



Artículo Original

Efecto del aceite esencial de *Lantana camara* sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*

Effect of *Lantana cámara* essential oil on growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*

Alan Venegas del Castillo¹ y María N. Vásquez-Valles²

¹Tesista Escuela AP de Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Trujillo, Perú.

²Departamento de Microbiología y Parasitología. UNT

RESUMEN

Se verificó el efecto del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. El aceite se obtuvo por el método hidrodestilación, a partir del de hojas de *L. camara*, se utilizó concentraciones de 25, 50, 75 y 100% de aceite usando etanol absoluto como diluyente. Para determinar la inhibición de crecimiento antibacteriano se empleó el método de difusión en pozo; añadiendo 25 µl de cada concentración en pozos de 6 mm de diámetro sobre placas petri con Agar Mueller Hinton los cuales fueron sembrados con *S. aureus* y *E. coli* por superficie, con concentraciones similares al tubo N° 0.5 del Nefelómetro de Mac Farland (1.5×10^8 UFC/ml); utilizando Vancomicina y Cloranfenicol como controles para *S. aureus* y *E. coli* respectivamente. La lectura se realizó a las 24 horas de incubación a 37°C midiendo el halo de inhibición en cada ensayo. Los resultados mostraron que hay mayor inhibición a mayor concentración del aceite esencial ($p < 0,05$), siendo la concentración de 100%, la que logró inhibición máxima con 33 mm para *S. aureus*. Se concluye que el aceite esencial de *L. camara* muestra efecto inhibitorio sobre el crecimiento del *S. aureus* y *E. coli*.

Palabras clave: Aceite esencial, *Lantana camara* L., crecimiento, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

ABSTRACT

The objective of this research was to demonstrate the effect of essential oil of *Lantana camera* L. on growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The *Lantana* oil was obtained by distillation method from the leaves, and concentrations of 25, 50, 75 and 100% of oil using absolute ethanol as solvent was used. Diffusion in well method was used to determine the antibacterial growth inhibition: it was added 25 µl of each concentration in wells of 6 mm diameter over Petri dishes with Agar Mueller Hinton which were stocked by surface with *S. aureus* and *E. coli*, at concentrations similar to the tube N° 0.5 of the Nephelometer of Mac Farland, using Vancomycin and chloramphenicol as controls for *S aureus* and *E coli*, respectively. The results showed that there is greater inhibition at higher concentration of essential oil ($p < 0,05$), being the concentration of 100%, to achieve maximum inhibition with 33 mm for *S. aureus*. Concluding that the essential oil of *L. camara* shows inhibitory effect on the growth of *S. aureus* and *E. coli*.

Key Words: Essential oil, *Lantana camara*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, growth

INTRODUCCIÓN

Dadas las cualidades antisépticas de plantas aromáticas y medicinales, sus extractos y aceites esenciales han sido reconocidos desde la antigüedad como fuente de agentes terapéuticos, debido a que producen más de 100 000 metabolitos secundarios, muchos de los cuales son antibacterianos^{1,2,3}.

Lantana camara L (Verbenaceae), popularmente conocida como “Hierba de la maestranza” en el Perú, presenta varios terpenoides, esteres y alcaloides con actividad antipirética y antiespasmódica que le confiere propiedades bactericida, nematicida, antimutagénica insecticida y repelente contra insectos vectores de la malaria. Su aceite es amarillo con olor característico y presenta reconocidos antibacterianos como, limoneno, timol, geraniol, a-fenlandreno, germacreno-D, sabileno, β-cariofileno, E-nerolidol, a-humuleno, linalool, α-terpineol, entre otros^{4,5,6,7,8}.

A nivel mundial, el 70% de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) son atribuidas a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) contaminados con microorganismos, tales como, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Campylobacter* spp, *Escherichia coli* y rotavirus o por intoxicaciones alimentarias como las producidas por *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus*^{11,12,13,14}.

S. aureus produce una variedad de toxinas de proteína extracelular, incluyendo las enterotoxinas, síndrome de shock tóxico toxina exfoliativa 1 (TSST-1), toxina (ET), hemolisinas y coagulasa^(25, 26). Las enterotoxinas son un grupo serológico de proteínas diferentes (A, B, C1–3, D, E y F) causantes de intoxicación alimentaria estafilocócica, que es una intoxicación común que resulta del consumo de alimentos que contienen cantidades tan pequeñas como 100 ng de una o más enterotoxinas preformadas^{11,12,13}. Los síntomas tienen un inicio rápido y comprenden náuseas, vómitos con o sin diarrea y dolores abdominales, a su vez se han reportado muertes por infecciones de *S. aureus* debido a los severos desórdenes gastrointestinales¹⁴. Su presencia en alimentos se interpreta como indicador de contaminación por malas prácticas de higiene de los manipuladores de alimentos, convirtiendo a los manipuladores de alimentos en los mayores agentes transmisores, siendo la principal fuente de contaminación por cepas de *S. aureus* asociadas a Intoxicación Alimentaria Estafilocócica (IAE)^{11,14}. La diseminación de *S. aureus* enterotoxigénico desde el manipulador al alimento se puede producir por contacto directo e indirecto, por medio de la descamación normal de piel o por medio de aerosoles procedentes del tracto respiratorio cuando se estornuda, tose o habla, así como falta de higiene en materiales y equipos^{11,13,14}.

Se ha informado que en el Perú, entre 1993 y 2001, se registraron 12 brotes de enfermedades producidas por el consumo de productos lácteos, los cuales comprendieron 11,5% del total de casos de enfermedades transmitidas por alimentos en esos años, estos brotes afectaron a 1 278 personas (de ellas, 24 fallecieron), Entre sus agentes causales se encontró a *S. aureus* con 1,6% de incidencia¹⁸.

E. coli presenta una alta incidencia de casos siendo los niños de 1 a 5 años y los ancianos susceptibles a la infección, utilizando múltiples mecanismos similares a otras bacterias que infectan mucosas, con las etapas de adhesión y colonización de la mucosa, evasión de los mecanismos de defensa, multiplicación y daño tisular⁽³⁹⁾. El ganado de leche o carne sano puede contaminarse durante el proceso de sacrificio y procesamiento⁽⁴⁰⁾.

En el Perú, el primer hallazgo de *E. coli* O157:H7, principal causante de ETA por esta bacteria, se hizo en las heces de una lactante que provenía de Tacna, la cepa presentó los 3 factores de virulencia y en un estudio de 102 muestras de carne molida de bovino en Lima metropolitana encontraron un 22.55% positivo para *E. coli* O157; del total de positivos se analizaron 10 (43.48%) cepas, comprobándose que todas eran *E. coli* O157:H7⁽²⁹⁾. En el 2001, en Tacna, se observó un aumento del número de diarreas disentéricas, con un incremento de 197 a 235 casos, siendo el grupo etario de 1 a 4 años el más afectado con 136 casos (57.8%); de éstos, la mayoría (78.7%) procedían del distrito de Tacna y sólo 10.7% del distrito Alto de la Alianza^{16,17,18}.

Teniendo en cuenta la importancia de las ETAs en la salud de la población, resulta justificable la búsqueda de alternativas de tratamiento con aceites de origen vegetal de especies disponibles. En este contexto, la presente investigación tuvo por determinar el efecto de las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% (289.7; 579.4; 869.1 y 1158.8 mg/ml) del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico

- Aceite esencial de *Lantana camara* L. “Hierba de la maestranza”
- Cultivos de *Staphylococcus aureus* procedente del Laboratorio de Microbiología y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Trujillo en 2014. Cultivo de *Escherichia coli* procedente del Laboratorio de Análisis de Alimentos y Aguas de la Municipalidad Provincial de Trujillo en 2014.

Obtención e identificación de *Lantana camara*.

Las plantas fueron recolectadas en el Centro poblado El Trópico, Distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad (a 50 m.s.n.m.), transportadas al laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo para la extracción del

aceite esencial. Una muestra de la planta fue llevada al Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo para su identificación taxonómica.

Extracción del aceite esencial^{19,20,21}

Se seleccionaron las hojas que no presentaron lesiones, separándolas de los tallos e inflorescencias⁽⁶⁴⁾. El lavado se realizó con agua corriente para eliminar partículas extrañas, suciedad y restos de tierra, posteriormente fueron puestas a orear por 24 horas y para la extracción. Se empleó el método de Hidrodestilación, para lo cual se utilizó 12 000 g de hojas colocándose 150 g en un matraz esférico esmerilado de 2 000 mL de capacidad. Se procedió a llenar con agua destilada el balón destilador, previa instalación del conducto refrigerante, y se hizo circular el agua a través del mismo. Luego se llevó a calentamiento hasta desprendimiento de un líquido inmiscible conteniendo vapor de agua condensada y el aceite esencial, que fueron recolectados en un embudo de decantación. El tiempo fue de 60 min aproximadamente contándose desde el instante en que cayó la primera gota en la pera de decantación. Se eliminó el agua y se separó el aceite en un frasco de color ámbar.

Almacenamiento

El aceite colectado se guardó en frascos de color ámbar debidamente rotulados, debido a que son inestables fotoquímicamente y se deshidrató con Na₂SO₄ anhidro^(47,58). Se conservó en refrigeración a 4°C hasta el momento de su utilización.

Constantes físicas del aceite esencial

Para determinar la densidad se utilizó un densímetro digital Densymeter DMA35- Aton, obteniendo una densidad de 1.1588 g/ml (1 158.8 mg/ml) y para el Índice de refracción, el refractómetro de círculo Carl Zeiss se obtuvo el valor del índice de refracción: 1.576

Preparación de los inóculos bacterianos^{22,23}.

- **Reactivación de cultivos de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli***

Se tomó una azada de cada cultivo conservado, se sembraron en 4 ml de caldo Infusión Cerebro-Corazón (BHI) respectivamente, se llevó a incubar a 37°C por 24 horas. Luego se sembró la suspensión en Agar Baird Parker y MacConkey respectivamente, se llevaron a incubar a 37°C por 24 horas. Se seleccionaron colonias que presentaron características culturales propias. De las colonias se tomó una azada, se realizó la coloración Gram y se observó a 100x. Una vez comprobada la pureza, de la parte restante de la colonia se sembró en agar nutritivo semisólido inclinado.

- **Preparación de inóculo**

Se realizó a partir del cultivo puro de cada bacteria sembrado en Agar nutritivo con 18 horas de incubación. Se hizo una suspensión en 5 ml de agua destilada esteril, a una turbidez equivalente al tubo N° 0.5 del nefelómetro de Mac Farland (1.5×10^8 UFC/ml).

- **Preparación de las diferentes concentraciones del aceite esencial de *L. camara* L.**

El aceite puro obtenido fue considerado como tratamiento al 100% ($\rho=1158.8$ mg/ml), a partir del cual se realizó diluciones para obtener las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% (289.7; 579.4; 869.1 y 1158.8 mg/ml) utilizando como solvente etanol absoluto (control).

Prueba de Inhibición del Crecimiento^{24,28,26}

Método de Difusión en Agar: (i) la actividad antibacteriana se determinó mediante el método de difusión en agar. Se sirvió 25 ml de Agar Müller-Hinton en placas Petri, (ii) las placas se llevaron a secar en la estufa por 10 minutos para eliminar exceso de humedad, (iii) pasados los 10 minutos, se agregó 0,1 ml de suspensión bacteriana y con ayuda de asa de Drigalsky se sembró uniformemente, dejando reposar por 20 minutos, (iv) en condiciones de esterilidad se hizo un pozo con un sacabocado con un diámetro de 6 mm en cada placa, (v) se inoculó 25 μ l de muestra a concentraciones de 25, 50, 75 y 100% (289.7; 579.4; 869.1 y 1158.8 mg/ml) de aceite esencial en cada uno de los pozos de las placas, en otra placa se colocó 25 μ l de etanol absoluto como control; y discos de Vancomicina y Cloranfenicol (30 μ g/disco) siendo el control positivo para *S. aureus* y *E. coli*, respectivamente, (vi) se siguió el mismo procedimiento para el cultivo de *E. coli* con la diferencia que el tiempo de incubación para la preparación del inóculo fue de 7 horas, (vii) luego se dejó en reposo durante una hora, permitiendo una mejor difusión de la muestra en el agar y (viii) después se llevó a incubación a 37°C de 18 a 24 horas⁽⁵⁶⁾

Lectura: La lectura de los resultados se realizó en base a la presencia de los halos de inhibición del crecimiento (mm), formados alrededor de cada pocillo por efecto de la actividad antibacteriana del aceite esencial a concentraciones de 25, 50, 75 y 100%, los cuales se midieron, luego se restó los 6 mm del pozo para ser comparados posteriormente^(59,62). Las mediciones se realizaron en 4 direcciones y se sacó el promedio. Las pruebas se realizaron por triplicado con 5 repeticiones.

Análisis de Datos

Los datos obtenidos fueron sometidos al test de Kolmogorov–Smirnov para determinar si presentan distribución normal (Normal: $p > 0.05$ y No Normal: $p < 0.05$). Como los valores siguieron una distribución normal fueron analizados con la prueba de Anova, para determinar diferencia significativa entre los tratamientos, luego se aplicó la prueba de comparaciones múltiples paramétricas de Tukey con un intervalo de confianza del 95% para determinar diferencia significativa entre concentraciones de aceite y entre el control (Vancomicina y Cloranfenicol); para lo cual se utilizaron los programas estadísticos SPSS Statistics 20.0 para Windows y Microsoft Office Excel 2013.

RESULTADOS

En la **Fig. 1** se presentan los resultados de los diámetros promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Staphylococcus aureus* a concentraciones de 25, 50, 75 y 100%, (289.1, 579.4, 869.1 y 1158.8 mg/ml) del aceite esencial de *Lantana camara* L., observándose que el mayor efecto inhibitorio lo tiene la concentración de 100% que presenta un halo de inhibición de 33 mm. También se observa que existe diferencia significativa entre las concentraciones estudiadas y que el efecto inhibitorio aumenta a mayor concentración del aceite esencial de *Lantana camara* L.

En la **Fig. 2** se presentan los resultados de los diámetros promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Escherichia coli* a concentraciones de 25, 50, 75 y 100% (289.1; 579.4; 869.1 y 1158.8 mg/ml) del aceite esencial de *Lantana camara* L. Observándose que el mayor efecto inhibitorio lo tiene la concentración de 100% que presenta un halo de inhibición de 11.87 mm. También se observa que existe diferencia significativa entre las concentraciones estudiadas y que el efecto inhibitorio aumenta a mayor concentración del aceite esencial de *Lantana camara* L.

En la **Fig. 3** se presentan los resultados de los diámetros promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, a las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% (289.1; 579.4; 869.1 y 1158.8 mg/ml) del aceite esencial de *Lantana camara* L. Se observa que es mayor la inhibición del crecimiento en *S. aureus* y menor en *E. coli*.

DISCUSIÓN

Los efectos antimicrobianos de muchas hierbas y especias se han conocido durante siglos, utilizándose para aumentar la vida útil de los alimentos, cuyas propiedades antimicrobianas se le atribuyen a sus principios activos^{23,24}, actuando como agentes inhibidores de una amplia gama de bacterias^{26,27,28}. Tal es el caso del aceite esencial de *L. camara* que es una planta ornamental popular, crece en regiones tropicales y subtropicales^{24,29,30}, es fuente de fósforo y potasio al emplearse como abono, larvicida, pesticida en el control de plagas de insectos, termiticida, repelente de moscas del ganado^{32,33,34,35,36}. Tiene un amplio uso en la medicina tradicional,⁽⁵⁴⁾ para curar gran variedades de enfermedades gastrointestinales, antipirético, diurético, antimalarico, antihelmíntico, antirreumática, cicatrizante, antioxidante, antibacteriana, antiinflamatoria, antiulcerogénica, anticancerosa, antitumoral, antimutagénico, enfermedades hepáticas, purificador de la sangre, bronquitis, tos, asma, ⁽¹⁴⁾ contra la lepra y sarna^{27,28,35,36}.

La caracterización de su aceite esencial y sus metabolitos con actividad antimicrobiana permitieron identificar los componentes mayoritarios, los cuales presentan actividad antimicrobiana son el β -cariofileno, zingibereno, germacreno-D, γ -curcumeno, linalol, y α -humuleno, limoneno, valeceno, ácido lantico, Sabineno, α -caryophyllene, davanone^{37,38,39,40}

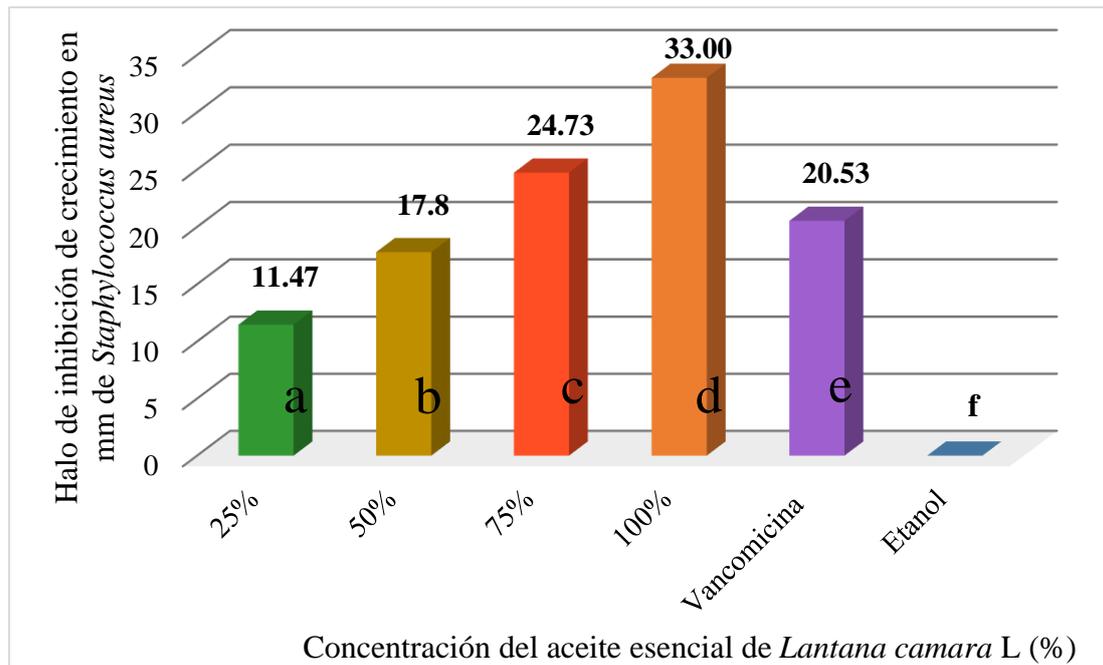


Fig. 1. Inhibición del crecimiento en mm de *Staphylococcus aureus* frente a las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% del aceite esencial de *Lantana camara* L. y de los grupos control Vancomicina y etanol- Letras diferentes presentan diferencia significativa entre grupos ($p < 0.05$)

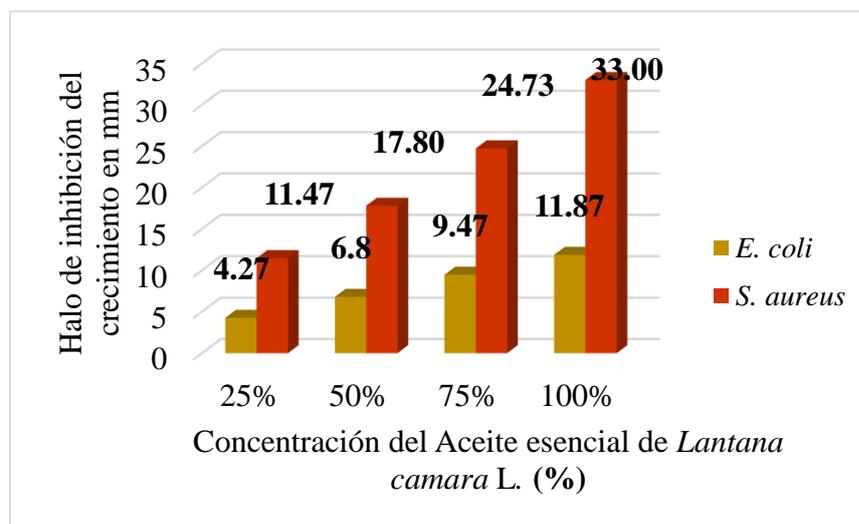


Fig.2. Inhibición del crecimiento en mm de *Escherichia coli* frente las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% del aceite esencial de *Lantana camara* L. y de los grupos control Cloranfenicol y etanol. ($p < 0,05$)

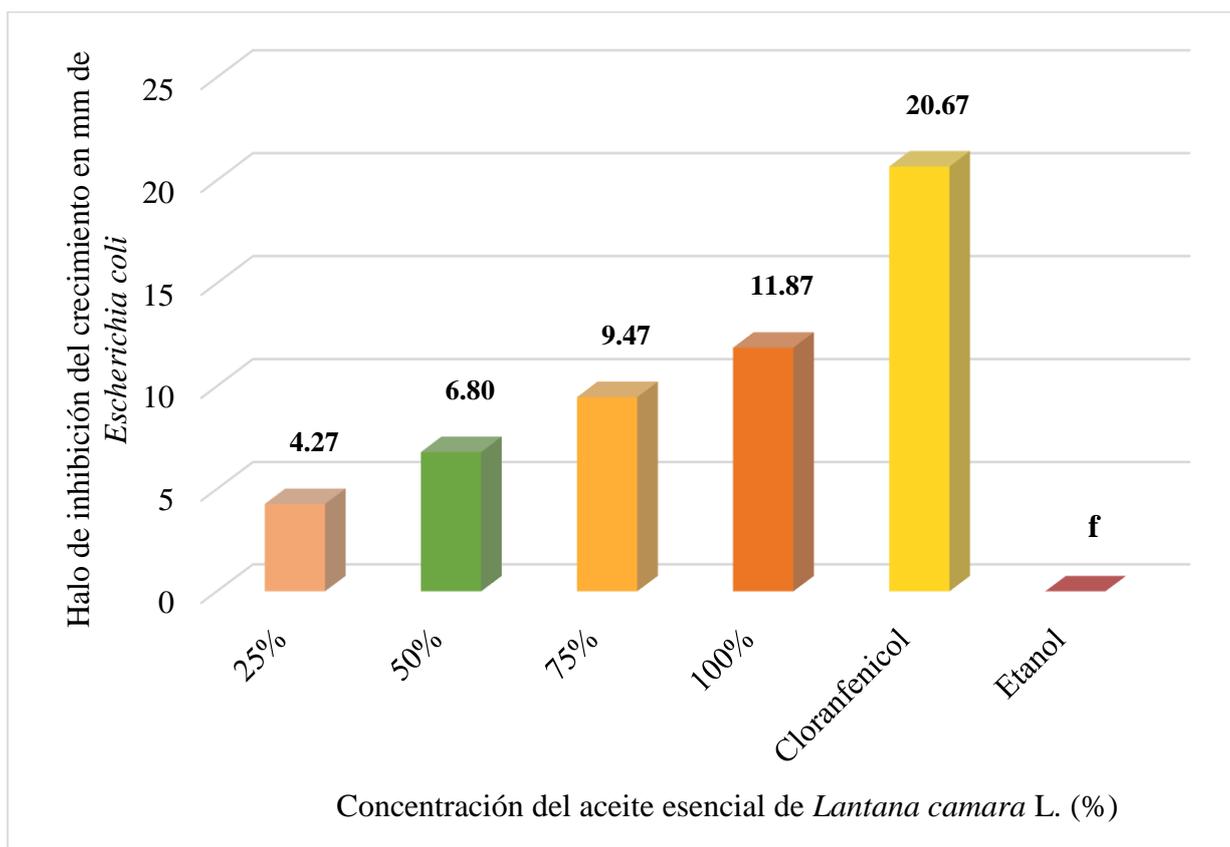


Fig. 3. Comparación de diámetros promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* a las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% frente al aceite esencial de *Lantana camara* L.

S. aureus es sensible frente a las concentraciones de 25 y 50% del aceite esencial de *L. camara*, con formaciones de halos de inhibición del crecimiento de 11.47 y 17.80 mm, respectivamente; pero estos halos son menores si los comparamos con el halo de inhibición del crecimiento formado por el antibiótico Vancomicina (control) con 20.53 mm ($p < 0,05$). La concentración de 75% (869,1 mg/mL) presentó un halo de inhibición del crecimiento de 24.73 mm, con un valor de $p < 0,05$ con respecto al halo formado por Vancomicina que fue de 20.53 mm, esto indica que la concentración de 75% es significativamente mayor al formado por el control. Un mejor resultado presentó la concentración de 100% (1158.8 mg/mL) con un diámetro de 33 mm, mayor en comparación con el control ($p < 0,05$), indicando que existe diferencia significativa con el formado por la Vancomicina, siendo esta concentración eficazmente sensible para *S. aureus*.

La inhibición con mayor significancia se observa a una concentración de aceite esencial más alta (100%). A bajas concentraciones se observó que el efecto inhibitorio es reducido con respecto al crecimiento de microorganismo, en comparación con el control. Este resultado permite asegurar que *S. aureus* es significativamente más sensible a las concentraciones de 75 y 100% (869,1 y 1158.8 mg/ml) del aceite esencial de *L. cámara* que el antibiótico Vancomicina. Estos resultados coinciden con estudios realizados previamente respecto de la actividad antimicrobiana contra *S. aureus*, *K. Pneumoniae* y *E. coli* donde se encontraron que el aceite esencial es efectivo contra *B. cereus*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*.

Se ha indicado que la actividad antibacteriana está relacionada con la proporción químicas de los compuestos principales, así como de los componentes menores, donde la actividad antimicrobiana puede atribuirse a varios compuestos activos, así como a los efectos sinérgicos entre ellos, la variabilidad de quimiotipos, ciclo vegetativo, proceso de obtención del aceite, las partes de la planta con sus estadios

de desarrollo, la ubicación geográfica, el clima, solubilidad del aceite, el rango de difusión en el agar, la evaporación, concentración de los componentes activos y tipo de bacterias utilizadas^{31,36,39,40,41}

Los aceites esenciales interactúan afectando a la membrana plasmática, interfiriendo en la cadena respiratoria con la producción de energía (ATP); de modo que si la integridad de la membrana es destruida, entonces las propiedades de barrera, matriz para las enzimas y transductor de energía se ven comprometidos.

E. coli presenta menor inhibición del crecimiento frente al aceite de *L. camara* para las concentraciones estudiadas de 25, 50, 75 y 100%, pues los halos formados fueron de 4.37; 6.8; 9.47 y 11.87 mm respectivamente, presentando un menor diámetro, en comparación con el halo de inhibición del crecimiento formado por el antibiótico Cloranfenicol (control) que fue 20.67 mm y aunque *E. coli* muestra cierto grado de inhibición, las concentraciones no son eficaces comparándolas con el control ($p < 0.05$). Se ha reportado actividad antimicrobiana de este aceite frente a *E. coli* y se ha observado que *E. coli* presentó halos de inhibición del crecimiento con un promedio de 10 mm.

Al comparar los halos de inhibición del crecimiento de *S. aureus* y *E. coli* frente a las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% del aceite esencial de *L. camara* L., se comprobó que hay diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambas bacterias, es decir se observa que *S. aureus* presenta mayor grado de sensibilidad frente al aceite esencial en comparación a *E. coli* en todos los tratamientos. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas donde se obtuvo zonas de inhibición en *E. coli* de 13 mm, *P. aeruginosa* 15 mm, *S. aureus* 22 mm, inhibiciones de 24 y 20 mm para *E. coli* y *S. aureus*, respectivamente; actividad inhibitoria del aceite esencial de *L. camara* L. contra, *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, a concentraciones de 500, 500 y 250 mg/mL, respectivamente; con el extracto de reporto halos de inhibición en *S. aureus* de 14 mm (200 mg/mL), *Pseudomona* sp. 16 mm (190 mg/ml) y *B. cereus* 16 mm (210 mg/ml), y al trabajar con extractos de hojas y encontraron halos de inhibición de 21,7 mm contra *S. aureus*^{26,29,39,40,41}. Al mismo tiempo, se ha descrito actividad contra *S. aureus*, mas no contra *E. coli*, tal es el caso de Kurade *et al*²⁵ y Benites *et al*³², Dubey *et al*⁴⁰; Barreto *et al*²², de igual manera se reportaron casos donde *S. aureus* no presenta inhibición del crecimiento.

Según los resultados obtenidos con *S. aureus* y *E. coli* en comparación con los hallazgos de otras investigaciones, si bien coinciden con el mismo efecto inhibitorio, la eficacia del aceite esencial de *L. camara* resulto ser mayor en el caso de *S. aureus*, esto se debió posiblemente a la variación en su composición^{39,40}. El mecanismo de acción de los terpenos y sesquiterpenos no se entiende completamente, se especula que participan en la disrupción de la membrana por los compuestos lipofílicos, describiendo 3 posibles vías de acción: aumentando la permeabilidad de la membrana a iones pequeños, afectando la estabilidad estructural de la membrana y desestabilizando el empaquetamiento de la bicapa lipídica. Como era de esperarse las bacterias Grampositiva (*S. aureus*) fue más susceptibles al efecto antimicrobiano^{13,17}.

E. coli en el trabajo presenta menor inhibición del crecimiento al aceite de *L. camara* L. que *S. aureus*, estos resultados son similares a los obtenidos previamente; esta diferencia se debería que las bacterias Gramnegativas, muestran una resistencia intrínseca a una gran variedad de aceites esenciales, la que se relaciona con la superficie hidrófila de su membrana externa, rica en lipopolisacáridos que forman una barrera impermeable en contra de los agentes tóxicos, impidiendo el paso de pequeñas moléculas hidrofílicas a través de la membrana externa debido a la acción de las proteínas porinas. Sin embargo, las macromoléculas hidrofóbicas como la de los componentes de los aceites esenciales, son incapaces de penetrar la barrera. Esto lleva a pensar que el pequeño halo de inhibición producido por el aceite esencial de *L. camara* L. en *E. coli* puede deberse a su contenido de terpenoides (monoterpenos y sesquiterpenos), que según investigaciones anteriores, son identificados como los componentes mayoritarios en las fracciones volátiles de las hojas y flores^{18,26}.

De acuerdo a los resultados obtenidos y basándose en trabajos anteriores, se puede afirmar que *S. aureus* presento mayor inhibición del crecimiento frente al aceite de *L. camara* L. que *E. coli* y que este efecto inhibitorio contra bacterias Gram positivas se debería a los componentes propios del aceite así como también a la estructura y constitución de las membranas bacterianas^{19,22,17}. Quedando demostrado que la familia del genero Verbenácea presenta potencial en la medicina por su efecto antimicrobiano en bacterias de interés clínico y alimentario, en especial *L. camara* L. que presenta diversos usos no solo para la medicina sino también en la industria alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dorman HJ, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol.* 2000; 88(2): 308-316.
2. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International J Food Microbiol;* 2004; 94(3): 223-253.
3. Medeiros LB, Rocha M, Lima S, Sousa G, Citó A, et al. Chemical constituents and evaluation of cytotoxic and antifungal activity of *Lantana camara* essential oils. *Rev Brasileira Farmacog.* 2012; 22(6): 1259-1267.
4. Matienzo Y, Ramos B, Rijo E. Revisión Bibliográfica Sobre *Lantana camara* L. Una Amenaza para la ganadería. *Fitosanidad.* 2003; 7(4): 45-55.
5. Stashenko EE, Jaramillo BE, Martínez JR. Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia Verbenaceae. *Rev Acad Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 2003; 27(105): 579-597.
6. Caroprese JF, Parra MI, Arrieta D, Stashenko E. Anatomía microscópica y metabolitos secundarios volátiles en tres estadios del desarrollo de las inflorescencias de *Lantana camara* (Verbenaceae). *Revista de Biología Tropical.* 2011; 59(1): 473-483.
7. Romeu C, Pino J, Martí MP. Algunas consideraciones acerca de la composición química del aceite esencial de *Lantana camara* L. presente en Cuba. *Fitosanidad* 2004; 8(3): 59-63.
8. González A, Villalobos V, Pereyra G, Rengifo E, Marín O, Tezara W. Ecophysiological comparison of three species of the genus *Lantana* L. (Verbenaceae). *Acta Bot Venezuelica.* 2009; 32(2): 417-432.
9. Ramírez LS, Marín D. Evaluación de la actividad antibacteriana de aceites esenciales y extractos etanólicos utilizando métodos de difusión en agar y dilución en pozo. *Scientia et Technica.* 2012; 12(50): 152-157.
10. Naffa RG, Bdour SM, Migdad HM, Shehabi AA. Enterotoxigenicity and genetic variation among clinical *Staphylococcus aureus* isolates in Jordan. *J Medical Microbiol.* 2006; 55(2): 183-187.
11. Smith A, Stewart J, Fyfe L. Influence of subinhibitory concentrations of plant essential oils on the production of enterotoxins A and B and α -toxin by *Staphylococcus aureus*. *J Clinical Microbiol.* 2004; 53(10): 1023-1027.
12. Castro N, Chaidez C, Rubio W, Valdez JB. Sobrevivencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en frutos mínimamente procesados. *Rev Cubana de Salud Pública.* 2004; 30(1): 83-86.
13. Jordá GB, Marucci RS, Guida AM, Pires PS, Manfredi EA. Portación y caracterización de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos. *Rev Argentina Microbiol.* 2012; 44(101-104).
14. García C, Hallin M, Deplano A, Denis O, Sihuíncha M, Groot R, Gotuzzo E, Jacobs J. *Staphylococcus aureus* causing tropical pyomyositis, amazon basin, Peru. *Emerg Infect Dis.* 2013; 19(1): 123-125.
15. Kaper JB, Nataro JP, Mobley HL. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Rev Microbiol.* 2004; 2(2): 123-140.
16. Terrance MA, Rafiq A, Chase-Topping M, Kalchayanand N, Schmidt JW, et al. Characterization of *Escherichia coli* O157:H7 Strains Isolated from Supershedding Cattle. *Appl Environ Microbiol.* 2013; 79(14): 4294-4303.
17. Beatty ME, Adcock PM, Smith SW, Quinlan K, Kamimoto LA, Rowe SY, Scott K, Conover C, Varchmin T, Bopp CA, Greene KD, Bibb B, Slutsker L, Mintz ED. Epidemic diarrhea due to enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Clin Infect Dis.* 2006; 42(3): 329-334.
18. Huapaya CB, Huguet J, Suárez V, Torres Y, Montoya Y, et al. Primer aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 Enterohemorrágica en el Perú. *Rev Peruana Med Exp Salud Pública,* 2001; 18(2): 38-39.
19. Kurade NP, Jaitak V, Kaul VK, Sharma OP. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Lantana camara*, *Ageratum houstonianum* and *Eupatorium adenophorum*. *Pharmaceutic Biol.* 2010; 48(5): 539-44.
20. Sousa EO, Costa JGM. Genus *Lantana*: chemical aspects and biological activities. *Brazilian J Pharmacogn.* 2012; 22(5): 1115-1180.
21. Shankar SD, Gopal BB, Hota P. *Lantana camara* Linn leaf extracts mediated green synthesis of gold nanoparticles and study of its catalytic activity. *Appl Nanoscience.* 2015; 5(3): 343-350.
22. Barreto FS, Sousa EO, Campos AR, Costa JGM, Rodrigues FFG. Antibacterial Activity of *Lantana camara* Linn and *Lantana montevidensis* Brig Extracts from Cariri-Ceará, Brazil *J Young Pharmacists.* 2010; 2(1): 42-44.
23. Sundufu AJ, Shoushan H. Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. occurring in South China. *Flavour and Fragrance J* 2004; 19(3): 229-232.
24. Bhargava S, Agrawal DD, Agrawal OP. Repellent Activity of Essential Oil and Leaf extract of *Lantana camara* L. In Laboratory condition. *Intern J Theoret & Appl Sci.* 2013; 5(1): 170-174.

25. Randrianalijaonaa JA, Ramanoelinaa PAR, Rasoarahonaa JRE, Gaydoub EM. Seasonal and chemotype influences on the chemical composition of *Lantana camara* L.: Essential oils from Madagascar. *Analytica Chimica Acta*. 2005; 545(1): 46–52.
26. Sousa EO, Barreto FS, Rodrigues FFG, Campos AR, Costa JM. Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. *J Essential Oil Res*. 2012; 24 (5): 447-452.
27. Kasali AA, Ekundayo O, Paul C; Koenig WA, Eshilokun AO, Yadau. Essential Oil of *Lantana camara* L. var. *aculeata* from Nigeria. *J Essential Oil Res*. 2004; 16 (6): 582-584.
28. Randrianalijaona J, Ramanoelina P, Rasoarahona, J. Chemical Compositions of aerial part essential oils of *Lantana camara* L. chemotypes from Madagascar. *J Essential Oil Res* 2006; 18(4): 405-407.
29. Rani MJ, Chandramohan, Narendran, Sudha. Identification of Sesquiterpenes from *Lantana Camara* leaves. *Internat J Drug Develop & Res* 2013; 5(1): 135-144.
30. Sousa EO, Almeida TS, Menezes IRA, Rodrigues FFG, Campos AR, Lima SG, da Costa J. Chemical Composition of Essential Oil of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and Synergistic Effect of the Aminoglycosides Gentamicin and Amikacin. *Records of Natural Products*. 2012; 6(2): 144-150.
31. Jawonisi IO, Adoga GI. Chemical Constituents of Essential Oil of *Lantana camara* Linn. Leaves. *British J Pharmacol & Toxicol*. 2013; 4(4): 155-157.
32. Kumar VP, Chauhan NS, Padh H, Rajani M. J Ethnopharmacol. Search for antibacterial and antifungal agents from selected Indian medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 2006; 107(2): 182-188.
33. Benites J, Moiteiro Graça C, Rojo M, López L, Venâncio J, Ramalho F, et al. Composition and biological activity of the essential oil of Peruvian *Lantana camara*. *J Chilean Chem Society*. 2009; 54(4): 379-384.
34. da Costa JGM, de Sousa EO, Rodrigues FFG, de LimaSG, Braz-Filho R. Composição química e avaliação das atividades antibacteriana e de toxicidade dos óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana* sp. *Rev Brasileira Farmacogn*. 2009; 19(3): 710-714.
35. Mohapatra TK, Dash V, Behera SK, Parida B, Sahoo AM, Nayak RR, et al. Evaluation of Anthelmintic and Antimicrobial Activity of the Leaves of *Lantana camara*. *Intern Res J Pharmaceut Sci*. 2011; 02(01): 10-14.
36. Deepak G, Silviya S, Kishwar HK. Biochemical compositions and antibacterial activities of *Lantana camara* plants with yellow, lavender, red and white flowers. *EurAsian J BioSciences*. 2009; 3:69-77
37. Seth R, Mohan M, Singh P, Haider SZ, Gupta S, Bajpai I, Singh D, Dobhal R. Chemical composition and antibacterial properties of the essential oil and extracts of *Lantana camara* Linn. from Uttarakhand (India). *Asian Pacific J Trop Biomed*. 2012; 2(3): 1407-1411.
38. Mani LM, Sankar C, Dilip C, Azeem AK, Raj D, et al. Antimicrobial studies on extracts of *Lantana Camara* Linn. *Scholars Res Library*. 2010; 2(5): 80-82.
39. Naz R, Bano A. Phytochemical screening, antioxidants and antimicrobial potential of *Lantana camara* in different solvents. *Asian Pacific J Trop Dis*. 2013; 3(6): 480-486.
40. Dubey M, Sharma SN, Sengar R, Bhadauria S, Gautam RK. In vitro antibacterial activity of *Lantana camara* leaves hidrosol. *J Pharmacy Res*. 2011; 4(11): 3972-3974.
41. Pradeep BV, Tejaswini M, Nishal P, Pardhu G, Shylaja S, Kumar K. Phytochemical screening and antimicrobial activities of plant extract of *Lantana camara*. *J Environ Biol*. 2013; 34(3): 645-649.

Correspondencia: Nelly Vásquez Valles. Email: nvasquez@unitru.edu.pe
