozimas y ribotipos, se ha descrito que la diversidad genética es mayor en estos cuerpos de agua y que las cepas encontradas en el ambiente exterior no siempre son las mismas que existen en el colon de los posibles hospederos (Puppo y Richardson, 1995; Cerritos, 1999; Parveen et al., 1999).

### Patología

Dentro de las bacterias causantes de enfermedades gástricas importantes, también se encuentra *E. coli*, la cual puede ser responsable de diarreas y de enfermedades que llegan a ser muy graves, como la colitis hemorrágica y síndrome urémico (Donnenberg y Kaper, 1992). Sin embargo, existen varias maneras de interactuar con el epitelio intestinal y de causar diarrea por *E. coli*.

La *E. coli* puede causar infecciones intestinales y extra intestinales generalmente graves, tales como infecciones del aparato excretor, vías urinarias, cistitis, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia y neumonía Gram-negativa (Galli 2012).

Es una bacteria utilizada frecuentemente en experimentos de genética y biología molecular.

Dentro de las pruebas bioquímicas de *E. coli* es negativa para voges-proskauer y nitrato, es positiva para arginina, lisina, ornitina, ureasa, indol y citrato ( Rojas 2006).

### *Y. enterocolitica*

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: Yersinia.

### Morfología

Es un representante de las enterobacteriaceae. Es un bacilo gram negativo, no esporulado, capaz de crecer dentro de una amplia escala de temperaturas, desde -1 °C hasta +40 °C. Presenta factores antifagocitarios (cápsula).

Se multiplica en las mucosas y se puede transmitir a través del contacto con animales, ingestión de productos alimenticios o contaminados o agua contaminada. Raramente causa infecciones mortales.

### Patología

Las yersiniosis son infecciones zoonóticas que afectan roedores, animales pequeños y aves, por lo que el hombre es un huésped accidental (Gray 1995).

*Y. enterocolitica* es un patógeno invasivo entérico, especialmente en personas de corta edad. Los cuadros clínicos más frecuentes producidos por este agente son: enterocolitis, ileítis terminal, linfadenitis mesentérica, septicemia y algunos otros cuadros extraintestinales (Bisset 1990).



El cuadro de linfadenitis mesentérica, es conocido también como un síndrome pseudoapendicular ya que los pacientes presentan un cuadro de dolor abdominal prolongado que en algunas oportunidades puede ser mal identificado como apendicitis (Bottone 1987).

Móvil a 25 C (flagelos peritricos) in móvil a los 37 C. fermenta la glucosa. No fermenta la lactosa. No proteolítico. Heterótrofa.

#### Ecología

*Y. enterocolitica* se ha detectado en fuentes ambientales tales como charcas y lagos (Greenwood, 1985). La infección es adquirida a menudo comiendo el alimento contaminado, los productos especialmente crudos o poco cocinados del cerdo, la leche no pasteurizada, beber el agua no tratada puede también transmitir la infección (Harmon, et al; 1984).

Las pruebas bioquímicas de *Y. enterocolitica* es positiva para la fermentación de la sacarosa y para la producción de ureasa.

*Leminorella* sp. Rahn 1937.

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: *Leminorella*.

### Morfología

Los miembros de este grupo forman parte de la microbiota del intestino (llamados coliformes) y de otros órganos del ser humano y de otras especies animales. Algunas especies pueden vivir en tierra, en plantas o en animales acuáticos. Sucumben con relativa facilidad a desinfectantes comunes, incluido el cloro. Con frecuencia se encuentran especies de enterobacterias en la bio-industria: para comprobar la sanidad de la fermentación de quesos y productos lácteos, alcoholes y en tratamientos médicos, como la producción de toxinas en el uso de cosméticos y fabricación de agentes antivirales de la industria farmacéutica (Morales 2005).

### Ecología

La mayoría de las especies pueden aislarse del intestino del hombre y de otros animales, pueden ser flora o ser transitorias en la cavidad bucal, en las regiones húmedas de la piel, en especial el perineo, las fosas nasales y las vías genitales femeninas. Son abundantes en la naturaleza, en particular en medios húmedos y, por ser expulsadas por las heces, funcionan como medidores epidemiológicos de salubridad e higiene poblacional.

En el intestino, representan una fracción importante de la flora aeróbica, se encuentran en grandes números en el colon (desde el ciego hasta el recto), donde

contribuyen a la degradación de residuos alimenticios y a la producción de gas intestinal como parte de la fermentación.

### Patología

La presencia de enterobacterias dentro del organismo es normal, pero puede determinar la aparición de infecciones, cuya gravedad depende principalmente de la capacidad patológica o de la virulencia de la especie en cuestión y de las características del hospedador. Introducidas por los alimentos, provocan problemas intestinales al adherirse y atravesar la barrera de la mucosa gastrointestinal, manifestada por diarreas y deshidratación (Famiglietti 2005).

En las pruebas bioquímicas es negativa para indol, producción de ureasa y fermentación de lactosa.

### *Staphylococcus. Aureus* Rosenbach 1884

Dominio: Bacteria; Phylum: Firmicutes; Clase: Bacilli; Orden: Bacillales; Familia: Staphylococcaceae; Genero: Staphylococcus.

### Morfología

Es una bacteria anaerobia facultativa, grampositiva, productora de coagulasa, catalasa, inmóvil y no esporulada que se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo, estimándose que una de cada tres personas se hallan colonizadas, aunque no infectadas, por ella (Hurtado 2002).

## Ecología

Los estafilococos se diseminan por las actividades domésticas y comunitarias tales como hacer la cama, vestirse o desvestirse. El equipo de salud es uno de los principales vectores biológicos de diseminación de esta bacteria (Lowy 1998).

Se ha visto que los manipuladores de alimentos contribuyen a diseminar *Staphylococcus aureus* enterotoxigénicos, contribuyendo al desarrollo de intoxicaciones alimentarias (Faundez 2002).

Se ha visto un incremento en la incidencia de infecciones nosocomiales por *S. aureus* desde 1970.<sup>3</sup> Durante el periodo de 1990 a 1992, *S. aureus* fue una de los agentes etiológicos de neumonía adquirida en hospitales (Emori 1993).

## Patología

Puede producir una amplia gama de enfermedades, que van desde infecciones cutáneas y de las mucosas relativamente benignas, tales como foliculitis, forunculosis o conjuntivitis, hasta enfermedades de riesgo vital, como celulitis, abscesos profundos, osteomielitis, meningitis, sepsis, endocarditis o neumonía. Además, también puede afectar al aparato gastrointestinal, ya sea por presencia física de *S. aureus* o por la ingesta de la enterotoxina estafilocócica secretada por la bacteria.

Entre las pruebas bioquímicas encontramos:

### Coagulasa

La prueba de la coagulasa es sencilla y tiene una especificidad muy alta. La prueba se puede realizar con un cultivo o en tubo y consiste en la búsqueda del factor de aglutinación. Se lleva a cabo con la administración de *S. aureus* a plasma de conejo con EDTA, al cabo de unas horas podrá verse la formación de un coagulo (prueba positiva).

### Catalasa

Los estafilococos y los micrococos se diferencian de los estreptococos y los enterococos por esta prueba. Esta prueba detecta la presencia de enzimas-citocromo oxidasa. La prueba se realiza agregando una gota de peróxido de hidrógeno sobre la muestra en un portaobjetos de vidrio. Es positiva si se observa un burbujeo intenso. Entre la causa más frecuente de falsos positivos se encuentra el realizarla en un medio que contenga sangre (los eritrocitos pueden causar burbujeo) y la presencia de pseudocatalasa en algunas cepas estafilocócicas.

### Oxidasa

Esta prueba es rápida, se usan discos de papel filtro con tetrametil-p-fenilendiamina como reactivo. La prueba se basa en que evidenciar la reacción de óxido-reducción y se torna violeta a los 30 segundos cuando es positiva. *S. aureus*, y la mayoría de las especies del mismo género son oxidasa-negativos (Musser 1992).



## *Bacillus subtilis* Ehrenberg 1835

Dominio: Bacteria; Phylum: Firmicutes; Clase: Bacilli; Orden: Bacillales; Familia: Bacillaceae; Genero: Bacillus.

### Morfología

Es una bacteria Gram positiva, Catalasa-positiva, aerobio comúnmente encontrada en el suelo. Miembro del Género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas (Madigan 2005).

*B. subtilis* no es considerado patógeno humano; sin embargo puede contaminar los alimentos, pero raramente causa intoxicación alimenticia. Sus esporas pueden sobrevivir la calefacción extrema que a menudo es usada para cocinar el alimento, y es responsable de causar la fibrosidad en el pan estropeado. Se encuentra comúnmente en el suelo.

### Patología

Únicamente se ha relacionado muy ocasionalmente con algunas infecciones de distinta localización. En relación con los alimentos los brotes de intoxicación alimentaria atribuibles a esta especie también han sido muy ocasionales. Se ha descrito la producción de una toxina extracelular, la subtilina, de escasa toxigenicidad y únicamente relacionada con el desarrollo de reacciones alérgicas en individuos que trabajan con cultivos industriales de esta especie bacteriana. Además, se ha descrito

la producción de una toxina no proteica termoestable, la amilosina, que sería formadora de canales de iones en las membranas celulares.

Los síntomas de su intoxicación alimentaria por *B.subtilis* son muy similares a los provocados por la intoxicación por *B. cereus*, causante de un cuadro diarreico y emético, el primero de ellos relacionado con el número de bacterias ingeridas, y el segundo relacionado con la cantidad de toxina emética ingerida. El comienzo de la sintomatología podría ser tan pronto como a los 10 minutos de la ingestión, y podrían durar hasta 2 días (Budde 2006).

*B. subtilis* dentro de sus pruebas bioquímicas es catalasa positiva.

*Pseudomona aeruginosa* Shroeter 1872

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Pseudomonadales; Familia: Pseudomonadaceae; Genero: Pseudomona.

#### Morfología

Es un género de bacilos rectos o ligeramente curvados, es una bacteria Gram-negativa, aeróbica, con motilidad unipolar. Es un patógeno oportunista en humanos y también en plantas (Kj 2004).

## Ecología

La *P. aeruginosa* tiene una distribución mundial, es cosmopolita. Se aísla de suelos, agua, plantas, animales, incluyendo al hombre, algunas veces es patógeno para animales y vegetales.

*P.aeruginosa*, ya que se encuentra en bajas cantidades en nuestros alimentos y en algunos artículos de limpieza (Hancock 1988).

## Patología

Este patógeno oportunista de individuos inmunocomprometidos, *P. aeruginosa* infecta los pulmones y las vías respiratorias, las vías urinarias, los tejidos, (heridas), y también causa otras sepsis (infecciones generalizadas en el organismo. *Pseudomonas* puede causar neumonías a grupos, lo que en ocasiones precisa ayuda mecánica para superar dichas neumonías, siendo uno de los microorganismos más frecuentes aislados en muchos estudios (Prithviraj 2005).

Pruebas bioquímicas: Producción del pigmento piocianina y de oxidasa, acción oxidativa sobre la glucosa, son típicamente oxidasa positivas, con ausencia de formación de gas a partir de glucosa, son hemolíticas (en agar sangre), prueba del indol negativas, rojo de metileno negativas y Voges Proskauer negativas (Lvermore 2006).

## *Shigella* sp.

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: *Shigella*.

### Morfología

Es un género de bacterias con forma de bacilo Gram negativas, inmóviles, no formadoras de esporas e incapaces de fermentar la lactosa pero si otros carbohidratos, no gases, no producen desaminasas, pueden ocasionar diarrea en los seres humanos.

Está constituido por bacilos cortos gramnegativos sin agrupación, que miden de 0.7  $\mu\text{m}$  x 3  $\mu\text{m}$ ; son inmóviles, no esporulan ni presentan cápsula y su DNA alcanza una similitud de hasta 70-75% en relación con el de *E.coli*, lo cual indica una gran relación con esta última especie (Camacho 2013).

### Ecología

*Shigella* invade las células epiteliales del intestino grueso y la porción distal del intestino delgado, alcanza las submucosas del colon y es capaz de ulcerar esos tejidos. (León.2002)

### Patología

Una vez que el individuo ingiere el microorganismo este debe fijarse al intestino delgado y multiplicarse; en esta etapa no se observa ningún fenómeno clínico y los síntomas solamente aparecen después de que la bacteria se traslada a través del

epitelio, se multiplica formando cúmulos bacilares en el interior de la pared se presenta la inflamación, la lesión progresa y desciende al colon dando lugar a fenómenos hemorrágicos, necrosis y a la formación de úlceras. Las manifestaciones clínicas pueden variar pero algunos de los síntomas incluyen diarrea, dolor abdominal, fiebre y vomito (León.2002).

Esta bacteria tiene un periodo de incubación relativamente corto, generalmente de unas 48 horas, pero varía de 7 a 66 horas, Predomina en los meses de verano y la transmisión intrafamiliar ocurre frecuentemente. (Cabrera 2005).

La temperatura optima de crecimiento de los agentes causales es de 37°C, creciendo dentro de un intervalo de temperaturas comprendido entre 10 y 40°C. Estos microorganismos toleran concentraciones de sal del 5 al 6 % y son relativamente termosensibles también liberan una endotoxina de naturaleza polisacáridica que ataca la mucosa intestinal (Frazier *et al.* 2001).

Para el tratamiento de la shigelosis y cualquier enfermedad diarreica la primera consideración en tratar es la corrección de las anomalías que resulta de la deshidratación: la acidosis metabólica y la pérdida significativa de potasio, aunque la deshidratación severa es rara en shigelosis, con hidratación apropiada la shigelosis es generalmente una enfermedad autolimitada. La decisión para prescribir antibióticos es indicada por la severidad de la enfermedad, la edad del paciente y la probabilidad de mayor transmisión de la infección. La elección de medicamentos específicos dependerá del antibiograma de la cepa aislada o de los patrones de sensibilidad local a los agentes antimicrobianos. (León, 20002).

*Shigella* desencadena su captación por las células M del colon, donde las bacterias son tomadas en el inicio por las células presentadoras de antígenos (macrófagos, células dendríticas) y posteriormente invaden los enterocitos, donde se liberan del fagosoma, se multiplican en citoplasma y diseminan a células adyacentes.

Durante la multiplicación y diseminación bacteriana en la región basal de las células hospederas, el lipopolisacárido (LPS) y peptidoglicano son liberados e inducen la expresión de citocinas proinflamatorias y quimiocinas que activan la respuesta inmune innata. (Ranallo et al., 2010).

*Shigella* crece en 24 h, a 35°C, condiciones aerobias, formando colonias blanquecinas o grisáceas de 1 - 2 mm de diámetro, convexas, de bordes regulares, consistencia butirácea y aspecto húmedo. El género se considera no fermentador de lactosa (lactosa-negativa), lo cual determina que sus colonias adquieran coloración amarillenta en las placas de MacConkey y SS, o roja en las de XLD y VB (Prh 2009).

Una identificación confiable también contempla la complementación de los resultados positivos, empleando reacciones de aglutinación en placa, con sueros anti-A, anti-B, anti-C y anti-D, ya que las pruebas bioquímicas requieren de confirmación inmunológica (Ashida 2009).



*Streptococcus pneumoniae* Klein 1884.

Reino: Eubacteria; Phylum: Firmicutes; Clase: Bacilli; Orden: Lactobacillales;  
Familia: Streptococcaceae; Genero: Streptococcus.

### Morfología

Es un microorganismo patógeno capaz de causar en humanos diversas infecciones y procesos invasivos severos. Se trata de una bacteria Gram positiva de 1,2-1,8  $\mu\text{m}$  de longitud, que presenta una forma oval y el extremo distal lanceolado. Es inmóvil, no forma endosporas, y es un miembro alfa-hemolítico del género *Streptococcus* (Ryan 2004).

### Patologías

Generalmente, se presenta en forma de diplococo, por lo que inicialmente fue denominado *Diplococcus pneumoniae*, aunque existen algunos factores que pueden inducir la formación de cadenas. Neumococo es un patógeno casi exclusivamente humano causante de un gran número de infecciones (neumonía, sinusitis, peritonitis) y de procesos invasivos severos (meningitis, sepsis.) particularmente en ancianos, niños y personas inmunodeprimidas. Es el principal microorganismo causante de Neumonía adquirida en la comunidad (NAC).

Es un importante patógeno humano, agente etiológico reconocido de neumonía, meningitis, sinusitis y otitis media; es menos frecuentemente el origen de endocarditis, artritis, y peritonitis (Baron 1999).

Es el agente bacteriano más frecuente en la etiología de las infecciones respiratorias como la otitis media aguda, la sinusitis aguda y la neumonía adquirida en la comunidad; asimismo, es etiología de procesos sistémicos invasivos como la bacteriemia sin foco evidente de infección, la neumonía complicada y la meningitis (Gómez 1999).

### Pruebas Bioquímicas

En las pruebas bioquímicas, no posee la enzima catalasa, por lo tanto la prueba es negativa.

La característica más utilizada para la identificación del neumococo, sea su sensibilidad a la optoquina (Henrichsen 1995).

*Proteus* sp. Hauser 1885.

Dominio: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Clase: Gammaproteobacteria; Orden: Enterobacteriales; Familia: Enterobacteriaceae; Genero: *Proteus*.

### Morfología

Es un género de bacterias Gram negativas, que incluye patógenos responsables de muchas infecciones del tracto urinario.

Se encuentran en la flora normal intestinal. Son resistentes a los antibióticos (excepto *Proteus mirabilis* que es sensible a la penicilina). Causan infecciones urinarias, septicemias y lesiones purulentas en diferentes órganos.

## Ecología

Las bacterias se encuentran en el colon humano, y también en el suelo y el agua. Es probable que su tendencia a causar infecciones urinarias se deba a su presencia en el colon y a la colonización en la uretra en particular en mujeres. La vigorosa movilidad puede contribuir a su habilidad para invadir las vías urinarias (Alcamo 2000).

La producción de ureasa es una característica importante de la patogenia de infecciones urinarias de este grupo. La ureasa hidroliza la urea de la orina para formar amoniaco, que eleva el pH y predispone a la formación de cálculos de hidróxidos de calcio y magnesio. Dado que la orina alcalina también favorece la proliferación de microorganismos y un daño renal más extenso, el tratamiento se orienta a conservar la orina con pH bajo.

Se determina la fermentación de azúcares, hidrólisis de la urea, producción de indol y sulfhídrico, crecimiento en el medio de citrato.

Las especies de *Proteus* normalmente no fermentan lactosa por razón de no tener una  $\beta$  galactosidasa, son oxidasa-negativas y ureasa-positivas. Algunas especies son mótils. Tienden a ser organismos pleomórficos, no esporulados ni capsulados y son productoras de fenilalanina desaminasa. Con la excepción de *P. mirabilis*, todos los *Proteus* reaccionan positivos con la prueba del indol (Jawetz 1992).

Cabe destacar que dentro de los resultados obtenidos, la especie de cucaracha estudiada *Periplaneta americana* dio una lista de 15 bacterias obtenidas del endoesqueleto y sistema digestivo de la cucaracha.

Dentro de la 15 bacterias encontradas, 10 especies de bacterias son consideradas patógenas para el hombre siendo perjudiciales y pueden causar mayores complicaciones para la salud sino son tratadas a tiempo como lo son: *Streptococcus aureus*, *Enterobacter americana*, *Vibrio damsela*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Proteus sp.*, *Staphylococcus aureus* y *Shigella sp.*; y cinco no patógenas para el hombre como: *Rautella ornithinolytica*, *Micrococcus sp.*, *Leminorella sp.*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomona sp.*

## CONCLUSIÓN

- Se identificaron 15 especies de bacterias en los especímenes de cucaracha estudiada (*P. americana*).
- En el exosqueleto de *P. americana* se obtuvieron seis especies de bacterias (*S. pneumoniae*, *Micrococcus* sp, *E. coli*, *Shigella* sp, *Proteus* sp, *S. aureus*), mientras que el interior del sistema digestivo se obtuvieron la mayor cantidad de bacterias (*E. americana*, *V. damsela*, *K. pneumoniae*, *S. marcensces*, *Y. enterolitica*, *R. ornithinolytica*, *Leminorella* sp, *B. subtilis* y *Pseudomona* sp).
- Dentro de las 15 bacterias encontradas, 10 son consideradas patógenas para el hombre (*Streptococcus aureus*, *Enterobacter americana*, *Vibrio damsela*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcensces*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterolitica*, *Proteus* sp., *Staphylococcus aureus* y *Shigella* sp.) y cinco no consideradas como patógenas (*Rautella ornithinolytica*, *Micrococcus* sp., *Leminorella* sp., *Bacillus subtilis* y *Pseudomona* sp.)

## **RECOMENDACIONES**

- Incentivar a los estudiantes para que adquieran un ámbito de interés en cucarachas, ya que hay muy poca información de las mismas.
- Proponer este proyecto al estudio de otras especies de cucarachas para que en un futuro se puedan hacer comparaciones en cuanto a las bacterias presentes en las mismas y mejorar los métodos para la identificación de bacterias, manteniendo los materiales y equipo necesario oportunamente.
- Desarrollar programas para que los estudiantes puedan interactuar con otros estudiantes sobre diferentes áreas de Microbiología.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Alcamo E. (2000). *Fundamentals of Microbiology*. Lones and Bartlett Publishers Inc. USA.
2. Ashida H., M. Ogawa, H. Mimuro & C. Sasakawa. (2009) *Shigella infection of intestinal epithelium and circumvention of the host innate defense system*. *Curr Top Microbiol Immunol*; 337:231-55.
3. Auwaerter P. (2007). "*Serratia*". Tecnología ABX Guide Point-of-Care Información. Universidad Johns Hopkins. Consultado el 13 de diciembre 2008.
4. Bisset J., L. Powers, S. Abbott. et al.1990. *Epidemiologic investigations of Yersinia enterocolitica and related species: sources, frecuencia and serogroup distribution* J. Clin. Microbiol. 28:910.
5. BJ A. 2008. "*Serratia: Overview*". eMedicine. Web. Consultado el 13 de diciembre 2008.
6. Brewer et al., 1980. *Guía Ilustrada de Insecto comunes de la Argentina*. Miscelánea nº 67 – Ministerio de Cultura y Educación. Fundación Miguel Lillo; Tucumán P.: 131.
7. Budde I., L. Steil, C. Scharf, U. Völker & E. Bremer. 2006. *Adaptation of Bacillus subtilis to growth at low temperature: a combined transcriptomic and proteomic appraisal*. *Microbiology*. 152: 831-853.

8. Cabrera C., C. Purizaca 2005. *Sepsis por Shigella flexneri*. Revista peruana de medicina experimental y salud pública, abril-junio vol.22, núm.002, Instituto Nacional De Salud. Lima, Perú, pp.145-147
9. Cerritos, R. 1999. *Análisis jerárquico en la estructura genética de Escherichia coli asociada a murciélagos de la república mexicana*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 64pp.
10. Christopher PRH, David KV, John SM, V.Sankarapandian.2009. *Antibioticoterapia para la disentería por Shigella*. En: Biblioteca Cochrane Plus Número 4. Oxford: Update Software Ltd. (Traducida de The Cochrane Library, Issue 4 Art no. CD006784. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.). Ingreso a través de la Biblioteca Médica Digital, UNAM.
11. Crespo, Valverde A. 2008. *Blattaria. En Claps .Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. Vol. 2, 615 pp. Ed. Soc. Entomológica.
12. David Landman & Cols.2005. *Carbapenemase-producing Klebsiella pneumoniae in Brooklyn, NY: molecular epidemiology and in vitro activity of polymyxin B and other agents*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, p. 128–132.
13. Emori TG; RP. Gaynes.1993. «An overview of nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory. Clin microbiol review (6): pp. 428-442

14. Famiglietti.2005. *Consenso sobre las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos en Enterobacteriaceae*. Revista Argentina de Microbiología 37:57-66. Disponible en la World Wide Web: [3] ISSN 0325-7541.
15. Faúndez Z, Gustavo; W. Navarrete, P. Caro, M. Troncoso. 2002. «*Portación de Staphylococcus aureus enterotoxigénicos en manipuladores de alimentos*» (HTML). Rev. Med. Chile (Chile: Scielo) 130 (8): pp. 859-894
16. Fathpour, H., G. Emtiazi E. Ghasemi. 2003. *Cockroaches as Reservoirs and Vectors of Drug Resistant Salmonella sp*. Iran. Biomed. J. 7 (1): 35-38
17. Fouz B, AE. Toranzo, EG. Biosca, R. Mazoy, C. Amaro.1994. *Role of iron in the pathogenicity of Vibrio damsela for fish and mammals*. FEMS Lett; 121:181-188.
18. Frazier. W.C & D.C.westhoff. 2001. *Microbiología de los alimentos*. Editorial Acribia, México.
19. Galli, L. 2012. *Estudio de los factores de adherencia de cepas de E. Coli productoras de toxina Shiga aisladas de bovinos*. pp. 119. Consultado el 30 de abril de 2014.
20. Gaynes R. 2005.*Overview of Nosocomial Infections caused by gram negative bacilli*. Clinical Infectious Diseases.; 41:848-54.

21. Gómez D, E. Calderón, R. Rodríguez, E. Espinoza & Juárez M. *Características clínico-microbiológicas de la meningitis por Streptococcus pneumoniae resistente a la penicilina*. Sal Páb Méx 1999; 41(005):397-404.
22. Gliniewicz, A., E. Czajka, E. Laudy, M. Kochman, K. Grzegorzak, K. Zióowska, B. Sawicka, H. Stypulkowska-Misiurewicz & K. Pancer 2003. *German Cockroaches (Blattella Germanicas L.) Potential Source of Pathogens Causing Nosocomial Infections Indoor and Built Environment*, Vol. 12, No. 1-2, 55-60.
23. Gray L.1995. Escherichia, Salmonella, Shigella and Yersinia In: Murray P.R, Baron E.J., Pfaller M.A., Tenover F.C, Tenover R.H. Eds. *Manual of Clinical Microbiology Sixth Edition American Society for Microbiology*, Washington D.C.
24. Greenblat CL., J. Baum, Klein, B.Y, S. Nachshon, V. Koltunov, R.J Cano.2004. *Micrococcus luteus – Survival in Amber*. *Microbial Ecology* 48: pp. 120-127. PMID 15164240.
25. Hancock, R. & A. Woodruff. 1988. *Roles of porin and b-lactamase in intrinsic antibiotic resistance of Pseudomonas aeruginosa*. *Rev. Infect. Dis.* 10: 770-775.
26. Harmon, M., B. Swaminathan, & JC. Forrest.1984. *Isolation of Yersinia enterocolitica and related species from porcine samples obtained from an abattoir*. *J. Clin. Microbiol*, 56: pp.421-427.

27. Hathorne, K., Zungoli. 1999. *Identification of late-instar nymphs of cockroaches (Blattodea)*. Proceedings of the Entomological Society of Washington 101(2): 316-324.
28. Hejazi A, FR. Falkiner.1997. "*Serratia marcescens*". J Med Microbiol 46 (11): 903-12. doi : 10.1099 / 00222615-46-11-903 . PMID 9368530
29. Henrichsen J. 1995. *Six newly recognized types of Streptococcus pneumoniae*. J Clin Microbiol. 33:2759-2762.
30. Hurtado, MP; MA; A. Brito. 2002. *Staphylococcus aureus: Revisión de los mecanismos de patogenicidad y la fisiopatología de la infección estafilocócica.*» (HTML). Rev Soc Ven Microbiol (Venezuela: Scielo) 22 (2): pp. 112-118
31. Jawetz E. et. al.1992. *Microbiología Médica de Jawetz, Melnick y Adelberg*. 14<sup>a</sup> edición. Manual Moderno. (89-97).
32. Klass, K. 2001. *Morphological evidence on blattarian phylogeny: "phylogenetic histories and stories" (Insecta, Dictyoptera)*. Deutsche Entomologische Zeitschrift 48(2): 223-265.
33. Kreger AS.1984. *Cytolytic activity and virulence of Vibrio damsela*. Infect Immun ; 44:326-331
34. Kutrup, B. 2003. *Cockroach Infestation in Some Hospitals in Trabzon, Turkey* Zool 27: 73-77.

35. León Ramírez S. 2002. *shigelosis (disentería bacilar), salud en Tabasco*, abril vol. 8, núm. 001.
36. Livermore Dm., woodford.2006. *The b-lactamase threat enterobacteriaceae, pseudomona aeruginosa and acinobacter. Trend microbial* 14: 413-420.
37. Lowy F.1998. Staphylococcus aureus infections. *Nejm* (Estados Unidos: Massachusetts medical society) 339 (8): pp. 520-532.
38. Madigan M; J. Martinko. 2005. *Brock Biology of Microorganisms*, 11th ed., Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1.
39. Maekawa, T. Matsumoto. 2000. *Molecular phylogeny of cockroaches (Blattaria) based on mitochondrial COII gene sequences. Systematic Entomology* 25: 511-519.
40. Majekodunmi, A. M.T Howard & V. Shah 2002. *The perceived importance of cockroach infestation to social housing residents Journal of Environmental Health Research* Vol 1 Issue 2. Pp.27-34
41. Mallis, A. 2004. *Handbook of Pest Control*. 9a Ed. Editorial Director Stoy A. Hedges, B.C.E. 1-1397.
42. Mille, P. & B. Peters 2004. *Overview of the public health implications of cockroaches and their management* N S W Public Health Bull 15(11-12) 208-211.



43. Manual of clinical microbiology. 1999. 7th edition. Edited by murray p, baron e.j, pfaller m, tenover f, yolken r. Asm press, Washington.
44. Montiel M., J.zambrano., O.Castejón, et al. 2005. *Indicadores bacterianos de contaminación fecal y colifagos en el agua de la laguna de sinamaica, estado zulía, venezuela*. Ciencia. Pp.292-301. Disponible en la world wide web: Issn 1315-2076.
45. Mukha, D., B.M. Wiegmann C. Schal. 2002. *Evolution and phylogenetic information content of the ribosomal DNA repeat unit in the Blattodea (Insecta)*. Insect Biochemistry and Molecular Biology 32(9): 951-960.
46. Musser J., V. Kapur 1992. *Clonal analysis of methicillin-resistant Staphylococcus aureus strains from intercontinental sources: Association of the mec gene with divergent phylogenetic lineages implies dissemination by horizontal transfer and recombination*. J Clin Microbiol (30): pp. 2058-63.
47. Parveen S., K.M. Portier, K. Robinson, L. Edmiston & M.L.Tamplin. 1999. *Discriminant analysis of ribotype profiles of Escherichia coli for differentiating human and nonhuman sources of fecal pollution*. App. Environ. Microbiol. 65:3142-3147.
48. Prado, M.A., F. C. Pimenta, M. Hayashid, P. R. Souza, M. S. Pereira e Elucir Gir 2002. *Enterobactérias isoladas de baratas (Periplaneta americana)*

*capturadas en un hospital brasileiro Rev Panam Salud Publica* 11(2):  
93-97.

49. Prithviraj B, H. Bais, T. Weir, B. Suresh, E. Najarro, B. Dayakar, H. Schweizer, J. Vivanco .2005.*Down regulation of virulence factors of Pseudomona aeruginosa by salicylic acid attenuates its virulence on Arabidopsis thaliana and Caenorhabditis elegans.*». *Infect Immun*73 (9): pp. 5319-28.
50. Pupo, G.M. & B. J.Richardson. 1995. *Biochemical genetics of a natural population of Escherichia coli: seasonal changes in alleles and haplotypes.* *Microbiology.* 141:1037-1044.
51. Ramírez, Pérez, J. 1989. *La cucaracha como vector de agentes patógenos.* *Bol. Of. Sanit. Panam.* 107(1):41-53.
52. Ramos J., E. Blásquez. 2008. *Las cucarachas, monarcas del Planeta.* Mexico. Disponible en <http://www.dicyt.com/noticias/las-cucarachas-monarcas-del-planeta>. Consultada 7 de Enero de 2014.
53. Ranallo RT, RW. Kaminski, T. George, AA. Kordis, Q. Chen, K. Szabo & M. Venkatesan. 2010. *Virulence, inflammatory potential, and adaptive immunity induced by Shigella flexneri msbB mutants.* *Infect Immun,* Jan; 78(1):400-12.
54. Rozendaal, F.G. 1997. *Vector control methods for use by individuals and communities.* Geneva: World Health Organization pp 288–301.

55. Smith K, R. Neafie, Yeager J, Skelton H (1999). *Micrococcus folliculitis* in HIV-1 disease. *Br J Dermatol* 141 (3): pp. 558-61.
56. Sramova, H., M. Daniel., V. Absolonova, D. Dedicova, Z. Jedlickova, & H. Lhotova. 1992. *Epidemiological role of arthropods detectable in health facilities*. *J. Hosp. Infect.* 20: 281-292
57. Souza, V. M. A. Rocha & L.E. Eguiarte. 1999. *Genetic structure of natural populations of Escherichia coli in wild hosts on different continents*. *App. and Environm. Microbiol.* 65: 3373-338.

## ANEXOS

### 7.1 Técnica de identificación de bacterias Gram positivas y Gram negativa

#### Tinción de Gram



Fig. 11. Colorantes utilizados para teñir la muestra. Por K. Cubilla

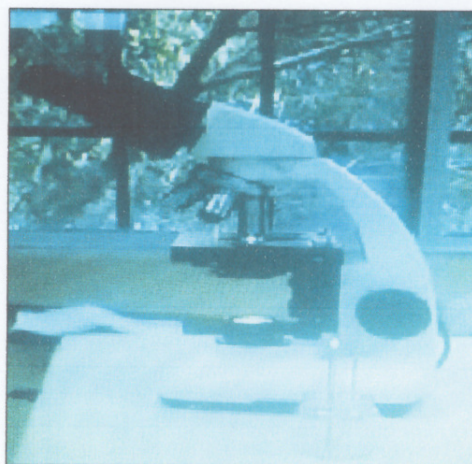


Fig. 12. Microscopio utilizado para observar la placa con la tinción de Gram. Por K. Cubilla





Fig. 13. Muestra colectadas de *Periplaneta americana*. Por K. Cubilla

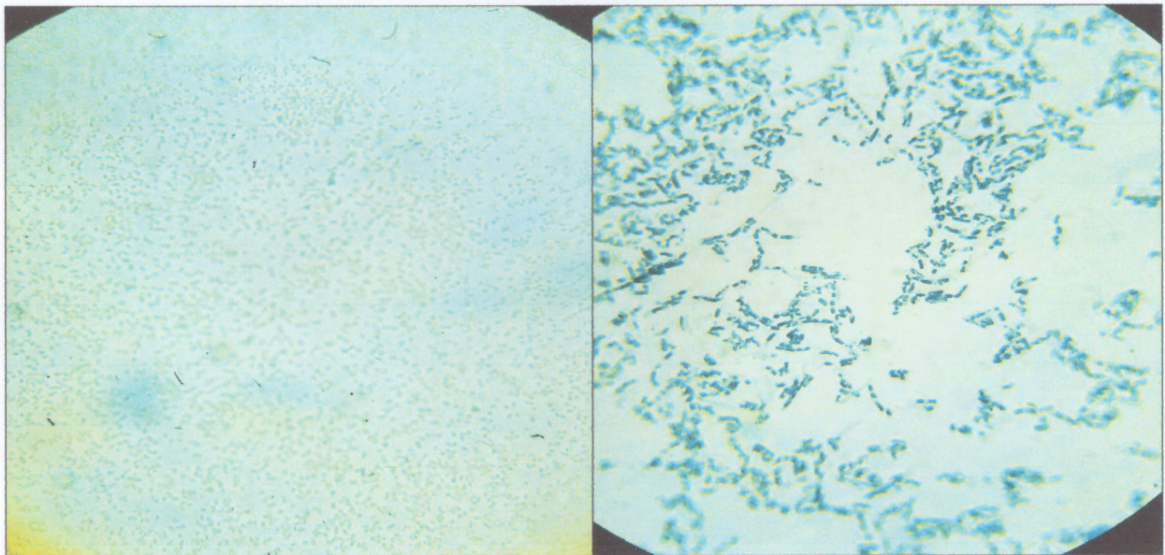


Fig. 14. Bacterias Gram positivas y Gram negativas observadas al microscopio. Por K. Cubilla



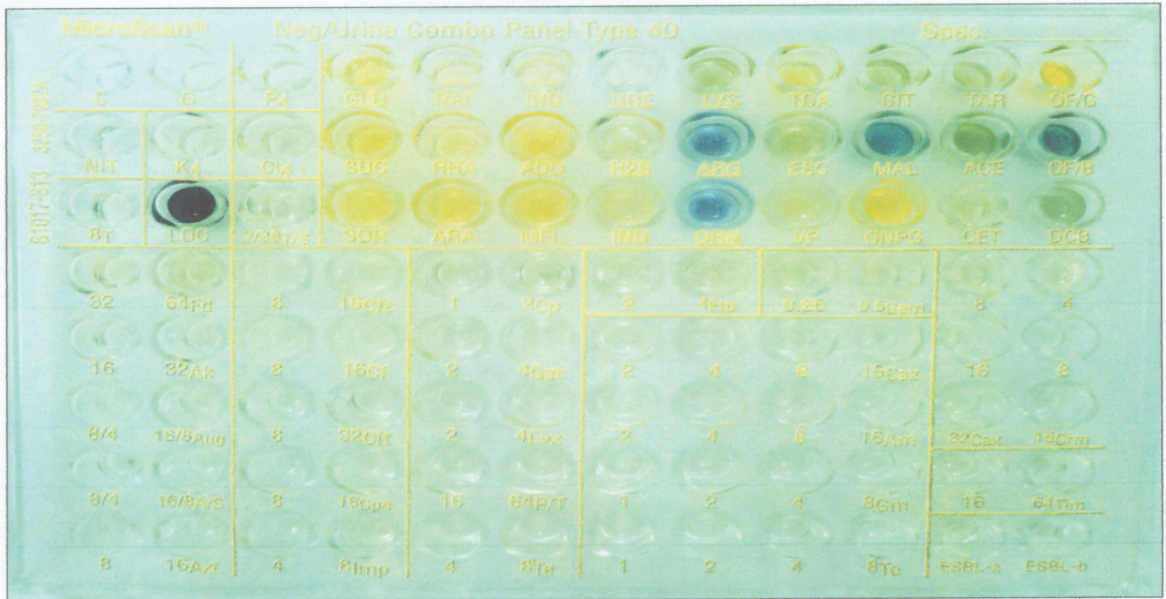


Fig. 15. MicroScan® para combo de bacterias Gram negativas. Por K. Cubilla

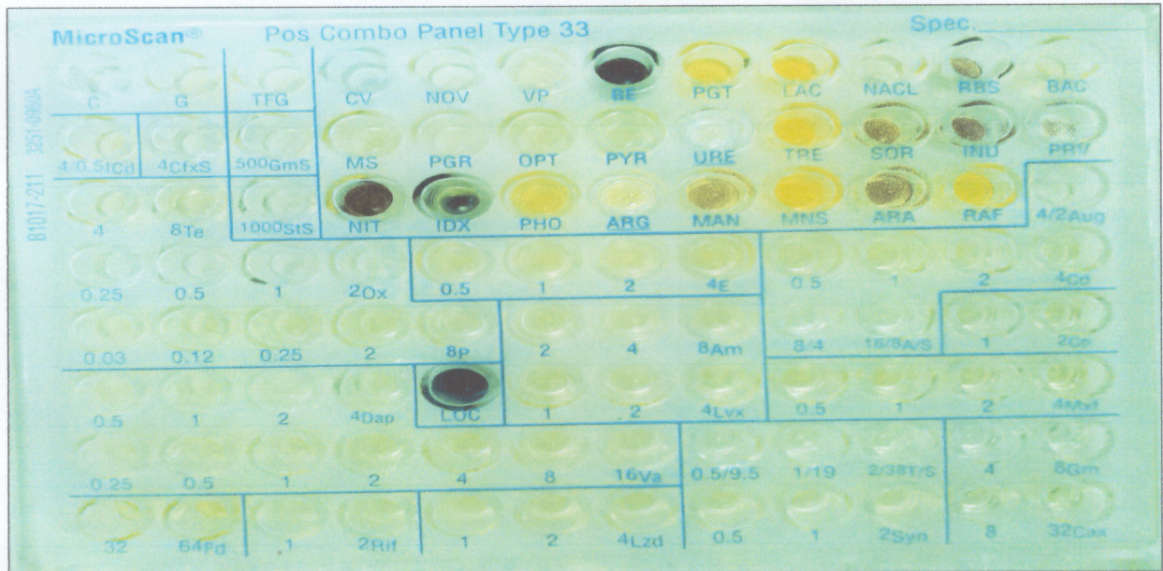


Fig. 16. MicroScan® para combo de bacterias Gram positivas. Por K. Cubilla



## 7.2 Glosario

1. **Alergias:** es una reacción, la cual es conocida como 'reacción extraña'. Se trata de una hipersensibilidad a una partícula o sustancia que, si se inhala, ingiere o toca, produce unos síntomas característicos.
2. **Antibiótico:** Que destruye los microorganismos que producen enfermedades e infecciones.
3. **Bacteria:** Organismo microscópico unicelular, carente de núcleo, que se multiplica por división celular sencilla o por esporas.
4. **Bacterias Gram negativas:** aquellas bacterias que no se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram, y lo hacen de un color rosado tenue. Esta característica está íntimamente ligada a la estructura didérmica dada por la envoltura celular, pues presenta doble membrana celular (una externa y la otra citoplasmática), lo que refleja un tipo natural de organización bacteriana.
5. **Bacterias gran positivas:** grupo de bacterias que no posee una membrana externa capaz de proteger el citoplasma bacteriano, que tienen una gruesa capa de peptidoglicano y que presentan ácidos teicoicos en su superficie. Entre otras cosas, se distinguen especialmente por teñirse de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram aplicada en bacteriología para analizar muestras de laboratorio.
6. **Bacilos:** cualquier bacteria con forma de barra o vara, y pueden encontrarse en muchos grupos taxonómicos diferentes tipos de bacterias.

7. Cepas: una variante fenotípica de una especie o, incluso, de un taxón inferior, usualmente propagada clonalmente, debido al interés en la conservación de sus cualidades definitorias. De una manera más básica puede definirse como un conjunto de especies bacterianas que comparten, al menos, una característica.
8. Comensalismo: es una forma de interacción biológica en la que uno de los intervinientes obtiene un beneficio, mientras que el otro no se ve ni perjudicado ni beneficiado.
9. Endospora: son células especializadas, no reproductivas, producidas por unas pocas bacterias de la división Firmicute. Su función primaria es asegurar la supervivencia en tiempos de tensión ambiental.
10. Enfermedades epidémicas: es una descripción en la salud comunitaria que ocurre cuando una enfermedad afecta a un número de individuos superior al esperado en una población durante un tiempo determinado.
11. Esclerotización: es una placa endurecida de cutícula (esclerotizada, formada por quitina y proteínas) que forma parte de su exoesqueleto y se encuentra delimitada por suturas, surcos o articulaciones.
12. Exoesqueleto: Tejido orgánico duro y rígido que recubre exteriormente el cuerpo de los artrópodos y otros invertebrados.
13. Hospedero: organismo que alberga a otro en su interior o lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de comensal o un mutualista.

14. Infecciones: es un término clínico que indica la contaminación, con respuesta inmunológica y daño estructural de un hospedero, causada por un microorganismo patógeno, es decir, que existe invasión con lesión tisular por esos mismos gérmenes (hongos, bacterias, protozoos, virus, priones), sus productos (toxinas) o ambos a la vez. Esta infección puede ser local o sistémica.

15. Infecciones zoonóticas: es la infección o enfermedad del animal que es transmisible al ser humano en condiciones naturales o viceversa.

16. Integumento: Tejido orgánico que cubre el cuerpo de un animal o alguno de sus órganos internos.

17. Microbiota: es el conjunto de microorganismos que se localizan de manera normal en distintos sitios del cuerpo humano. Puede ser definida como los microorganismos que son frecuentemente encontrados en varias partes del cuerpo, en individuos sanos.

18. Microorganismo: son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio. En este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos que pululan por el planeta tierra.

19. Mutualista: entre individuos de diferentes especies, en donde ambos se benefician y mejoran su aptitud biológica. Las acciones similares que ocurren entre miembros de la misma especie se llaman *cooperación*.

20. Ninfas: se llaman ninfas a las etapas inmaduras que, a diferencia de las larvas, son similares a los adultos, de los que difieren por la falta de madurez de

las gónadas (órganos sexuales productores de los gametos) y otros detalles, como la pequeñez de las alas, además del tamaño.

21. Ooteca: es el depósito de huevos que forman diferentes animales, principalmente moluscos e insectos. Una ooteca contiene muchos huevos generalmente rodeados por una proteína espumosa que se endurece en contacto con el aire formando una cubierta de protección.

22. Patógenos: es todo agente que puede producir enfermedad o daño a la biología de un huésped, sea este humano, animal o vegetal.

23. Propiedades bioquímicas: es cualquier propiedad en que la materia cambia de composición. Cuando se enfrenta una sustancia química a distintos reactivos o condiciones experimentales puede o no reaccionar con ellos. Las propiedades químicas se determinan por ensayos químicos y están relacionadas con la reactividad de las sustancias químicas.

24. Tinción: es una técnica auxiliar utilizada en microscopía para mejorar el contraste en la imagen vista al microscopio.

25. Vector: es un agente generalmente orgánico que sirve como medio de transmisión de un organismo a otro. Los vectores biológicos se estudian por ser causas de enfermedades, pero también como posibles curas. Mecanismo, generalmente un organismo, que transmite un agente infeccioso o infectante desde los individuos afectados a otros que aún no portan ese agente.