



## Actividad antibacteriana *in vitro* de *Geranium ayavacense* sobre *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*

### In Vitro Antibacterial Activity of *Geranium ayavacense* on *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*

Jorge Villacrés-Vallejo<sup>1</sup>, Neiser Ríos Gómez<sup>2</sup>, Rully Dávila Valles<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Facultad de Agronomía. Iquitos, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Facultad de Farmacia y Bioquímica. Iquitos, Perú.

Recibido: 2/5/2020 Aprobado: 20/5/2020

#### RESUMEN

**Introducción.** *Geranium ayavacense* Willd. ex H.B.K (pasuchaca) es utilizado como medicina natural para el tratamiento de diversas enfermedades; recientes estudios demuestran sus propiedades antidiabéticas, pero poco se ha estudiado sus demás propiedades como la antibacteriana, razón por la cual el objetivo principal del presente trabajo es evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* del extracto acuoso liofilizado de *Geranium ayavacense*, sobre *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. **Materiales y métodos.** La actividad antibacteriana se determinó mediante la prueba de sensibilidad, utilizando la técnica de disco difusión en medio sólido. La planta entera de *Geranium ayavacense* se recogió en el distrito de Huaraz, departamento de Ancash; luego fue disecada y pulverizada para obtener el extracto acuoso; posteriormente se sometió a un proceso de liofilización. Se elaboraron discos de sensibilidad con el extracto acuoso liofilizado a concentraciones entre 100 y 900 mg/mL, los cuales fueron expuestos a las colonias en crecimiento de *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. **Resultados.** La concentración mínima inhibitoria (CMI) se determinó por el método de macrodilución. La más alta actividad antibacteriana se obtuvo sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* a una concentración de 900 mg/mL del extracto acuoso liofilizado de *Geranium ayavacense*, el cual produjo un halo de inhibición de 19 mm. Todas las cepas estudiadas tuvieron cierto grado de sensibilidad al extracto acuoso liofilizado. La CMI sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* fue de 8,00 mg/mL, siendo este el menor valor obtenido respecto a las otras cepas estudiadas.

**Palabras clave:** Actividad antibacteriana; Extracto; Sensibilidad; Gentamicina.

#### ABSTRACT

**Introduction.** *Geranium ayavacense* Willd. ex H.B.K (pasuchaca) is used as a natural medicine for the treatment of several diseases; recent studies show its anti-diabetic properties, but little has been studied about its other properties as the antibacterial one, that is why the main objective of the present work is to evaluate the antibacterial activity *in vitro* of the freeze-dried aqueous extract of *Geranium ayavacense*, on *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. **Materials and methods.** The antibacterial activity was determined using the sensitivity test, using the solid medium diffusion disc technique. The whole plant of *Geranium ayavacense* was collected in the district of Huaraz, department of Ancash; then it was dissected and pulverized to obtain the aqueous extract; later it was submitted to a freeze-drying process. Sensitivity discs were elaborated with the freeze-dried aqueous extract at concentrations between 100 and 900 mg/mL, which were exposed to the growing colonies of *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, and *Staphylococcus aureus*. **Results.** The minimum inhibitory concentration (MIC) was determined by the macro dilution method. The highest antibacterial activity was obtained on the growth of *Staphylococcus aureus* at a concentration of 900 mg/mL of the freeze-dried aqueous extract of *Geranium ayavacense*, which produced an inhibitory halo of 19 mm. All the strains studied had some degree of sensitivity to the aqueous freeze-dried extract. The MIC on the growth of *Staphylococcus aureus* was 8.00 mg/mL, being this the lowest value obtained concerning the other studied strains.

**Key words:** Antibacterial activity; Extract; Sensibility; Gentamicin.

#### Información del artículo

##### Correspondencia

Jorge Villacrés Vallejo  
Samanez Ocampo 185, Iquitos, Loreto,  
Perú.  
+51 965 932 007  
+51 065 23 41 40  
villacresvallejo@gmail.com

##### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación del artículo.

##### Fuente de financiamiento

Este estudio fue financiado por los autores y la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

**Citar como:** Jorge Villacrés-Vallejo, Neiser Ríos G, Rully Dávila V. Actividad antibacteriana *in vitro* de *Geranium ayavacense* sobre *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. Rev Peru Med Integrativa. 2020; 5(2):55-60

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una crisis de proporciones mundiales provocada por las enfermedades infecciosas, amenaza ganancias duramente obtenidas en la salud y la esperanza de vida. Las enfermedades infecciosas son muy frecuentes en niños y en adultos mayores en el mundo, producen más de trece millones de defunciones al año, y de ellas una de cada dos defunciones ocurre en los países en desarrollo<sup>(1)</sup>.

Los microorganismos enteropatógenos como *Escherichia coli* son causantes de una gran parte de morbilidad y mortalidad en los países en vías de desarrollo, como es el caso del Perú y otros países de nuestra región, los cuales son afectados por estas bacterias enteropatógenas. Otros microorganismos como *Enterococcus faecalis* son causantes del 15% de las infecciones intrahospitalarias registradas por el Instituto Nacional de Salud (INS), *Staphylococcus aureus* es responsable del 50% y *Pseudomona aeruginosa* del 70% de dichas infecciones<sup>(2)</sup>.

La resistencia de la mayoría de los agentes patógenos causantes de estas enfermedades a medicamentos de primera línea como las penicilinas, varía entre cero y casi el 100%. En algunos casos, la resistencia a los medicamentos de segunda y tercera línea afecta de manera significativa el resultado del tratamiento. A esto se suma la significativa carga mundial de las infecciones nosocomiales resistentes, los nuevos problemas de la resistencia a los antiviricos y los problemas cada vez mayores de la farmacoresistencia de las enfermedades parasitarias desatendidas que afectan a las poblaciones pobres y marginadas<sup>(3)</sup>.

Hoy en día, el uso de la medicina alternativa está muy extendido, ya no es patrimonio de sociedades con historia cultural tradicional como la nuestra. En una encuesta realizada en los Estados Unidos, un tercio de los encuestados refirió haber usado, al menos, una terapia no convencional. El uso de terapias alternativas en otros países desarrollados también es elevado; informes indican que un 46% de los australianos, así como 49% de franceses y 70% de canadienses han utilizado alguna de esas terapias. En Alemania, uno de cada tres alemanes ha utilizado alguna terapia alternativa, siendo la acupuntura y la homeopatía las más empleadas<sup>(4)</sup>.

La riqueza de la biodiversidad amazónica representa un potencial importante, tanto para el patrimonio mundial como para la medicina. Actualmente se estima que solo la mitad de las especies de plantas han sido identificadas. Muchos medicamentos elaborados en los países occidentales proceden de plantas amazónicas; recordemos que las propiedades de las plantas medicinales son el objeto de la biopiratería entre empresas farmacéuticas<sup>(5)</sup>.

El Perú posee una gran diversidad de especies, a pesar de los registros incompletos y fragmentados. En lo que respecta a la flora, se calculan unas 25 mil especies (10% del total mundial) de las cuales un 30% son endémicas. Es el quinto país en el mundo en número de especies; primero en número de especies de plantas de propiedades conocidas y utilizadas por la población (4400 especies), y décimo en especies domesticadas nativas (128)<sup>(6)</sup>.

Al evaluar la actividad antibacteriana del extracto de 26 plantas medicinales para el tratamiento de la diarrea y disentería frente a ocho cepas bacterianas enteropatógenas, entre ellas *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Escherichia coli* O157:H7, se encontró que los extractos acuosos de *Caesalpinia pulcherrima*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Cocos nucifera*, *Geranium mexicanum*, *Hippocratea excelsa* y *Punica granatum* fueron activas contra todas las bacterias. Con respecto a las dos cepas de *Escherichia coli*, los extractos acuosos de *Geranium mexicanum* fue la más activa con porcentajes de inhibición superior al 50% frente a las dos cepas<sup>(7)</sup>.

En el estudio fitoquímico del pasuchaca se evidenció la presencia de compuestos fenólicos, taninos, flavonoides y esteroides en abundancia, en el extracto metanólico<sup>(8)</sup>.

Se ha demostrado que los ácidos fenólicos pueden inhibir el crecimiento de las bacterias debido a las propiedades oxidativas, así como por alterar la hidrofobicidad y la carga superficial de las células, causando finalmente la fisura y deposición citoplasmática<sup>(9)</sup>.

En un estudio preliminar del extracto acuoso liofilizado del *Geranium ayavacense* se determinó predominantemente la presencia de alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, taninos y saponinas<sup>(10)</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Método y diseño de investigación

Estudio experimental, analítico, prospectivo y longitudinal. Se recopilaron las mediciones de comportamiento de un grupo experimental para compararlo con las mediciones de un grupo control. Se utilizó un diseño aleatorio para las concentraciones de extractos acuosos sobre los microorganismos sujetos en estudio. El programa para el análisis de los datos fue el Infostat versión libre.

### Material biológico

Se utilizó la planta entera seca de *Geranium ayavacense* «pasuchaca» (Reg. 41033) que fue colectada en el distrito de Huaraz, departamento de Ancash. La identificación de las muestras vegetales se desarrolló en el Herbarium Amazonense – Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP).

El estudio se realizó con cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, las cuales fueron aisladas, purificadas e identificadas por el Instituto Nacional de Salud (INS) de Lima, Perú.

### Preparación del pulverizado vegetal

La planta se cortó en pequeños fragmentos que fueron inmediatamente secados a 60 °C durante 120 h; luego se pulverizó en una licuadora de cuchillas de acero inoxidable, el resultado se pesó en una Balanza analítica (Mettler Toledo AG 204) y luego se guardó en frascos oscuros para usarlo posteriormente.

Los extractos acuosos se prepararon calentando el pulverizado en agua, a una temperatura entre 70-80 °C, durante dos horas; el resultado se filtró utilizando papel filtro (Whatman N.º 3) y se guardó en refrigeración a 5 °C. Seguidamente se procedió a concentrar el extracto en un rotavapor (MRC ROVA- 100) lo obtenido se guardó en frascos especiales en congelamiento (-20 °C) y posteriormente se liofilizó (SCIENTZ-50N, Labotec) a una temperatura de -40 °C y una presión de  $1,33 \times 10^{-3}$  MBARR durante 48 h; finalmente, se obtuvo extracto liofilizado que se guardó en refrigeración a 5 °C en frasco de vidrio protegido de la luz para su posterior uso en las distintas pruebas.

### Preparación de los extractos a diferentes concentraciones

Se pesó 2,5 g de extracto liofilizado y se disolvió en 2,5 mL de agua destilada estéril para así obtener la solución stock con una concentración de 1000 mg/mL. A partir de esta solución se procedió a preparar las siguientes concentraciones: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 y 900 mg/mL.

### Preparación de los discos de sensibilidad con el extracto vegetal

Los discos de sensibilidad se prepararon utilizando papel Whatman N.º 3; seguidamente, se esterizaron en autoclave (CISA S.p.A) a 121 °C, 15 libras de presión durante 15 min. Luego, se procedió a agregar a cada uno de los discos 10 µL de las concentraciones de los extractos vegetales, las que se dejó secar a 45 °C durante 24 h.

### Prueba de sensibilidad

Se preparó el medio agar tripticasa de soya (TSA) en placas Petri para el cultivo de: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*; las placas se incubaron en una estufa a 37 °C durante 24 h para obtener cultivos jóvenes. Seguidamente, los microorganismos fueron inoculados en la superficie de las placas con medio Mueller-Hinton, estriando con el hisopo en tres direcciones. Se colocaron

los discos de gentamicina de 10 µg y los extractos de *Geranium ayavacense* a las concentraciones de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 y 900 mg, sobre la superficie del medio, con la ayuda de una pinza estéril, presionando ligeramente para asegurar el contacto uniforme. Los discos fueron colocados a una distancia de 2,5 cm uno del otro y a 1,5 cm del borde de la placa. Se invirtieron las placas y fueron incubadas a 37 °C durante 18 h. Con un vernier se midieron los diámetros de las zonas de inhibición completa (incluyendo el diámetro completo).

### Concentración inhibitoria mínima

El medio de cultivo utilizado fue el caldo Mueller Hinton donde se trabajó con el inóculo a una dilución al 1% de la suspensión bacteriana en solución salina al 0,9% a partir de un cultivo en agar tripticasa de soya de 18 - 24 h de incubación. Ajustando la turbidez equivalente al estándar 0,5 de la escala de McFarland para los grupos experimentales: los tubos de ensayo con el extracto acuoso liofilizado de *Geranium ayavacense* se presentaron a concentraciones de 512, 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0,5 y 0,25 mg/mL. Mientras que el grupo control estaba conformado por tubos de ensayo con el medio de cultivo y el inóculo bacterial.

## RESULTADOS

En la Tabla 1, el análisis de los datos utilizando la prueba de Tukey con un alfa = 0,05 muestra que en las tres bacterias los halos de inhibición son similares estadísticamente, para las concentraciones de 700, 800 y 900 mg/mL de *Geranium ayavacense*; sin embargo, no lograron superar a la gentamicina.

**Tabla 1.** Diámetro de halos de inhibición (mm) producido por el extracto de *Geranium ayavacense*

Extractos	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Geranium ayavacense</i> 100 mg/mL	10,33 e	7,33 f g	13,67 e
<i>Geranium ayavacense</i> 200 mg/mL	11,33 d	7,67 f	14,67 d e
<i>Geranium ayavacense</i> 300 mg/mL	12,67 c d	8,33 f	16,33 c d
<i>Geranium ayavacense</i> 400 mg/mL	14,00 b c	10,33 e	16,67 c d
<i>Geranium ayavacense</i> 500 mg/mL	13,33 b c	10,67 d e	18,00 b c
<i>Geranium ayavacense</i> 600 mg/mL	14,30 b c	11,67 c d	18,33 b c
<i>Geranium ayavacense</i> 700 mg/mL	14,00 b c	13,00 b	18,33 b c
<i>Geranium ayavacense</i> 800 mg/mL	14,33 b c	12,67 b c	18,33 b
<i>Geranium ayavacense</i> 900 mg/mL	15,00 b	13,33 b	19,00 b
Control positivo: gentamicina	21,67 a	17,67 a	21,33 a
Control negativo: agua destilada	6,00 f	6,00 g	6,00 f
	C, V= 4,89% p-valor <0,0001	C, V= 4,11% p-valor <0,0001	C, V= 4,61% p-valor <0,0001

**Tabla 2.** Diámetro de la zona de inhibición del extracto de *Geranium ayavacense* sobre *Enterococcus faecalis*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		Interpretación
	Concentración (mg/mL)	<i>Enterococcus faecalis</i> (mm)	
Planta entera	100	10,33	Sensible
	200	11,33	Sensible
	300	12,67	Sensible
	400	14,00	Sensible
	500	13,33	Sensible
	600	14,33	Sensible
	700	14,00	Sensible
	800	14,33	Sensible
	900	15,00	Sensible
Control (+)	Gentamicina	21,67	Sensible

Asimismo, se observa que el aumento del tamaño de los halos de inhibición de las tres bacterias tiene una relación directa con el aumento de las concentraciones del extracto de *Geranium ayavacense*. El mayor halo de inhibición en las tres cepas estudiadas se obtuvo a la concentración de 900 mg/mL, siendo esto en promedio de 19,00; 15,00 y 13,33 para *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*, respectivamente.

En la Tabla 2 se observa que la cepa de *Enterococcus faecalis* es sensible a todas las concentraciones del extracto liofilizado de *Geranium ayavacense* inclusive es igual a la gentamicina (control positivo).

En la tabla 3, se observa que la cepa de *Escherichia coli* es resistente a *Geranium ayavacense* a concentraciones inferiores a 600 mg/mL y tiene una resistencia intermedia a concentraciones mayores a 700 mg/mL.

**Tabla 3.** Interpretación de los diámetros críticos de los halos de inhibición del extracto de *Geranium ayavacense*, sobre *Escherichia coli*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		Interpretación
	Concentración (mg/mL)	Diámetro de la zona de inhibición (mm)	
Planta entera	100	7,33	Resistente
	200	7,67	Resistente
	300	8,33	Resistente
	400	10,33	Resistente
	500	10,67	Resistente
	600	11,67	Resistente
	700	13,00	Intermedio
	800	12,67	Intermedio
	900	13,33	Intermedio
Control (+)	Gentamicina	17,67	Sensible

En la Tabla 4 encontramos que la cepa de *Staphylococcus aureus* presenta sensibilidad a *Geranium ayavacense* a concentraciones mayores a 300 mg/mL, similar a la gentamicina.

En la tabla 5 encontramos que los extractos de *Geranium ayavacense* a concentraciones mayores a 200 mg/mL presenta, de acuerdo al porcentaje de inhibición, una moderada actividad sobre *Enterococcus faecalis* respecto al control positivo (gentamicina)

En la Tabla 6 encontramos que los extractos de *Geranium ayavacense* a concentraciones mayores a 300 mg/ mL presenta, de acuerdo al porcentaje de inhibición, una buena actividad a *Escherichia coli* y moderada actividad a 100 y 200 mg/mL respecto al control positivo (gentamicina).

**Tabla 4.** Diámetros de la zona de inhibición de *Geranium ayavacense* sobre *Staphylococcus aureus*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		Interpretación
	Concentración (mg/mL)	<i>Staphylococcus aureus</i> (mm)	
planta entera	100	13,67	Intermedio
	200	14,67	Intermedio
	300	16,33	Sensible
	400	16,67	Sensible
	500	18,00	Sensible
	600	18,33	Sensible
	700	18,33	Sensible
	800	18,33	Sensible
	900	19,00	Sensible
Control (+)	Gentamicina	21,33	Sensible

**Tabla 5.** Porcentaje de inhibición de *Geranium ayavacense* sobre *Enterococcus faecalis*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		Resultado
	Concentración (mg/mL)	% Inhibición	
Planta entera	100	47,68	Poco activo
	200	52,30	Moderadamente activo
	300	58,45	Moderadamente activo
	400	64,61	Moderadamente activo
	500	61,53	Moderadamente activo
	600	66,14	Moderadamente activo
	700	64,61	Moderadamente activo
	800	66,14	Moderadamente activo
	900	69,22	Moderadamente activo
Control (+)	Gentamicina		

**Tabla 6.** Porcentaje de inhibición del extracto de *Geranium ayavacense* sobre *Escherichia coli*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		<i>Escherichia coli</i>
	Concentración (mg/mL)	% Inhibición	
Planta entera	100	64,07	Moderamente activo
	200	68,76	Moderamente activo
	300	76,57	Buena actividad
	400	78,14	Buena actividad
	500	84,39	Buena actividad
	600	85,95	Buena actividad
	700	85,95	Buena actividad
	800	85,95	Buena actividad
	900	89,08	Buena actividad
Control (+)	Gentamicina		

**Tabla 7.** Porcentaje de inhibición de *Geranium ayavacense*, sobre *Staphylococcus aureus*

Parte de la planta	Extracto acuoso liofilizado		<i>Staphylococcus aureus</i>
	Concentración (mg/mL)	% Inhibición	
Planta entera	100	41,50	Poco activo
	200	43,39	Poco activo
	300	47,16	Poco activo
	400	58,48	Moderamente activo
	500	60,37	Moderamente activo
	600	66,03	Moderamente activo
	700	73,57	Moderamente activo
	800	71,68	Moderamente activo
	900	75,46	Moderamente activo
Control (+)	Gentamicina		

En la Tabla 7 encontramos que los extractos de *Geranium ayavacense* a concentraciones mayores a 400 mg/mL presenta, de acuerdo al porcentaje de inhibición, una moderada actividad a *Staphylococcus aureus* respecto al control positivo (gentamicina).

Para el análisis de los datos se utilizó la prueba de Tukey con un alfa = 0,05, encontrando que el extracto de *Geranium ayavacense* a menores concentraciones presenta una mayor actividad inhibitoria sobre *Staphylococcus aureus* siendo similar estadísticamente a *Enterococcus faecalis*; mientras que para inhibir a *Escherichia coli* se tiene que utilizar mayores concentraciones de esta especie vegetal (Tabla 8).

**Tabla 8.** Concentración mínima inhibitoria de *Geranium ayavacense* (mg/mL), sobre *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Extracto	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Geranium ayavacense</i>	10,67 a b	13,33 a	8,00 b

p-valor 0,005; C.V. = 11,33 %

## DISCUSIÓN

La planta entera de *Geranium ayavacense* es empleado como medicina popular en todo el Perú para tratar diversas afecciones, su principal uso es como hipoglicemiante, pero también es usado para tratar afecciones respiratorias (neumonía), diarreas y problemas febriles (7). Hoy en día el uso de la medicina alternativa está muy extendido, ya no es patrimonio de sociedades con historia cultural

tradicional, como la nuestra (4). Se debe tomar en cuenta los resultados de investigaciones como esta para que nuestros recursos sean protegidos, no debemos olvidar que muchos medicamentos elaborados en los países occidentales proceden de plantas amazónicas cuyos principios activos son el objeto de la biopiratería de las empresas farmacéuticas (5).

El extracto acuoso liofilizado de la planta entera de *Geranium ayavacense* demostró tener una buena actividad antibacteriana a concentraciones superiores a 300 mg/mL sobre *Staphylococcus aureus*, y una moderada actividad sobre *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*, ello coincide con otros resultados de *Geranium ayavacense* contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (8). Estos resultados avalarían el uso de *Geranium ayavacense* para tratar problemas diarreicos y afecciones respiratorias de naturaleza infecciosa. Asimismo, pueden constituir una alternativa para el control de infecciones intrahospitalarias como *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* responsables del 15 y 50% de dichas contaminaciones (2). Más aun, la importancia del uso del extracto de esta especie se centra en la permanente resistencia que va alcanzando la mayoría de los agentes patógenos a medicamentos de primera línea como las penicilinas; la significativa carga mundial de las infecciones nosocomiales resistentes; la resistencia a los antiviricos y los problemas cada vez mayores de la farmacorresistencia de las enfermedades parasitarias desatendidas que afectan a las poblaciones pobres y marginadas (3).

Los resultados muestran elevados porcentajes de inhibición sobre el crecimiento de *Escherichia coli* debido al efecto del extracto de *Geranium ayavacense*, estos resultados coinciden con los obtenidos en esta misma bacteria por el extracto de *Geranium mexicanum*, especie

perteneciente a la misma familia (Geraniaceae); esto nos indica que esta familia tendría componentes con un gran potencial antibacteriano <sup>(7)</sup>, razón por la cual estos datos constituyen evidencias válidas para considerar a esta especie de la misma familia con actividades similares.

Los análisis químicos realizados a los componentes de esta especie muestran la presencia de fenoles, los cuales pueden inhibir el crecimiento de las bacterias debido a las propiedades oxidativas, así como por alterar la hidrofobicidad y la carga superficial de las células, causando finalmente la fisura y deposición citoplasmática <sup>(8-10)</sup>.

En conclusión, el extracto acuoso liofilizado de la planta entera de *Geranium ayavacense* tiene actividad antibacteriana sobre el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La actividad antibacteriana fue evidenciada en todos los ensayos realizados, en los que se demuestra claramente la inhibición producida por el extracto de acuoso liofilizado de *Geranium ayavacense* sobre el crecimiento de estas bacterias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Informe sobre las enfermedades infecciosas. (Citado el 01 de setiembre del 2013). Disponible en: <http://www.who.int/infectious-disease-report/idr99-spanish/pages/textonly.html>.
2. Instituto Nacional de Salud. Reporte de las principales enfermedades infecciosas en el Perú. INS (Lima) 2007. 15 pp.
3. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos. (Citado el 05 de setiembre del 2013). Disponible en: [http://www.antibioticos.msc.es/PDF/resist\\_OMS\\_estrategia\\_mundial\\_contra\\_resistencias.pdf](http://www.antibioticos.msc.es/PDF/resist_OMS_estrategia_mundial_contra_resistencias.pdf)
4. Peña A, Paco O. medicina Alternativa: Intento de Análisis. AnFacMed. 2007 (Citado el 02 de diciembre del 2013); 68 (01): 87 – 96. Disponible en: <http://www.scieilo.org.pe/pdf/afm/v68n1/a12v68n1.pdf>
5. Fórum social mundial. La Amazonía y el Foro Social Mundial. Belem. Brasil. 2009. (Citado el 05 de agosto de 2013). Disponible en: <http://www.ceam-ong.org/wp-content/uploads/2009/04/la-amazonia-y-el-fsm.pdf>.
6. INEI. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2012. Lima: Centro de Edición del INEI; 2012.
7. Alanis A. Evaluación de la actividad antibacteriana de algunas plantas medicinales, usadas en la medicina tradicional mexicana, contra enterobacterias causantes de diarrea y disentería: Estudio farmacológico y químico del pericarpio de *Punica granatum* L. (Granado). Tesis de doctorado. México DF, México. Instituto Politécnico Nacional, 2006. 62pp.
8. Castañeda B, Ramos E, Ibáñez L. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. Revista Horizonte Medico (Internet). 2008 (Consultado el 12 de noviembre del 2013); 8 (1): 56 – 72. Disponible en: [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2199/Art4\\_Vol8\\_N1.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2199/Art4_Vol8_N1.pdf).
9. Maddox C, Laur L., Tian L. (2010). Antibacterial activity of phenolic compounds against the phytopathogen *Xilleya fastidiosa*. Curr Microbiol. 60: 53-58.
10. Aranda V, Villacrés V, Mego R, Delgado H. Efecto de los extractos de *Geranium ayavacense* W. (Pasucha) sobre la glicemia en ratas con diabetes mellitus experimental. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2014; 31(2):261-6.