

**Revista Ciencia UNEMI**

Vol. 13, N° 32, Enero-Abril 2020, pp. 69 - 77

ISSN 1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Electrónico

# Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica* L.

Celeste, Carrillo-Tomalá<sup>1\*</sup>; Raúl, Díaz-Torres<sup>2</sup>;  
Katherine, Guerra-Guamán<sup>3</sup>; Andrés, Román-Salmerón<sup>4</sup>

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos (90% y 50%) de la variedad Tommy Atkins y extracto hidroalcohólico (50%) de la variedad Edward, seleccionados por su alto contenido de compuestos fenólicos, anteriormente publicado. Los extractos fueron obtenidos por maceración, digestión y ultrasonido. La actividad antimicrobiana se evaluó mediante los métodos Kirby Bauer y Kirby Bauer modificado; las cepas utilizadas fueron *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), ajustándose las suspensiones a turbidez 0.5 en escala McFarland. La mayor actividad antimicrobiana se evidencia frente a *P. aeruginosa* y *S. aureus*; los extractos de la variedad Tommy Atkins mostraron mayor actividad antimicrobiana, encontrándose halos de inhibición entre 10 y 15 mm según la bacteria. El método Kirby Bauer modificado mostró mayor efectividad. Se concluye que todas las cepas estudiadas presentaron sensibilidad frente a los extractos, siendo *S. aureus* y *P. aeruginosa* las más sensibles.

**Palabras clave:** actividad antimicrobiana, Kirby Bauer, *Mangifera indica* L.

## Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts of leaves of two varieties of *Mangifera Indica* L.

### Abstract

The mango (*Mangifera indica* L) occupies an important place within Ecuadorian export products, representing a source of bioactive compounds the effect of which is dependent on its variety, organ, extraction method and the solvent used. The objective of this work was to evaluate the antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts (90% and 50%) of the Tommy Atkins variety and hydroalcoholic extract (50%) of the Edward variety, selected for their high content of phenolic compounds, published previously. The extracts were taken by maceration, digestion and ultrasound. Antimicrobial activity was evaluated using the modified Kirby Bauer and Kirby Bauer methods; the strains used were *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) and *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), the suspensions being adjusted to 0.5 turbidity on the McFarland scale. A strong antimicrobial activity was found against *P. aeruginosa* and *S. aureus*; the Tommy Atkins variety extracts showed the strongest antimicrobial activity, finding inhibition halos between 10 and 15 mm depending on the bacteria. The modified Kirby Bauer method showed the best effectiveness. It is concluded that all the studied strains showed sensitivity to the extracts, with *S. aureus* and *P. aeruginosa* being the most sensitive.

**Keywords:** antimicrobial activity, Kirby Bauer, *Mangifera indica* L.

**Recibido:** 17 de junio de 2019  
**Aceptado:** 30 de octubre de 2019

<sup>1</sup> Química Farmacéutica; Universidad de Guayaquil-Ecuador; celeste.carrillot@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4864-4329>

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias de los Alimentos; Universidad de Guayaquil-Ecuador; rauldt@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-9023-4481>

<sup>3</sup> Química Farmacéutica; Universidad de Guayaquil-Ecuador; katherine.guerra93@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8238-0331>

<sup>4</sup> Químico Farmacéutico; Universidad de Guayaquil-Ecuador; andresromansalmeron041988@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4997-7309>

\*Autor para correspondencia: celeste.carrillot@ug.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

Ecuador con tan solo 0.17% de la superficie terrestre, alberga la mayor cantidad de fauna y flora por kilómetro cuadrado en comparación con el resto de los países del mundo, por lo que se considera un país con un ecosistema mega-diverso. Dentro de esta variada flora, se encuentra el mango, *Mangifera indica* L, el cual pertenece a la familia *Anacardiaceae*. Es una fruta tropical proveniente de la India, pero muy bien adaptada en Ecuador, que lidera el grupo de frutas no tradicionales exportables, siendo la variedad Tommy Atkins la que encabeza dichas exportaciones con un 68.52%. (Fundación mango Ecuador, 2018).

Esta especie aporta compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, como polifenoles, vitamina C, vitamina B5, entre otros, lo que le confiere a las distintas partes del árbol de mango propiedades farmacológicas con actividad hipoglicemante, antimicrobiana, antiviral, antiinflamatoria, antioxidante, antidiarreica, antialérgica, hipotensiva, hepatoprotectora y antitumoral. (Troncoso et al, 2010).

El estado de madurez influye en el contenido de flavonoides que disminuyen con la maduración, pero no en el contenido de carotenoides o en la capacidad antioxidante mediada a través de los ensayos con DPPH y FRAP (Corrales et al., 2014).

Estudios químicos reportados demuestran la presencia de polifenoles entre ellos la mangiferina (2-β-D-glucopiranosil-1,3,6,7-tetrahidroxixantona) la cual es una glucosilxantona natural que se destaca como el compuesto mayoritario y está presente en varias partes de *Mangifera indica*: hojas, frutos, corteza, duramen y raíces. Este compuesto ha sido caracterizado en las familias de las Anacardiáceas y Gentianáceae, especialmente en las hojas y la corteza. Estudios realizados reportan que la mangiferina tiene un amplio rango de actividades farmacológicas, incluyendo las acciones antioxidantes, antidiabéticas, anti-VIH, antitumorales, hepatoprotectoras, antivirales, anticancerígenas, cardioprotectoras e hipolipidémicas. (Romero et al, 2014).

La presencia de compuestos bioactivos ha sido reportada en cáscara de mango (Serna-Cock et al, 2015), así como en otras partes de la planta y fruta. Dentro de estos compuestos bioactivos, uno de los más importantes es la mangiferina, un glucósido de xantona que posee una amplia gama

de usos terapéuticos y no tiene informes de efectos adversos y abunda en las hojas y tallos del árbol de mango (Tayana et al., 2019) y se encuentra en niveles significativos en plantas superiores y en otras partes del árbol y fruta del mango, como la cáscara, corteza y semilla. Es un prometedor antioxidante con excelentes propiedades relacionadas con la salud como antiviral, anticancerígeno, antidiabético, antioxidante, antienviejimiento, inmunomodulador, hepatoprotector y efectos analgésicos (Imran et al., 2017), y se considera el compuesto mayoritario dentro de los polifenoles presentes en las diferentes partes de la *Mangifera indica*. Este compuesto ha sido caracterizado en las familias de las Anacardiáceas y Gentianáceae especialmente en las hojas y la corteza. (Romero et al, 2014; Parvez, 2016).

En el aprovechamiento industrial del mango se utiliza únicamente la pulpa, olvidando que otros componentes como la cáscara, pulpa en la piel y semillas son fuentes importantes de antioxidantes, por esta razón se realizaron estudios aprovechando nutrientes valiosos obtenidos de subproductos generados al momento de la extracción de la pulpa del mango obteniendo mayor cantidad de antioxidantes a partir de estos subproductos en comparación con la cantidad encontrada en la pulpa. (Jibaja y Sánchez, 2015; Serna et al, 2015).

Debido a que los compuestos antioxidantes estudiados suelen presentar también actividad contra diversos microorganismos, se han realizado diferentes estudios acerca de la actividad antimicrobiana del mango y sus subproductos. En el 2010, en Malasia, se estudiaron los efectos antimicrobianos del núcleo de la semilla de *Mangifera indica* L, demostrando actividad antimicrobiana frente a distintos patógenos tales como *E. coli* y *S. aureus*. (Kaur et al, 2010).

En el 2013, en Zimbabwe, se estudiaron los efectos antimicrobianos de extractos de la corteza del tallo de *Mangifera indica* L, frente al *Staphylococcus aureus*. Se encontró que aunque sí se presentó actividad antimicrobiana dependiente de la concentración de dicho extracto tanto en métodos de dilución en agar como en caldo, el control (ampicilina) mostró mejores resultados. (Mushore & Matuvhunye, 2013).

Un estudio realizado con extractos etanólicos de la semilla de mango frente a *E. coli*, *S. aureus* y *K. pneumoniae*, además de efectos sinérgicos

con antibióticos como ampicilina, ciprofloxacina y meticilina, frente a los 3 microorganismos mencionados (Das, & Mandal, 2016).

En otro estudio, donde se emplearon como microorganismos de prueba *E. faecalis* (ATCC 29212), *S. aureus* (ATCC 25923), *S. mutans* (MTCC 890), *E. coli* (ATCC 25922) y *C. albicans* (ATCC 90028), se encontró que los extractos etanólicos de hojas de mango mostraron actividad antimicrobiana contra todos los microorganismos estudiados. Los investigadores sugieren que este efecto inhibitorio podría atribuirse a los componentes bioactivos presentes en los extractos (Anand et al, 2015).

Ha sido reportada la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos tanto de la semilla como de las hojas de mango, frente a 5 cepas certificadas de *Pseudomonas* (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Pseudomonas pictorum* NCIB9152, *Pseudomonas putida* NCIM2872, *Pseudomonas syringae* NCIM5102 y *Pseudomonas testosterone* NCIM5098). Ambos extractos mostraron ser antimicrobianos efectivos, además de poseer efectos sinérgicos contra las cepas estudiadas (Rakholiya et al, 2015).

En el 2015, en Ecuador, se evaluó la actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de corteza de *Mangifera indica*, variedad Tommy Atkins, obteniendo resultados significativos frente a microorganismos de interés sanitario como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*. (Ortiz, 2015).

También se ha reportado actividad antifúngica en 18 cepas de levaduras de diferentes extractos de piel y semillas de mango, donde el análisis multivariado mostró una relación entre esta actividad, la capacidad de inhibir la peroxidación lipídica y el contenido total de fenoles (Dorta et al, 2016).

Estudios comparando los efectos antimicrobianos de extractos etanólicos de las hojas de *Mangifera indica* L, *Tectona grandis* y *Anacardium occidentale* usando sulfato de gentamicina como control positivo fueron llevados a cabo en la India (2016). Estos mostraron una actividad antimicrobiana mayor de *Mangifera indica* L y *Anacardium occidentale* frente a *Tectona grandis* y comparable con el sulfato de gentamicina en contra de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. (Kamath & Ramakrishna 2016).

En la India se estudiaron cinco extractos (hexánico, metanólico, etanólico, cetónico y acuoso) de la flor de la *Mangifera indica* para comparar su efectividad contra bacterias patógenas humanas y de plantas (*S. albus*, *S. aureus*, *S. haemolyticus*, *V. cholerae*, *P. aeruginosa*, *K. aerogenes*, *E. coli*, *P. pyocyaneus*, *D. pneumoniae*), demostrándose que el extracto etanólico tuvo una actividad mayor que los otros extractos frente a la mayoría de bacterias estudiadas. (Kumar et al, 2016).

En el 2017, en Nepal, se estudiaron extractos metanólicos de la corteza de *Mangifera indica* y de las hojas de *Osyris lanceolata*. La actividad de ambas fue medida por método de difusión disco-agar, mostrando una potente actividad antibacteriana en tres distintas concentraciones frente a *S. aureus* y *E. coli*. (Bhandari et al, 2017).

Se estudió extractos metanólicos de las semillas de la variedad Banganapalli de *Mangifera indica* L. en busca de actividad antitumoral y antimicrobiana. Estos mostraron citotoxicidad hacia las líneas celulares de cáncer de seno y alta actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*. (Venkata et al, 2019).

En 2016 se realizó la cuantificación de compuestos fenólicos en extractos hidroalcohólicos de hojas de tres variedades de *Mangifera indica* L, encontrándose que con los métodos de extracción utilizados, los mejores resultados se obtuvieron al emplear extractos de las variedades Tommy Atkins y Edward. (Carrillo et al, 2017). Por otra parte, se han reportado estudios donde se sugiere que una mayor concentración de compuestos fenólicos en los extractos, puede estar asociada a una mayor actividad antimicrobiana (Medini et al, 2014).

En este trabajo se evaluó la actividad antimicrobiana de tres extractos de hojas de *Mangifera indica* L, empleando los métodos de difusión en agar (Kirby Bauer y Kirby Bauer modificado) frente a microorganismos de interés sanitario.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Las hojas de mango fueron obtenidas de las variedades Tommy Atkins y Edward, las que fueron recolectadas en una hacienda de la provincia del Guayas, Ecuador. Las plantas fueron seleccionadas

aleatoriamente, se separaron las hojas empleando un cuchillo de acero inoxidable. Las hojas fueron posteriormente secadas, trituradas y almacenadas a temperatura ambiente, protegidas de la luz.

#### Elaboración de extractos

El extracto hidroalcohólico obtenido por maceración se elaboró a partir de la variedad Tommy Atkins con disolución hidroalcohólica al 90%. Los contenedores de vidrio fueron sellados y envueltos con papel aluminio, para evitar la evaporación y el efecto de la luz, agitándose diariamente. Después de siete días se retiró el disolvente y se filtró al vacío.

El extracto hidroalcohólico obtenido por digestión se elaboró a partir de la variedad Tommy Atkins con disolución hidroalcohólica al 50% utilizando balones de vidrio, los que fueron calentados por dos horas a 60°C, controlando la temperatura mediante reflujo. Después de enfriar, se filtró al vacío.

La extracción asistida por ultrasonido se elaboró a partir de la variedad Edward con disolución hidroalcohólica al 50% utilizando baño ultrasónico KENDAL (Ultrasonic cleaner) Modelo 928 de 60 W por 45 minutos. Posteriormente se filtró al vacío.

#### Actividad antimicrobiana

Se consideró trabajar con cinco diferentes concentraciones para cada extracto. Estas pruebas se efectuaron por triplicado para obtener resultados fiables.

Los extractos fueron utilizados preparando las siguientes concentraciones: 100, 75, 50, 25 y 10 %.

Las cepas utilizadas fueron *Pseudomona aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).

#### Preparación de las suspensiones microbianas.

Las cepas fueron hidratadas en caldo Infusión Cerebro Corazón (ICC), para luego incubarse por 24 horas a 37°C en incubadora marca Memmert para su reproducción en condiciones normales. Luego se sembraron en agares selectivos, incubándose por 24 horas a 37°C. Posteriormente, se seleccionaron colonias aisladas suspendiéndolas en caldo ICC, incubándose nuevamente por 24 h a 37°C. Se ajustó la turbidez de las mismas al patrón de 0,5 en la escala

de Mc Farland, equivalente a  $1.5 \times 10^8$  UFC/mL. (Kuetze et al., 2006)

La actividad antimicrobiana se realizó utilizando los métodos de difusión en agar utilizando discos (Kirby Bauer) y Kirby Bauer modificado (pozos).

#### Evaluación de la actividad antimicrobiana por discos.

Cada disco de papel estéril de 6,0 mm de diámetro se impregnó con los extractos a las concentraciones seleccionadas. Se utilizaron como controles discos impregnados en alcohol etílico. El inóculo bacteriano se preparó por suspensión en caldo infusión cerebro corazón incubándose por 24 h a 37°C. La suspensión se ajustó a 0,5 en escala McFarland equivalente a  $1.5 \times 10^8$  UFC/mL y se sembró en placas de Petri con agar Mueller-Hinton (AMH). En la superficie del agar, después de la siembra del microorganismo se procedió a colocar los discos impregnados.

Las placas fueron incubadas a 37°C durante 24 h. Transcurridas las 24 horas se midió el diámetro de los halos de inhibición completa de crecimiento bacteriano, incluyendo el diámetro del disco. Los halos fueron medidos en milímetros. (Rojas, García & López, 2005)

#### Evaluación de la actividad antimicrobiana empleando pozos (Kirby Bauer modificado).

En el AMH previamente inoculado con suspensión microbiana ajustada a la concentración 0,5 en la escala de Mc Farland ( $1.5 \times 10^8$  UFC/ml) de la cepa patrón se procedió a remover el agar con ayuda de un sacabocados para obtener pozos de 5 mm de diámetro en los que se depositaron 50 µL de la dilución del extracto, mediante micro pipeta. Las placas se incubaron a 37°C por 24 horas y posteriormente se realizó la lectura de los halos de inhibición expresados en mm. (Toribio Oriani, y Skliar, 2004; Córdova-Guerrero et al, 2016).

### III. RESULTADOS

Al comparar el tamaño de los halos de inhibición por los métodos de difusión en agar empleando discos (Kirby Bauer) y el uso de pozos (Kirby Bauer modificado) se observa que existe una relación directamente proporcional entre la dilución y el efecto antimicrobiano en todos los casos.

**Tabla 1.** Resultados de los diámetros (mm) de los halos de inhibición con el extracto hidroalcohólico 90% obtenido por maceración de la variedad Tommy Atkins

% del Extracto	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		<i>S. aureus</i> ATCC 29213		<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028		<i>E. coli</i> ATCC 25922		<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	
	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM
100	8.67	12.67	8.67	12.00	8.33	12.00	7.67	11.00	8.33	11.33
75	8.33	7.00	8.00	9.67	7.67	10.67	7.33	8.33	8.00	9.33
50	8.00	7.00	7.67	8.33	7.33	6.33	7.00	6.33	8.00	8.33
25	7.67	6.33	7.33	6.67	7.00	6.33	7.00	6.00	8.00	6.00
10	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00

**Métodos:** KB Kirby Bauer; KBM Kirby Bauer modificado

**Tabla 2.** Resultados de los diámetros (mm) de los halos de inhibición con el extracto hidroalcohólico 50 % obtenido por digestión de la variedad Tommy Atkins

% del Extracto	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		<i>S. aureus</i> ATCC 29213		<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028		<i>E. coli</i> ATCC 25922		<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	
	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM
100	9.00	10.67	9.67	13.67	8.67	9.67	8.67	10.00	8.33	9.67
75	7.67	6.00	8.33	12.33	8.33	8.67	8.33	9.00	8.33	8.67
50	7.67	6.00	8.33	8.00	8.33	8.33	8.00	8.67	8.33	7.67
25	7.00	6.00	8.00	6.00	8.33	8.33	8.00	8.00	7.67	6.33
10	6.00	6.00	7.00	6.00	8.00	7.33	7.67	7.33	6.67	5.00

**Métodos:** KB Kirby Bauer; KBM Kirby Bauer modificado

**Tabla 3.** Resultados de los diámetros de los halos de inhibición con el extracto hidroalcohólico 50% obtenido por ultrasonido de la variedad Edward

% del Extracto	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		<i>S. aureus</i> ATCC 29213		<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028		<i>E. coli</i> ATCC 25922		<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	
	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM	KB	KBM
100	8.67	9.67	9.33	10.67	7.67	8.00	7.33	8.00	7.67	8.33
75	8.33	8.67	8.00	8.67	7.67	8.00	7.33	8.00	7.33	8.00
50	7.67	7.33	7.33	7.67	7.33	7.67	7.00	7.33	7.00	7.00
25	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00	6.67	6.67	6.67	7.00	7.00
10	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.33	6.00

**Métodos:** KB Kirby Bauer; KBM Kirby Bauer modificado

Por otra parte, se observa claramente que cuando se utiliza el método de Kirby Bauer, el efecto inhibitorio aparentemente es menor que cuando se utiliza el método Kirby Bauer modificado. Esta diferencia en los resultados se puede atribuir a que en el método Kirby Bauer modificado el extracto vegetal está directamente en contacto con el agar, mientras que al utilizar el método de difusión disco-placa se emplea como vehículo el disco, el cual podría absorber metabolitos que ayudan a la inhibición del microorganismo, y al momento de reaccionar con

el microorganismo, dichos metabolitos no puedan interactuar y cumplir con su función.

Otro punto que puede provocar desventaja en el método de difusión disco-placa se puede relacionar con el hecho de que al impregnar el extracto en el disco, no se absorba totalmente, lo que implicaría un menor volumen del extracto a evaluar; mientras que con el método Kirby Bauer modificado, el investigador conoce la cantidad exacta de extracto que se coloca en cada pozo.

Al analizar la influencia del extracto sobre la

actividad antimicrobiana, se observa que los extractos obtenidos de la variedad Tommy Atkins tanto por maceración y concentración hidroalcohólica 90% y, digestión a concentración hidroalcohólica del 50%, tienen una mayor actividad que la observada con el extracto obtenido por el método de ultrasonido y concentración hidroalcohólica 50% de la variedad Edward, mostró menor actividad antimicrobiana.

Al analizar los resultados de los tratamientos frente a cada microorganismo (Tabla 4), estos últimos pueden separarse en dos grupos. Las bacterias *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* son Gram positivas, mientras que las bacterias *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium* son Gram negativas. La resistencia de las bacterias Gram negativas se debe a que la membrana externa de estas actúa como barrera para muchas sustancias, incluidos los antibióticos (Daud, Habib, & Sánchez, 2008), Si se comparan todos los halos de inhibición, el mayor efecto inhibitorio fue el encontrado frente al *Staphylococcus aureus* con una concentración hidroalcohólica del 50%. Esto se explica por tratarse de una bacteria Gram positiva, que posee una estructura hidrófila simple, que permite el paso de moléculas polares y por tanto presenta menor resistencia en su barrera externa que las bacterias Gram negativas.

Sin embargo para el *Enterococcus faecalis*, siendo una bacteria Gram positiva, no se observan resultados similares, esto puede deberse a que su pared celular es más compleja que la del *Staphylococcus aureus*, por la presencia de las betalactamasas producidas por los enterococos de forma permanente, mientras que *Staphylococcus aureus* lo hace de una forma inducible. (Lozano & Torres, 2017).

Por otra parte, los resultados que se obtuvieron demuestran que la bacteria *Pseudomona aeruginosa* presenta mayor inhibición frente a extractos con concentraciones del 90% (T1, T4), esto se explica debido a que este microorganismo no presenta péptidoglicanos en su membrana a diferencia de las otras dos bacterias Gram negativas estudiadas; los péptidoglicanos son los encargados de otorgar rigidez a la pared celular. Los extractos etanólicos al 90%, poseen menor cantidad de compuestos polares y mayor cantidad de compuestos no polares por ello, a esta concentración las moléculas pueden atravesar la membrana de las Gram negativas y ejercer el efecto

antimicrobiano. Cabe recalcar que también existió actividad antimicrobiana (aunque más débil) frente a *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* de acuerdo a los criterios empleados por Rodas, Ricaurte & Mejía, (2017). Como con todos los extractos aplicados al 100% se encontraron valores de actividad antimicrobiana, se deduce que el extracto de *Mangifera indica* L. presenta efecto antimicrobiano frente a los cinco microorganismos estudiados.

Si comparamos los mejores tratamientos entre sí, tal como se muestra en la tabla 4, podemos observar que, en conjunto, los extractos más efectivos son los obtenidos de la variedad Tommy Atkins, mediante el método de maceración, con una concentración hidroalcohólica del 90%.

Los resultados obtenidos en este trabajo demostraron que los extractos vegetales estudiados inhiben a los microorganismos *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa*, pero tienen menor actividad antimicrobiana frente a *Enterococcus faecalis*, *Salmonella Typhimurium* y *Escherichia coli*. Estos resultados coinciden con lo reportado por Ortiz (2015) donde se emplearon extractos de *Mangifera indica* L. obtenidos de la corteza de la planta, pero solo parcialmente con los resultados de Meneses y Franca (2014) quienes encontraron actividad antimicrobiana frente al *Staphylococcus aureus*, pero no frente a las bacterias Gram negativas. Debe destacarse que en ese trabajo se empleó el método de los discos.

En otro trabajo (Amaral da Silva, et al., 2016) se muestra que los extractos etanólicos de las hojas de *Anacardium occidentale* L. mostraron sistemáticamente poseer menor actividad antimicrobiana que los extractos de flores y corteza, y en todos los casos, el *Staphylococcus aureus* resultó más sensible que la *Escherichia coli* o el *Enterococcus faecalis*, lo cual también concuerda con nuestros resultados.

Daud et al., (2008), han demostrado una mayor sensibilidad de la bacteria *Staphylococcus aureus* frente a extractos alcohólicos que la presentada por *Pseudomona aeruginosa*. En ambas bacterias se detectaron alteraciones en la estructura celular, incluso la desintegración de la superficie celular que podría conducir a la muerte, en el caso de *Staphylococcus aureus* y menores

efectos estructurales en *Pseudomona aeruginosa*. Estos resultados podrían explicar las diferencias observadas en este trabajo.

**Tabla 4.** Resultados de los diámetros de los halos de inhibición con el extracto hidroalcohólico 50% obtenido por ultrasonido de la variedad Edward

Tratamiento	Microorganismos				
	<i>P aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>S aureus</i> ATCC 29213	<i>S Typhimurium</i> ATCC 14028	<i>E coli</i> ATCC 25922	<i>E faecalis</i> ATCC 29212
T1	12,67	12	12	11	11,33
T2	10,67	13,67	9,67	9,67	10
T3	9,67	10,67	8	8	8,33
T4	8,67	8,67	8,33	7,67	8,33
T5	9	9,67	8,67	8,67	8,33
T6	8,67	9,33	7,67	7,33	7,67

**Tratamientos:**

T1 Pozo, Maceración, 90 %, Tommy Atkins

T2 Pozo, Digestión, 50 %, Tommy Atkins

T3 Pozo, Ultrasonido, 50 %, Edward

T4 Disco, Maceración, 90 %, Tommy Atkins

T5 Disco, Digestión, 50 %, Tommy Atkins

T6 Disco, Ultrasonido, 50%, Edward

**IV. CONCLUSIONES**

Los extractos de la variedad Tommy Atkins mostraron mayor actividad antimicrobiana, que los extractos de la variedad Edward mostrando halos de inhibición entre 10 y 15 mm según la bacteria. El método Kirby Bauer modificado mostró mayor efectividad para la detección de esta actividad, por lo que se recomienda su empleo cuando se trabaja con extractos de origen vegetal. Todas las cepas estudiadas presentaron sensibilidad frente a los extractos ensayados, siendo *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa* las más sensibles.

**V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Amaral da Silva, R., Amado Liberio, S., M.M. do Amaral, Fernandes do Nascimento, R. F., Brandao Torres, L., Monteiro Neto, V., & Guerra, R. (2016). Antimicrobial and Antioxidant Activity of *Anacardium occidentale* L. Flowers in Comparison to Bark and Leaves Extracts. *Journal of Biosciences and Medicines*, 4(04), 87.

Anand, G., Ravinanthan, M., Basaviah, R., & Shetty, A. V. (2015). In vitro antimicrobial and cytotoxic effects of *Anacardium occidentale* and *Mangifera indica* in oral care. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 7(1), 69.

Bhandari, P., Bhandari, R., Sah, B., Gyawali, S., Bhusal, M., Shrestha, S., Shakya, S. (2017).

Antibacterial activity of methanolic extract of *Mangifera indica* (bark) and *Osyris lanceolata* (leaves) from western region of Nepal. *International Journal of Pharmacognosy*. 4(6). 200-207.

Carrillo Tomalá, C., Díaz Torres, R., Zambrano Sancán, J., García Águila, M., Triana Ramírez, E. (2017). Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de hojas de tres variedades de *Mangifera indica* L. *Cumbres*, 3(2).

Córdova-Guerrero, I., Aragon-Martinez, O. H., Díaz-Rubio, L., Franco-Cabrera, S., Serafin-Higuera, N. A., Pozos-Guillén, A., ... & Isiordia-Espinoza, M. (2016). Actividad antibacteriana y antifúngica de un extracto de *Salvia apiana* frente a microorganismos de importancia clínica. *Revista argentina de microbiología*, 48(3), 217-221.

Corrales-Bernal, A., Maldonado, M. E., Urango, L. A., Franco, M. C., & Rojano, B. A. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista chilena de nutrición*, 41(3), 312-318.

- Das, M. K., & Mandal, S. (2016). Syzygium cumini and Mangifera indica Seed Extracts. Journal of Infectious Diseases & Preventive Medicine. 4: 129. doi:10.4172/2329-8731.1000129
- Daud Thoene, A., Habib Intersimone, N., & Sánchez Riera, A. (2008). Actividad antimicrobiana de extractos alcohólicos de hojas y corteza de Polyplepis australis Bitter (queñoa). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(3), 0-0.
- Dorta, E., González, M., Lobo, M. G., & Laich, F. (2016). Antifungal activity of mango peel and seed extracts against clinically pathogenic and food spoilage yeasts. *Natural product research*, 30(22), 2598-2604.
- Fundación mango Ecuador (2018). [http://www.mangoecuador.org/exportacion-por\\_empacadora\\_por\\_variedad.php](http://www.mangoecuador.org/exportacion-por_empacadora_por_variedad.php)
- Imran, M., Arshad, M. S., Butt, M. S., Kwon, J. H., Arshad, M. U., & Sultan, M. T. (2017). Mangiferin: a natural miracle bioactive compound against lifestyle related disorders. *Lipids in health and disease*, 16(1), 84.
- Jibaja Espinoza, L. (2015). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, Mangifera indica, variedad "criollo". *Cientifi-k*, 2(1), 62-69.
- Kamath, K., Ramakrishna, A. (2016). Comparison of antibacterial activity of leaves extracts of Tectona grandis, Mangifera indica and Anacardium occidentale. *Int J Curr Pharm Res 2017*. 9(1), 36-39.
- Kaur, J. , Rathinam, X. , Kasi, M. , Miew Leng, K. , Rajasekaran, A. , Kathiresan, S. (2010). Preliminary investigation on the antibacterial activity of mango (Mangifera indica L: Anacardiaceae) seed kernel. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 3(9), 707-710.
- Kuete, V., Ngameni, B., Simo, C.C.F., Tankeu, R.K., Ngadjui, B.T., Meyer, J.J.M., Lall, N. & Kuate, J.R. (2006). Actividad antimicrobiana de los extractos crudos y compuestos de Ficus chlamydocarpa y Ficus cordata (Moraceae) *J Ethnopharmacol*; 120 17-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2008.07.026>
- Kumar, KN., Gupta, BS., Mehta, D., Mehta, BK. (2016). Phytochemical Analysis and Antitubercular Activity Of Flowers Extract Of Mangifera Indica. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 7(8). 3472-76.
- Lozano, C., & Torres, C. (2017). Actualización en la resistencia antibiótica en Gram positivos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 35, 2-8.
- Medini, F., Fellah, H., Ksouri, R., & Abdelly, C. (2014). Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant Limonium delicatulum. *Journal of Taibah University for science*, 8(3), 216-224.
- Meneses Garcia, A. P., & França Orlanda, J. F. (2014). Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro del extracto hidroalcohólico bruto Mangifera indica Linneau. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(3), 189-198.
- Mushore, J., Matuvhunye, T. (2013). Antibacterial properties of Mangifera Indica on Staphylococcus aureus. *African Journal of clinical and experimental microbiology*. 14(2). 62-74.
- Ortiz Choez C. A. (2015). Acción antimicrobiana de soluciones formadoras de recubrimientos comestibles a base de quitosano y extracto hidroalcohólico de mango (*Mangifera indica*) frente a microorganismos de interés sanitario. Grado de Tesis: Químico Farmacéutico. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Parvez, G. M. (2016). Pharmacological activities of mango (Mangifera Indica): A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(3), 1.
- Rakholiya, K. D., Kaneria, M. J., & Chanda, S. V. (2015). In vitro assessment of novel antimicrobial from methanol extracts of matured seed kernel and leaf of Mangifera indica L.(Kesar Mango) for inhibition of Pseudomonas spp. and their synergistic

- potential. *American Journal of Drug Discovery and Development*, 5(1), 13-23.
- Rodas, S., Ricaurte, P. & Mejía, A. H. (2017). Evaluación de la capacidad antimicrobiana de las hojas de *Laurusnobilis* y *Thymusvulgaris*. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(24), 46-50.
- Rojas, J., García, A., & López, A. (2005). Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 4 (2), 28-32.
- Romero Díaz, J. A., Nuva-Paz, L., López, M., Ferrada, C., & Carballo, C. (2014). Validación de una técnica por Cromatografía Líquida de Alta Resolución para la determinación del contenido de Mangiferina en hojas de *Mangifera indica* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(3), 167-178.
- Serna, L., García-Gonzalez, L. & Torres León, C. (2015). Agro-Industrial Potential of the Mango Peel Based on its Nutritional and Functional Properties. *Food Reviews International*, 32:4, 364-376.
- Serna-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de Ingredientes Funcionales. *Información tecnológica*, 26(2), 41-50.
- Tayana, N., Inthakusol, W., Duangdee, N., Chewchinda, S., Pandith, H., & Kongkiatpaiboon, S. (2019). Mangiferin content in different parts of mango tree (*Mangifera indica* L.) in Thailand. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 41(3).
- Toribio, M.S., Oriani D.S. y Skliar M.I. (2004). "Actividad antimicrobiana de *Centaurea calcitrapa*". *Ars Pharmaceutica*, 45(4): 335-341.
- Troncoso, M., Gajardo, S., Benites, J., López, J., & Rojas, M. (2010). *Mangifera indica* y *Psidium guajava*: determinación de la actividad antimicrobiana de las cáscaras liofilizadas en la formulación de una loción hidroalcohólica para el acné. *BIOFARBO*, 18(2), 1-9.
- Venkata, N., Sukumar, K., Babul, G., Pankaj, P.K., Muralitharan, G., Annapareddy, S., Teja, D., Devi, A. (2019). In-vitro Studies on Antitumour and Antimicrobial Activities of Methanolic Kernel Extract of *Mangifera indica* L. Cultivar Banganapalli. *Biomedical & Pharmacology Journal*. 12(1). 357-362.