

Evaluación de la actividad Biológica y determinación del contenido de Fenoles y Flavonoides de extractos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng*

MARTÍNEZ-VILLALBA, José Antonio², MEJÍA-ROSALES, Sarahi¹, MACÍAS-CONTRERAS, Marcela² y SÁNCHEZ-MUÑOZ, Salvador¹

¹Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Carretera El Vergel-La Torreña Km. 0 820, C.P. 35120 Localidad El Vergel, Gómez Palacio, Durango. México

²Universidad Iberoamericana Torreón, Calzada Iberoamericana 2255. Col Ejido la Unión. Torreón, Coahuila. México. C.P. 27420

Recibido 23 Marzo, 2017; Aceptado 20 Junio, 2017

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la actividad biológica de *Panax ginseng* y *Solanum elaeagnifolium* relacionada con diversos metabolitos de carácter secundario. Se prepararon extractos hidroalcohólicos para *Solanum elaeagnifolium* y se obtuvo un preparado comercial de *Panax ginseng*. El análisis de fenoles y flavonoides se realizó espectrofotométricamente (760nm y 510nm respectivamente). Se identificó y cuantificó cada uno de los compuestos por HPLC. Finalmente, la actividad biológica se realizó por el método de difusión en pozos. Los extractos metanólicos de *Solanum elaeagnifolium* mostraron actividad proliferante en *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*. A diferencia del extracto etanólico que solo mostró proliferación en *Pseudomonas aeruginosa*. Por otro lado, el extracto comercial de *Panax ginseng* tuvo actividad inhibitoria contra *Listeria monocytogenes*. Los cromatogramas demostraron la presencia de ácido ferúlico en *Solanum elaeagnifolium* y ácido cafeico en *Panax ginseng*, en concentraciones de 652.22 y 749.16 ppm respectivamente. Los datos anteriores corroboran el potencial de *Panax ginseng* como agente antimicrobiano, pero la actividad proliferativa de *Solanum elaeagnifolium* nos permite obtener un abanico de posibilidades en la aplicación de este posible bioestimulante.

Solanum elaeagnifolium*, fenoles, flavonoides, actividad biológica, *Panax ginseng

Abstract

The objective of this work was to determine the biological activity of *Panax ginseng* and *Solanum elaeagnifolium* related to several secondary metabolites. Hydroalcoholic extracts were prepared from *Solanum elaeagnifolium* and it was obtained a commercial preparation of *Panax ginseng*. The analysis of phenols and flavonoids was performed spectrophotometrically (760nm and 510nm respectively), in addition to the identification and quantification of phenolic compounds by HPLC. Finally, the biological activity was performed by the well diffusion method. Methanolic extracts of *Solanum elaeagnifolium* showed proliferating activity in *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus aureus*. Unlike the ethanolic extract that only showed proliferation in *Pseudomonas aeruginosa*. On the other hand, the commercial extract of *Panax ginseng* showed an inhibitory activity against *Listeria monocytogenes*. The chromatograms showed the presence of Ferulic Acid in *Solanum elaeagnifolium* and Caffeic Acid in *Panax ginseng*, in concentrations of 652.22 and 749.16 ppm respectively. Its corroborate the potential of *Panax ginseng* as an antimicrobial agent, but the proliferating activity of *Solanum elaeagnifolium* allows us to obtain a range of possibilities in the application of this possible biostimulant.

Solanum elaeagnifolium*, phenols, flavonoids, biological activity, *Panax ginseng

Citación: MARTÍNEZ-VILLALBA, José Antonio, MEJÍA-ROSALES, Sarahi, MACÍAS-CONTRERAS, Marcela y SÁNCHEZ-MUÑOZ Salvador. Evaluación de la actividad Biológica y determinación del contenido de Fenoles y Flavonoides de extractos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng*. Revista de Simulación y Laboratorio. 2017, 4-11: 1-12

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jose.martinez@iberotorreon.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor

1. Introducción

En la actualidad existe un interés creciente en la medicina alternativa para la cura de numerosos padecimientos y enfermedades que afectan a los seres humanos. Por lo que las investigaciones que tengan como objetivo el cultivo, estudio y procesamiento de plantas medicinales con fines terapéuticos se consideran estratégicas e importantes (Gómez, 2012). México es rico en biodiversidad y en la actualidad ya han sido identificadas más de 5,000 especies mexicanas con diferentes aplicaciones (Leos-Rivas et al., 2013).

Recientemente, se ha puesto mucha atención en los extractos de plantas utilizadas en la medicina tradicional, debido a la investigación fitoquímica que poseen; la cual, ha sido una herramienta muy importante para la obtención de extractos herbolarios, ya que estos constituyen una rica fuente de productos químicos bioactivos; tales como, saponinas, alcaloides, taninos, flavonoides, glucósidos y compuestos fenólicos. Estos compuestos contienen principios activos, son producto del metabolismo secundario de la planta, cuya acción provoca un efecto fisiológico en el microorganismo (Torres-Nagera et al., 2013; Alonso et al., 2008).

Durante miles de años, la humanidad ha estado usando varias plantas como nutrientes, bebidas, cosméticos, tintes y medicamentos para mantener la salud y mejorar la calidad de vida. Particularmente en Asia, el *Panax ginseng* C.A. Meyer, es considerado como la planta más preciosa entre las hierbas, y el ginseng ha estado en el centro de atención en todo el mundo (Yun, 2001). El género *Solanum* perteneciente a la familia Solanaceae, consta de aproximadamente 2000 especies. El ejemplar *Solanum elaeagnifolium*, comúnmente llamado maceta plateada o trompillo, es un arbusto perenne, ampliamente distribuido en Asia, África, Australia y América tropical y subtropical.

Ningún informe indica sus usos tradicionales, pero ha estado implicado en reducción de peso, decremento en producción, efectos teratogénicos y trastornos neurológicos en rumiantes. Este espécimen se utiliza como una fuente de alcaloides esteroideos en la industria farmacéutica (Feki et al., 2014)

Es por ello, que en el presente trabajo se evaluó la actividad biológica y se determinó el contenido de fenoles y flavonoides de extractos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng*, para su posible aplicación en diversas áreas de la biotecnología.

1.1 Justificación

Actualmente, existe un interés por el estudio de plantas con un alto contenido en antioxidantes naturales, como son los compuestos fenólicos; en donde, están ampliamente distribuidos en la naturaleza y cuyo consumo se ha asociado con una disminución en la aparición de enfermedades, entre otros beneficios. Estos compuestos constituyen un amplio grupo de sustancias con estructuras químicas y actividades metabólicas diferentes.

Con base a este contexto, los principios activos de las plantas son una alternativa real y viable para desarrollar nuevas estrategias a la problemática que existe hoy en día a la resistencia de antibióticos, a ofrecer tratamientos más específicos sobre diversas enfermedades clínicas o encontrar soluciones farmacéuticas o cosméticas más confiables.

Así mismo, a nivel industrial, estos metabolitos secundarios pueden favorecer a proliferar la biomasa y evitar el alto contenido de sustratos para obtener un buen rendimiento del producto final; de igual manera, en la industria alimentaria se busca sustancias de carácter inocuo con propiedades antioxidantes o bactericidas que aumenten la vida de anaquel de los alimentos.

Es importante mencionar que algunos inductores de microorganismos (*Solanum elaeagnifolium*) son considerados como malezas en algunas regiones del norte del país. Su uso generaría un desarrollo sostenible en el área de la biotecnología al aplicar esta planta en procesos industriales, ambientales, farmacéuticos o medicinales.

1.2 Problema

En la actualidad, el control de los microorganismos ha sido de gran importancia y más cuando se habla de áreas biotecnológicas, ya que estos han incrementado su resistencia a compuestos sintéticos, mismos que ocasionan daños a los consumidores y al medio ambiente. Un ejemplo de lo anterior es la resistencia a los antibióticos o la falta de tratamientos medicinales altamente específicos; así como, la persistencia de los contaminantes en el ambiente. Debido a esto existe una demanda creciente del estudio y uso de productos naturales; los cuales, evitan el deterioro ambiental y no causan daños al consumidor. Tal es el caso de los aceites esenciales o extractos de plantas para el control y estimulación de microorganismos, tanto patógenos, como otros de gran importancia industrial.

1.3 Hipótesis

Los extractos obtenidos de *Solanum elaeagnifolium* y un extracto comercial *Panax ginseng* presentan actividad biológica (proliferativa o inhibitoria) frente a los microorganismos de referencia.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el contenido de fenoles, flavonoides y la actividad biológica de extractos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng* como una estrategia para la proliferación celular.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto biológico por difusión en pozos de los extractos contra cepas patógenas.
- Determinar el contenido de fenoles y flavonoides en los extractos de *Panax ginseng* y *Solanum elaeagnifolium*.
- Cuantificar compuestos fenólicos por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

2. Marco Teórico

2.1 Uso de plantas medicinales en México

El uso de las plantas medicinales como remedio para aliviar la enfermedad se remonta a los orígenes de la humanidad. Este conocimiento se ha ido transmitiendo de generación en generación conservando algunas de las connotaciones mágicas que eran atribuidas a las propiedades curativas de las plantas. A principios del siglo XX, los remedios vegetales ocupaban un lugar predominante en todas las farmacopeas del mundo.

Posteriormente, entre los años 1930 y 1960 los avances se produjeron en la identificación y síntesis química de una gran cantidad de moléculas, de manera que, el uso de plantas medicinales quedó en un segundo término. A partir de los años 60, la necesidad de encontrar nuevos fármacos con menos efectos secundarios renovó el interés por dotar de base científica la utilización de las plantas en terapéutica, y se dedicaron esfuerzos en estudiar los efectos de las plantas utilizadas en diferentes culturas y en aislar sus componentes (Pla, 2003).

México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en el número de plantas medicinales registradas con 4500 plantas, después de China que tiene registradas 5000. En tercer lugar, está Colombia con 2600 plantas. Estos son los primeros lugares mundiales en herbolaria.

De esas sólo se han estudiado en toda la historia unas 500. Es por eso que en los últimos años ha crecido el interés por la fitoterapia (Muñeton, 2009).

2.2 Importancia de los fitoquímicos

Las plantas son fundamentales en el desarrollo de la medicina moderna. Su acción preventiva o curativa se debe a sustancias químicas que provocan un efecto fisiológico en el organismo. Estas sustancias se conocen como principios activos y, generalmente, son producto del metabolismo secundario de la planta. Los principios activos tienen propiedades medicinales o preventivas, y funcionan incrementando el bienestar.

El estudio de las sustancias de origen natural que poseen una virtud medicinal se conoce como farmacognosia, y el efecto que ocasionan esas sustancias en el organismo se estudia en farmacología. La fitoquímica permite detectar y posteriormente identificar los principios activos responsables de las propiedades atribuidas a las plantas (Alonso et al., 2008). Actualmente, se ha descrito que las propiedades medicinales de las plantas se deben principalmente a sus fitoquímicos; los cuales, son sintetizados de manera natural como mecanismo de defensa ante artrópodos, insectos y microorganismos (Castillo et al, 2010).

2.3 *Panax ginseng*

La familia Araliaceae comprende aproximadamente 70 géneros y 700 especies, ampliamente distribuidos en regiones tropicales y algunas en zonas templadas. Los dos grandes centros de diversidad de la familia son la región Indomalaya y América tropical. En México, están representados cinco géneros silvestres (*Aralia*, *Dendropanax*, *Didymopanax*, *Oreopanax* y *Sciadodendron*) y numerosos géneros cultivados, estos últimos con fines de ornato principalmente.

Algunos de los géneros cultivados más importantes son: *Aralia*, *Hedera*, *Panax*, *Polyscias*, *Schefflera* y *Tetrapanax* (Espejo-Serna et al., 2009). El ginseng son plantas que se han venido utilizando en la medicina oriental desde la antigüedad (3000 a.C.) debido a su reputación de droga tónica y reconstituyente. Su uso etnomedicinal constituye una verdadera panacea, pues incluiría el tratamiento de la astenia, la aterosclerosis, algunas alteraciones hematológicas y gastrointestinales; así como, síntomas relacionados con la edad y el cáncer. También, está muy extendida su fama de afrodisíaco (Villar et al., 2016).

El *Panax ginseng* es una pequeña planta herbácea con hojas palmatilobuladas, flores blancas en umbelas y fruto en bayas rojas. Es espontánea en zonas montañosas desde Nepal a Manchuriay, abarca regiones que van desde Siberia oriental a Corea, pero debido a la gran demanda se está imponiendo su cultivo, no sólo en Asia sino también en otras partes, como Estados Unidos.

El ginseng posee un olor aromático y sabor dulce, suave al principio, aunque después es acre y ligeramente amargo. Se han caracterizado múltiples compuestos en la raíz del ginseng: polisacáridos, glicopéptidos (panaxanos), vitaminas, esteroides, aminoácidos, péptidos, aceites esenciales (rico en hidrocarburos sesquiterpénicos), políinos y poliacetilenos (panaxinol, panaxitriol). Los constituyentes químicos más importantes son saponósidos, denominados ginsenósidos. Mayoritariamente son heterósidos de geninas tetracíclicas de la serie del damarano (excepto un derivado del ácido oleánico), trihidroxiladas o tetrahidroxiladas (Villas y Gómez-Serranillos, 2003). Los principios activos más importantes aislados de la raíz del ginseng son los siguientes: saponinas triterpéicas (2-3%), ginsenósidos (Ro-R h2), también llamados panaxósidos (A-F), y los ginsenósidos.

Estos últimos los podemos dividir en dos grupos: el primer grupo son los derivados del oleanano. El ginsenósido Ro es el único representante de este grupo (triterpeno pentacíclico). El segundo grupo son los derivados del damnarano (triterpenos tetracíclicos). Dentro de estos derivados podemos diferenciar dos subgrupos: 1) derivados del protopanaxadiol: ginsenósidos Rb1, R b2, Re, Rd, Rh2, y 2) derivados del protopanaxatriol: ginsenósidos Re, Rf, Rg1, Rg2 y Rh1.

Otros componentes presentes son: 1) los glúcidos, destacan polisacáridos de alto peso molecular, llamados panaxanos, 2) aceite esencial o panaceno (constituido principalmente por limoneno, terpineol, citral y poliacetilenos), 3) vitaminas del grupo B, B1, B2, B12, ácido fólico, nicotinamida, ácido pantoténico y vitamina C, 4) oligoelementos: Zn, Cu, Fe, Mn, Ca, etc., y 5) otros componentes como: β -sitosterol, almidón, pectina, mucílago, ácidos grasos libres y esterificados, etc.

2.4 Solanum elaeagnifolium

Es una hierba perenne, espinosa, con tallos erectos, cubiertos de pelos estrellados. Presentan hojas lanceoladas, con peciolo y espinas en los nervios. Se caracteriza por flores con corola violeta, con 5 lóbulos, cáliz en forma de campana, fruto de 6-8 mm, de color amarillo en la madurez. Con origen en América del Norte y Sur, está repartido por muchas regiones del mundo.

En la Comarca Lagunera, se ha encontrado hasta el momento en varias zonas del término de Quinto. Propia de suelos removidos como cunetas, bordes de caminos y zonas sin cultivos. Florece desde mayo hasta septiembre. Se han reportado varios usos medicinales. Contiene una sustancia que cuaja la leche, y se usaba para hacer queso (Blasco-Zumeta, 2013).

Los extractos vegetales se han definido como un concentrado obtenido por el tratamiento de productos vegetales con solventes apropiados; tales como, agua, etanol o éter, de elementos solubles, constituidos por una mezcla de principios activos y sustancias inertes que se producen de la totalidad o de partes de una planta fresca o seca (Lizcano y Vergara, 2008).

Cuando la materia vegetal seca se pone en contacto con el solvente se inicia un proceso opuesto al del secado; es decir, se reconstituye el estado original de la célula. El proceso extractivo empieza cuando el solvente penetra en la célula, logrando sacar el aire contenido en el citoplasma. Para el aislamiento de metabolitos secundarios los solventes más empleados son: agua, alcohol etílico, glicerina, propilenglicol y sus mezclas (Sulca, 2010).

Un extracto vegetal puede ser líquido, semisólido o en polvo. Se pueden obtener por procesos físicos, químicos y/o microbiológicos, a partir de una fuente vegetal y puede ser utilizado en cualquier campo de la tecnología (Lizcano y Vergara, 2008). Los extractos vegetales se pueden obtener de diferentes partes de las plantas como: las hojas, las raíces, pericarpio del fruto, el tallo, las flores y los frutos (Ocares, 2012). En la tabla 1, se resume la actividad biológica de la familia de Solanaceae y *Panax ginseng*.

Especie (herbolaria)	Halos de inhibición (promedio) /Actividad biológica	Cepas patógenas	Referencias
Especies de Solanaceous	17 mm	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Proteus vulgaris</i> .	(Al-Janabi & Al-Rubeey, 2010)
	10 mm	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Proteus vulgaris</i>	(Amutha, 2014)
	11 mm	<i>Escherichia coli</i> , <i>Yersinia pestis</i> , <i>Pseudomonas</i>	(Rana & Sagar, 2016)

		<i>aeruginosa</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .	
	7 mm	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyrogens</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Escherichia coli</i> .	(Doss et al., 2009)
	11 mm	<i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> .	(AmitPandey et al, 2012)
	17 mm	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Proteus vulgaris</i> .	(Al-Janabi & Al-Rubeey, 2010)
Panax ginseng	11 mm	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Escherichia coli</i> y <i>Listeria monocytogenes</i> .	(Lee et al., 2013)
	Efecto inhibitorio	<i>Bacillus anthracis</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , y <i>Bacillus cereus</i> .	(Singh et al., 2016)
	5 mm	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Listeria monocytogenes</i> .	(Norajit & Ryu, 2011)
	3 mm	<i>Staphylococcus Aureus</i>	(Al-Judaibi et al., 2014)

Tabla 1 Bioactividad de familia Solanaceous y *Panax ginseng*

2.5 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos, ubicuos en las plantas, son una parte esencial de la dieta humana y son de considerable interés debido a sus múltiples propiedades antioxidantes. Estos compuestos poseen un anillo aromático que lleva uno o más grupos hidroxilos en su estructura. De igual manera, pueden variar desde una molécula fenólica simple a un polímero complejo de alto peso molecular.

Los flavonoides que soportan la estructura C6-C3-C6, representan más de la mitad de los ocho mil compuestos fenólicos diferentes. La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos depende de la estructura, en particular del número de las posiciones de los grupos hidroxilos y de la naturaleza de las sustituciones en los anillos aromáticos.

Las frutas, verduras y bebidas son las principales fuentes de compuestos fenólicos en la dieta humana. Los compuestos fenólicos presentan una amplia gama de propiedades fisiológicas.

Por ejemplo, algunas investigaciones han demostrado que estas sustancias presentan efectos antialérgicos, antimicrobianos, antioxidantes, antitrombóticos, antiaterogénicos, antiinflamatorios, cardioprotectores y vasodilatadores (Balasundram et al., 2006). Existen dos rutas básicas implicadas en la biosíntesis de compuestos fenólicos: la ruta del ácido siquímico y la ruta del ácido malónico (García y Carril, 2011).

3. Materiales y métodos

3.1 Lugar y área de estudio

El estudio se desarrolló en los laboratorios de microbiología, análisis fisicoquímicos y biotecnología de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Durango y en vinculación con la Universidad Iberoamericana Torreón.

3.2 Colección de material vegetal

La recolección del material vegetal de *Solanum elaeagnifolium*, se realizó en la ciudad de Gómez Palacio, donde la especie fue colectada a 25°38.3'N 103°31'50.7'W y se obtuvo un extracto comercial de *Panax ginseng*.

3.3 Obtención y preparación de extractos

Se prepararon extractos de la planta mezclando 6 g de polvo de planta y 94 mL de alcohol, utilizando como solventes metanol y etanol, ambos al 70%. La extracción se hizo mediante remojo por 15 min con agitación mecánica y un reposo de 48 h⁻¹ a 25 ± 2 °C.

Los extractos obtenidos se filtraron en dos etapas: primero a través de tela para eliminar las partículas vegetales de mayor tamaño, seguida de centrifugación-decantación a 7000 rpm por 10 min. Los extractos obtenidos se guardaron en frascos de plástico color ámbar que se guardaron en refrigeración (Tequida-Meneses et al., 2002).

3.4 Determinación de fenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó mediante el ensayo Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965). Se realizó una curva de calibración con ácido gálico como estándar. Se preparó una mezcla de ácido gálico, agua y reactivo de Folin-Ciocalteu (0.1, 1 y 0.1 mL respectivamente) y se dejó reposar por 5 minutos. Después se añadió 0.3 mL de Na₂CO₃ (7.5%) y se incubó por una hora. Finalmente, se determinó su absorbancia a 760 nm con un espectrofotómetro UV-Visible de la marca Thermo spectronic modelo genesys 10.

3.5 Determinación de flavonoides.

El contenido de flavonoides de los extractos fue medido mediante un ensayo colorimétrico de cloruro de aluminio (Heimler et al., 2006). Se realizó una curva de calibración con Quercetina como estándar. La mezcla de reacción contenía 0.03 mL de NaNO₂ (5%) y 0.03 mL de AlCl₃ (10%). Después de 6 min se agregó 0.2 mL de NaOH (1M) y 0.24 mL dH₂O. Se determinó su absorbancia a 510 nm con un espectrofotómetro UV-Visible de marca Thermo spectronic modelo genesys 10.

3.6 Análisis HPLC.

Se tomaron 100 µL de los extractos. Se realizó el análisis de HPLC de fenoles bajo las siguientes condiciones: Fase móvil: ácido fórmico al (10%) y metanol (relación 2:8) y una columna C-18 (5 lm, 4,6 mm x 50 mm). Antes del análisis, los extractos se filtraron utilizando microdiscos de 45 micras. La velocidad de flujo es de 2 mL/min y las lecturas se realizaron a 280nm. Tiempos de retención (min) de los estándares son los siguientes: 1.155 (ácido cafeico), 1.909 (ácido cumárico), 2.291 (ácido ferúlico), 2.596 (ácido cicórico) y 5.501 (ácido rosmerínico).

3.7 Método de difusión en pozos.

Se agregó a cada caja 20 mL de agar Muller Hinton, y antes de que este polimerizara se añadieron 100 µL (1x10⁹ células/mL) de la suspensión de cada bacteria y se procedió a homogenizar. Se realizaron pocillos con un horador de 6 mm de diámetro y se añadió a cada pozo 50 µL de los extractos. Se incubaron las cajas a 37 °C durante 24 h⁻¹. Después se midieron los diámetros de las zonas de inhibición o proliferación. Los ensayos fueron realizados por triplicado y corriéndolos con sus correspondientes controles.

Cepa patógena	Halos (mm)		
	<i>Solanum elaeagnifolium</i>		<i>Panax ginseng</i>
	EtOH	MeOH	
<i>Acinetobacter baumannii</i>	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	24	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	25	16
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	17	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	17	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	28	-	-
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	-	-	-

Tabla 3 Resultados de la actividad de los extractos de *S. elaeagnifolium* y *P. ginseng* sobre cepas patógenas, con la prueba difusión en pozo

4. Resultados

4.1 Determinación de fenoles y flavonoides.

Las cantidades de fenoles y flavonoides totales contenidas en los diferentes extractos se enlistan en la Tabla 3. De acuerdo a Granger y Talote en 2011 y 2013 respectivamente, con estudios en extractos alcohólicos de las plantas *C. colocythis* y *Avena strigosa*, cuyas características de crecimiento son correspondientes a zonas áridas, contienen una mayor cantidad de fenoles totales, como lo relacionado con los valores de *S. elaeagnifolium*.

Extracto	Fenoles totales (FT) (ppm)	Flavonoides (FV) (ppm)
E ₁	711.14	217.54
E ₂	652.22	187.36
E ₃	749.16	177.24

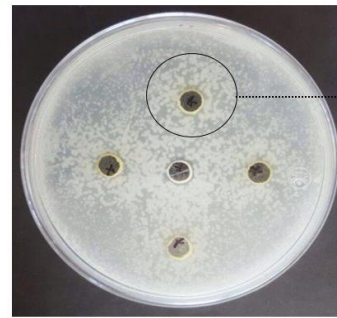
Tabla 3 Contenido de compuestos fenólicos, E₁: *S. elaeagnifolium* etanólico; E₂: *S. elaeagnifolium* metanólico; E₃: *P. ginseng*.

4.2 Método de difusión en pozos

Se encontró que en los extractos alcohólicos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng* tuvieron una actividad biológica importante contra la mayoría de las cepas. Sin embargo, en el caso particular de *Listeria monocytogenes* mostró inhibición con el extracto de *P. ginseng* y proliferación con el extracto metanólico de *S. elaeagnifolium*; mientras que en los extractos etanólicos de *S. elaeagnifolium* solo *P. aeruginosa* mostró una actividad proliferante, como se muestra en la tabla 3 y fig. 1.

4.3 Análisis HPLC

En los cromatogramas, están presentes 14 compuestos, de los cuales se hizo referencia solo a la presencia de ácido ferúlico en *Solanum elaeagnifolium* y ácido cafeico en *Panax ginseng*; en donde, las concentraciones fueron de 652.22 ppm y 749.16 ppm respectivamente.



En promedio se obtuvieron 28 mm de diámetro

Figura 1 Difusión en pozo. Bioactividad positiva en *Pseudomona aureoginosa*

5. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en este trabajo, se pudo encontrar que los extractos etanólicos y metanólicos obtenidos, a partir de la planta de *Solanum elaeagnifolium*, y un extracto comercial de *P. ginseng*, tuvieron actividad *in vitro* contra *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis* y *P. aeruginosa*. Mientras que las demás cepas presentaron un comportamiento bacteriostático.

Las plantas estudiadas como *S. elaeagnifolium*, por la actividad demostrada, ante la mayoría de las cepas, pueden ser una alternativa a nivel sustrato estimulante. Se sugiere continuar evaluando las plantas medicinales en busca de aquellas con actividad antibacteriana o proliferante y, posteriormente, identificar y aislar más metabolitos secundarios causantes de tal efecto.

6. Referencias

Alarcón, M., Fraile, S., Michelangeli, F., Contreras, M., & Fernández, R. (2016). Evaluación *in vitro* de dos extractos de Aloe vera en bacterias patógenas. *Salus*, 20(3).

Al-Janabi, A. A. H. S., & Al-Rubeey, S. A. (2010). Detection of antimicrobial activity of *Solanum melogena* L. (Egg plant) against pathogenic microorganisms. *Pharmacognosy Journal*, 2(15), 35-39.

MARTÍNEZ-VILLALBA, José Antonio, MEJÍA-ROSALES, Sarahi, MACÍAS-CONTRERAS, Marcela y SÁNCHEZ-MUÑOZ Salvador. Evaluación de la actividad Biológica y determinación del contenido de Fenoles y Flavonoides de extractos de *Solanum elaeagnifolium* y *Panax ginseng*. Revista de Simulación y Laboratorio. 2017.

Alonso Torres M. G., Ibarra Martínez C. M. y Martínez y Díaz de Salas M. (2008). Estudio fitoquímico de plantas medicinales propias del estado de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. 8.

AmitPandey, Sajjan Rajpoot, & Sukalpa Mondal. (2012). Effect of metal ions on antimicrobial activity of *S. nigrum* against various pathogens. Volume 1, issue 4 (2012), 108-120.

Amutha S. (2014). Screening of antibacterial activity of solanum melongena seed extracts on selected human pathogenic bacteria. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 5 (4): (B) 208 – 213.

Aponte, M., Calderón, M. 1, Delgado, A., Herrera, I., Jiménez, Y., Ramírez, Z., Rojas, J., Toro, Y. (2008). Fitoquímicos. División de Investigaciones de Alimentos (D.I.A.), División de Nutrición en Salud Pública. Caracas, Venezuela.étaro.

Awatif Al-Judaibi, Ashwag Al-Zahrani, Khadijah A. Altammar, Salmah Binti Ismail and Nadia T. Darweesh. (2014). Comparative study of antibacterial activity of plant extracts from several regions of Asia. *American Journal of Pharmacology and Toxicology*, 9 (2): 139-147.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.

Borras Vila, Ma. Pilar. (2003). Ginseng (*Panax ginseng*). Laboratorios Korhispana.

Blasco-Zumeta, Javier (2013). *Solanum elaeagnifolium*. Flora de la ribera baja del ebro.

Castillo, F., Hernández, D., Gallegos, G., Méndez, M., Rodríguez, R., Reyes, A., & Aguilar, C. N. (2010). In vitro antifungal of plant extracts obtained with alternative organic solvents against *Rhizoctonia solani* Kühn. *Industrial Crops and Products*, 324-328.

Castro, O., Barrios, M., Chinchilla, M., & Guerrero, O. (1996). Evaluación química y biológica del efecto de extractos de plantas contra *Plasmodium berghei*. *Revista de Biología Tropical*, 44(2 A), 361-367.

Cosme Pérez, I. (2008). El uso de las plantas medicinales. *Revista intercultural*.

D'Abrosca, B., Pacifico, S., Cefarelli, G., Mastellone, C., & Fiorentino, A. (2007). 'Limoncella' apple, an Italian apple cultivar: Phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. *Food chemistry*, 104(4), 1333-1337.

Díaz Solares, M., Lugo Morales, Y., Fonte Carballo, L., Castro Cabrera, I., López-Vigoa, O., & Montejó Sierra, I. L. (2017). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos frescos de hojas de *Morus alba* L. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 43-48.

Doss, A., Mubarack, H. M., & Dhanabalan, R. (2009). Antibacterial activity of tannins from the leaves of *Solanum trilobatum* Linn. *Indian Journal of science and Technology*, 2(2), 41-43.

Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., Ceja-Romero, J., Metropolitano, H., & México, D. F. (2009). Flora del Bajío y regiones adyacentes. *Fascia culo*, 162.

Feki, H., Koubaa, I., & Damak, M. (2014). Secondary metabolites and antioxidant activity of seed extracts from *Solanum elaeagnifolium* Cav. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 2(5), 639-647.

- García, A. Á., & Carril, E. P. U. (2011). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (biología)*, 2(3).
- Gómez Álvarez, R. (2012). Plantas medicinales en una aldea del estado de Tabasco, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 43-49.
- Granger, K. L., Gallagher, R. S., Fuerst, E. P., & Alldredge, J. R. (2011). Comparison of seed phenolic extraction and assay methods. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(6), 691-698.
- Güiza Pérez, D. D. P., & Rincón Prieto, L. M. (2007). Estudio del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Minthostachys mollis* combinado con inactivación térmica, sobre cepas de *Listeria monocytogenes* y *Bacillus cereus* (Bachelor's thesis).
- Heimler, D., Vignolini, P., Giulia DM, Vincieri, F.F., Romani, A. (2006). Anti radical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chemistry*. 99: 464 -9.
- Lee, K. A., Kim, W. J., Kim, H. J., Kim, K. T., & Paik, H. D. (2013). Antibacterial activity of Ginseng (*Panax ginseng* CA Meyer) stems-leaves extract produced by subcritical water extraction. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(5), 947-953.
- Leos-Rivas, C., Verde-Star, M., Cruz-Vega, D. E., Barrón-González, M., Rivas-Morales, C., & Oranday-Cárdenas, A. (2013). Actividad biológica de extractos metanólicos de *Heliotropium amplexicaule*. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(3), 19-23
- Lizcano, A. J. y Vergara, J. L. (2008). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y/o aceites esenciales de las especies vegetales *Valeriana pilosa*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrcianthes rhopaloides* y *Passiflora manicata* frente a microorganismos patógenos y fitopatógenos. Memoria de título Microbiología Industrial. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Microbiología Industrial. 131p.
- Loaiza, J., Valverde, R., Rodríguez, G., Molina, J. (2004). Análisis cuantitativos de los principales constituyentes químicos de raíces de *Echinacea purpurea* y *E. angustifolia* producidas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2): 53-59.
- Muñeton. P., Patricia (2009). Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. E. Volumen 10.
- Neávez, T., & Francisco, J. (2009). Actividad biológica y componentes presentes en *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann), *Echinocereus stramineus* (Hengelmann) y *Stenocereus pruinosus*, (Otto) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Norajit, K., & Ryu, G. H. (2011). Preparation and properties of antibacterial alginate films incorporating extruded white ginseng extract. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(4), 387-393.
- Ocares-Cerón, M. A. (2012). Acción antimicrobiana de extractos crudos de especies de plantas nativas sobre *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Pla, N. R. (2003). El uso de plantas medicinales.

- Rana, S., Prakesh, V., & Sagar, A. (2016). Antibacterial Activity of Solanum xanthocarpum Leaf Extract. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(4), 323-328.
- Roma, D., Vázquez, G., Martínez, V., Pusseto, L., Peralta, L., Basualdo, M. C., Mañas, T. G. (2014). Evaluación de la actividad antimicrobiana y de los efectos sobre el balance oxidativo del antimicrobiano ciprofloxacina y de la tintura de Echinacea angustifolia. *Revista diálogos. Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ciencias Humanas* 4 (2): 53-63.
- Rueda, R. Y. R., Naír, A. M. P. B. M., & Rodríguez, S. (2013). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de plantas frente a cepas bacterianas multiresistentes.
- Samantha, A. F. Y., Maruzzela, A. A. S., Alejandra, A. M. D., & Choquehuanca, C. Inhibición de Sthaphylococcus Aureus mediante la Actividad Antibacteriana de Plantas Medicin.
- Singh, P., Kim, Y. J., Wang, C., Mathiyalagan, R., & Yang, D. C. (2016). The development of a green approach for the biosynthesis of silver and gold nanoparticles by using Panax ginseng root extract, and their biological applications. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 44(4), 1150-1157.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A., Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *The American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sosa Flores, J. A. (2015). Efecto antibacteriano in vitro del extracto alcohólico de rosmarinus officinalis (romero) y del agua ozonizada sobre streptococcus mutans y enterococcus faecalis.ales Bolivianas.
- Sulca, T. (2010). Determinación de la actividad antimicrobiana de los extractos de Acmella repens (Botoncillo), Urtica dioica (Ortiga negra) y Sonchus oleraceus (Kana yuyo), Plantas registradas en la parroquia La esperanza-Imbabura, sobre Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Candida albicans, causantes de enfermedades bucofaríngeas. Tesis Ingeniera en biotecnología. Escuela politécnica del ejército. Departamento de ciencias de la carrera de ingeniería en biotecnología. 167p.
- Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E. C., López-Sandoval, S., & Corrales-Maldonado, C. (2002). Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Penicillium chrysogenum, Penicillium expansum, Fusarium moniliforme y Fusarium poae. *Revista iberoamericana de micología*, 19, 84-88.
- Tobo Cortés, L. J. (2009). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos acuosos de Pentacalia ledifolia y Pentacalia vaccinioides (fam. asteraceae) sobre cepas de Listeria monocytogenes, Pseudomonas fluorescens y Salmonella Typhimurium (Bachelor's thesis).
- Torres-Nagera, M. A., López-López, L. I., De La Cruz-Galicia, G., & Silva-Belmares, S. Y. (2013). Solanaceas Mexicanas: Una Fuente de Nuevos Agentes Farmacológicos Solanaceas Mexicanas: Una Fuente de Nuevos Agentes Farmacológicos Mexican Solanaceae: A Source of New Pharmacologic Agents Mexican Solanaceae: A Source of New Pharmacologic Agents. *Revista Científica*, 5(10).
- Villar, A. M., Naval, M. V., & Gómez-Serranillos, M. P. (2003). Ginseng: revisión. *Farmacia Profesional*, 17(10), 68.

Yun, T. K. (2001). Brief introduction of Panax ginseng CA Meyer. *Journal of Korean medical science*, 16(Suppl), S3.

Zampini, I. C., Cudmani, N., & Isla, M. I. (2007). Actividad antimicrobiana de plantas medicinales argentinas sobre bacterias antibiótico-resistentes. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 41(3), 385-393.-73.