

## Actividad antioxidante, antibacteriana y analgésica de extractos de *Mangifera indica* L.

### Antioxidant, antibacterial and analgesic activities of *Mangifera indica* L. extracts

Julio Benites Vílchez<sup>1,2</sup>, José López Vivar<sup>1,2</sup>, Francisca Kusch Fuschlocher<sup>1,2</sup>  
Sandra Gajardo Solari<sup>1,2</sup>, Graciela Jorquera Arancibia<sup>1</sup>, Gabriela Salazar Rodríguez<sup>1</sup>,  
Mauricio Rojas Arredondo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile

<sup>2</sup> Instituto de Etnofarmacología. Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile

Dirección para correspondencia: Julio Benites Vílchez. Departamento de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad Arturo Prat. Av. Arturo Prat 2120. Iquique, Chile.

Tel.0056-057-394275

E mail: julio.benites@unap.cl

Recibido para publicación en 11/08/10

Aceptado en 20/12/10

#### RESUMEN

Diversos estudios han demostrado que las distintas partes del mango (raíces, tallos, corteza, flores y frutos) presentan diversas propiedades farmacológicas, siendo usadas para tratar menorragia, escabiosis, diarreas, sífilis, amebas e infecciones cutáneas. El empleo de extractos de hojas y tallo han sido descritos en la medicina tradicional como analgésico para el tratamiento de dolores dentales y musculares, afecciones inflamatorias y anemia. En este trabajo se evaluaron las actividades antioxidantes, a través de: ensayo de descoloramiento del radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH), contenido total de fenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu y actividad antibacteriana y analgésica de siete variedades de corteza de *Mangifera indica* L. Los resultados demostraron que los extractos etanólicos presentan mejor actividad que los extractos acuosos. Sin embargo, la actividad atrapadora de radicales libres del control fue mayor que la actividad atrapadora de radicales libres de los diferentes extractos. La Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) para medir la actividad antibacteriana se determinó mediante la ecuación de la recta, se observó que los extractos etanólicos de tres variedades de corteza de *Mangifera indica* L., Pica, Kent y 3 Gloria, mostraron un efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli*, con

respecto a cefotaxima. Por último se evaluó la actividad analgésica de extractos acuosos y etanólicos de corteza *Mangifera indica* L., variedad de Pica, utilizando hot plate test, en ratas Sprague-Dawley machos, después de administrar i.p.: suero fisiológico (blanco), como referencia, diclofenaco y morfina (controles positivos) y los extractos acuosos y etanólicos, a dosis 100mg/kg y 200mg/kg de peso. Los resultados mostraron que los extractos presentan actividad analgésica. Por lo tanto la corteza de *M. indica* presenta actividad antioxidante y analgésica correlacionada con la presencia de polifenoles en todas las cortezas evaluadas.

**Palabras Clave:** antioxidante, antibacteriana, efecto analgésico y *Mangifera indica* L.

#### ABSTRACT

Several studies have shown that different parts of mango (roots, stems, bark, flowers and fruits) have different pharmacological properties, being used to treat menorragia, scabies, diarrhea, syphilis, amoebas and skin infections. The use of extracts of leaves and stem have been described in traditional medicine as an analgesic for the treatment of dental pain and muscular, inflammatory diseases and anemia.

In this study we evaluated the antioxidant activities, through the fading test radical 2,2-

Diphenyl-1-picryl-hidrazil (DPPH\*), total phenolic content by Folin-Ciocalteu and antibacterial and analgesic activity on seven varieties of *Mangifera indica* L., bark. The results showed that ethanol extract showed better activity than water extract. However, free radical scavenging activity of control was greater than the free radical scavenging activity of different extracts. The CMI for measuring the antibacterial activity was determined by the equation of the line, we observed that the ethanol extracts of three varieties of crust *Mangifera indica* L., Pica, 3 Gloria and Kent, and showed an antibacterial effect against *Escherichia coli*, with respect Cefotaxime. Finally, we evaluated the analgesic activity of aqueous and ethanol bark extracts of *Mangifera indica* L. variety of Pica, using "hot plate" test in Sprague-Dawley rats after ip administration: physiological saline solution, diclofenac and morphine (positive controls) as references and aqueous and ethanol extracts at 100mg/kg and 200mg/kg dose weight. The results showed that the extracts have analgesic activity.

Therefore *M. indica* bark has antioxidant and analgesic activity correlated with the presence of bark polyphenols in all evaluated.

**Key Words:** antioxidant, antibacterial, analgesic activity and *Mangifera indica* L.

## INTRODUCCIÓN.

*Mangifera indica* L. (mango) es un árbol frutal perteneciente a la familia Anacardiaceae, nativo del sudeste asiático. En Chile las dos principales áreas de producción están representadas por el Oasis de Pica (Región de Tarapacá) y el Valle de Azapa (Región de Arica y Parinacota).<sup>1</sup>

Las variedades o cultivares de mango provienen de dos grandes grupos, cuyos orígenes son: India e Indochina, y Filipinas. El mango cultivado en el Oasis de Pica, pertenecería al grupo de variedades Indochino.<sup>1,2</sup> En el valle de Azapa se pueden encontrar diversos cultivares, los cuales fueron importados desde Florida (EEUU).

El componente químico principal que se encuentra en el extracto de corteza es una xantona glicosilada llamada mangiferina (2-β-D-glucopiranosil-1,3,6,7-tetrahidroxi-9-xantona).<sup>3</sup> La aglicona que se produce a partir de ésta (noratiriol), después de la pérdida del enlace glicosídico por hidrólisis, tiene un potente efecto en la captación de oxígeno singlete.<sup>4</sup> También presenta polifenoles, flavonoles, terpenoides, fitoesteroles, azúcares libres, polialcoholes y ácidos grasos, de los cuales más del 60 % son poliinsaturados. Además posee

elementos importantes como calcio, selenio, cobre y zinc, los que tienen participación en los procesos de la cascada inflamatoria e inmunoreguladora.<sup>5</sup> Diversos estudios han demostrado que las distintas partes del mango (raíces, tallos, corteza, flores y frutos) presentan diversas propiedades farmacológicas, siendo usadas para tratar menorragia, escabiosis, diarreas, sífilis, amebas e infecciones cutáneas. El empleo de extractos de hojas y tallo han sido descritos en la medicina tradicional como analgésico para el tratamiento de dolores dentales y musculares, afecciones inflamatorias y anemia. El extracto de la corteza del tronco ha demostrado, como propiedad farmacológica principal, una potente actividad antioxidante, debido a que previene el estrés oxidativo. Estas propiedades están relacionadas con su capacidad secuestradora de diferentes especies reactivas del oxígeno y la interacción del extracto con Fe<sup>2+</sup>, lo que representa un importante mecanismo antioxidante.<sup>6-9</sup>

El estrés oxidativo está estrechamente vinculado a diversas patologías, entre las que se pueden citar la aterosclerosis, cáncer, procesos inflamatorios y enfermedades neurodegenerativas e incluso procesos naturales como el envejecimiento. Este fenómeno es causado por una generación incrementada de radicales libres, por lo que una de las vías para detener este proceso es a través del suministro de sustancias antioxidantes. Actualmente los antioxidantes sintéticos, entre otros factores, son cuestionados por su posible capacidad promotora de tumores, por lo que ha llevado a la búsqueda y utilización de compuestos de origen natural. Indiscutiblemente, las plantas contribuyen de una manera significativa a este propósito, evidenciado en estudios epidemiológicos, clínicos y experimentales.<sup>10</sup>

Por otra parte existen estudios que han evaluado la actividad antibacteriana de tallo, hojas, frutos y flores de *Mangifera indica* L., mostrando como resultado que los extractos acuosos de ésta, poseen una menor actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* y otras bacterias de la familia enterobacteriáceas, en comparación a los extractos etanólicos. Los extractos son más activos frente a bacterias gram positivas que gram negativas.<sup>11,12</sup>

En la literatura se ha reportado que extractos de tres variedades de mango mostraron inhibición del crecimiento de *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, confirmando su acción como bacteriano natural.<sup>3,13</sup> *Mangifera indica* L., previene la acción de *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mitis* y *Streptococcus sanguis*, microorganismos causantes de enfermedades dentales como caries y gingivitis.<sup>14</sup>

Otros estudios han incursionado en aspectos relacionados con los mecanismos de acción antiinflamatoria y analgésica del extracto acuoso de *Mangifera indica* L., lo que demuestra el potencial terapéutico en el tratamiento de diferentes enfermedades inflamatorias relacionadas con la adhesión celular y el tráfico de leucocitos.<sup>4,15</sup>

Existe evidencia que el método más utilizado para determinar la actividad analgésica, es mediante la plancha caliente, usando como individuos de estudio, las ratas.<sup>16-18</sup>

En la corteza de *Mangifera indica* L., se ha encontrado en gran proporción la mangiferina, por lo que se ha buscado la mejor manera de obtenerla utilizando diferentes tipos de solventes. Otros autores han puesto de manifiesto que la mangiferina se extrae mejor con metanol que con agua y no con cloroformo, ni hexano.<sup>19</sup>

Basado en los antecedentes antes mencionados, en este trabajo de investigación se plantea evaluar la actividad antioxidante y antibacteriana de distintas variedades de *Mangifera indica* L., y determinar la actividad analgésica de la corteza de *Mangifera indica* L., variedad Pica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Material vegetal.** El trabajo consideró 7 variedades de corteza de *Mangifera indica* L., que fueron: Pica, Tommy Atkins, Kent, Keitt, Sensation, 3 Gloria y Zill, clasificadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, Arica-Chile.

**Colección.** La especie Pica fue colectada en el mes de octubre del 2008 en una parcela del sector Alto Grande de la localidad de Pica en la Región de Tarapacá, a 114 kilómetros al sureste de Iquique. Las otras 6 variedades de mango fueron colectadas en el mes de marzo del 2009 en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Tarapacá que se encuentra ubicada en el Valle de Azapa kilómetro 12 de la Región de Arica y Parinacota.

**Secado.** Las cortezas fueron secadas bajo sombra en el pueblo de la Tirana, ubicado a 72 kilómetros al este de Iquique. Una vez secos, se tritularon en una licuadora doméstica (Somela Frutty Mix BL-500).

**Bacterias.** *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella thyphimurium* ATCC 14028, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923,

*Staphylococcus epidermidis*, cepa clínica aislada en la Universidad Católica del Norte, Chile.

**Animales de experimentación.** Se utilizaron 30 ratas Sprague – Dawley machos, de 170 a 300 gramos de peso, las que fueron separadas en 6 grupos de 5 ratas por jaula, con acceso de alimentos y agua *ad libitum*, a una temperatura de 18 a 20 °C, mantenidas en un ciclo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Cada grupo experimental consistió de 5 animales. El test de analgesia, con ratas, fue de acuerdo a los protocolos de la Universidad Arturo Prat y a los estándares internacionales recomendados por la sociedad de neurociencia.<sup>20</sup>

**Preparación de los extractos acuosos y etanólicos.** Los extractos acuosos se prepararon pesando 25 g de cada variedad de corteza en balanza analítica (Sartorius MC 210 S). Se les agregó 30 mL de agua destilada y se calentaron en una placa calefactora (Fisatom modelo 102) hasta ebullición por 5 min. Se filtró y se aforo hasta 50 mL con agua destilada. De lo anterior se obtuvo una solución al 50 % p/v, y por disolución se lograron las concentraciones a utilizar. Para evitar descomposición, se utilizaron el mismo día de la preparación.

Para la preparación de los extractos etanólicos se pesaron 25 g de cada variedad de corteza, se les agregó 30 mL de etanol y se dejaron macerar por 24 horas. Se filtraron y se aforaron hasta 50 mL de etanol. Se obtuvo una solución al 50 % p/v, y por disolución se consiguieron las concentraciones a utilizar.

**Determinación de la captación de radicales libres.** Se utilizaron soluciones metanólicas de DPPH a una concentración de 20 mg/L, extractos acuosos y etanólicos de corteza de *Mangifera indica* L., a 10 mg/mL.

Como compuesto de referencia se utilizó el antioxidante sintético Trolox, nombre IUPAC 6-hidroxi-2,5,7-terametilcroman-2-acido carboxílico (Aldrich U.S. 0,1 g disuelto en 10 mL de etanol) en un rango de concentración de 3,3 a 33,33 µg/mL.

Preparadas las soluciones, se homogenizaron con agitación en Vortex (Mixer. VM 300) y se dejaron reaccionar por 30 minutos en un baño termorregulador (Julabo SW 22) con agitación a 37° C. Posteriormente se realizó la lectura de la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro UV-VI (Genesys 2 Thermospectronic).<sup>8</sup>

La capacidad atrapadora de radicales libre se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Captación de Radical Libre} = [1 - (\text{Abs. Muestra} / \text{Abs. Blanco})] \times 100.$$

Abs. Muestra = absorbancia de la muestra

Abs. Blanco = absorbancia del blanco.

**Cuantificación de polifenoles totales.** Se prepararon soluciones de ácido gálico (Riedel-de Haën®) a concentraciones de 0, 50, 100, 150, 250 y 500 ppm, agregando 0, 1, 2, 3, 5 y 10 mL de la solución patrón a un matraz, y aforando a 100 mL con agua destilada. Una vez preparadas las soluciones se agitaron en un Vortex (Mixer. VM 300) a 20° C durante 1 hora. Se determinó la absorbancia de cada solución a 760 nm contra el blanco.

**Concentración mínima inhibitoria bacteriana.** Se eligieron para este ensayo tres cortezas de *Mangifera indica* L., variedad Pica, Kent y 3 Glorias, siendo éstas, las que presentaron mejor contenido de polifenoles en comparación a las otras variedades.

**Preparación de los extractos etanólicos.** Se pesaron 10 g de las tres variedades de cortezas, se dejaron macerar con etanol por 24 horas. Se filtraron y cada extracto se eliminó el solvente mediante un Rotavapor (Heidolph Laborota 4001). En un matraz, se pesaron 300 mg y se aforó a 10 mL con dimetilsulfoxido (Merck), obteniendo una concentración de 30 mg/mL. El control positivo que se utilizó fue cefotaxima (Laboratorios Chile) a una concentración de 0,5 mg/mL.

**Preparación del caldo de cultivo.** Se preparó a partir de las bases deshidratadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (Merck): 34 g de caldo Caso se disolvieron en un litro de agua destilada, se agregaron 2 mL en tubos de ensayos de 5 mL, tapados con algodón hidrófobo Carde. Luego se esterilizaron en Autoclave Vertical (Phoenix AV plus) durante 15 minutos a 121 °C.

**Inoculación.** El área de trabajo se esterilizó con etanol 90° antes de empezar y se mantuvo encendido el mechero Bunsen durante todo el ensayo para evitar cualquier tipo de contaminación. Se agregaron 50, 100, 150, 200 y 250 µL del control y de las muestras correspondientes. A continuación se introdujo un asa microbiológica en los tubos con la bacteria y se sembró en el caldo. Se utilizó como control positivo cefotaxima (Laboratorio Chile).

**Actividad analgésica.**

**Preparación de los extractos acuosos fríos y calientes.** Se pesaron las cantidades necesarias de cortezas de *M. indica*, luego se agregó 1.5 mL de

agua destilada, se calentó en una placa calefactora (WTW) hasta ebullición y se dejó enfriar. Se filtró con un papel filtro Whatman N° 540. Los extractos acuosos fríos se dejó reposar por unos minutos y se filtró. Se utilizaron extractos acuosos fríos y calientes para observar si existe diferencia.

**Preparación del extracto etanólico.** En un vaso precipitado se pesaron 15 g de corteza de *Mangifera indica* L., se agregó etanol suficiente para cubrir la corteza, se dejó macerar por 24 horas en un lugar oscuro y fresco. Al día siguiente se filtró y se eliminó el solvente en un rotavapor (Heidolph Laborota 4001).

**Tratamiento de los extractos etanólicos.** Se sometieron a disolución los extractos agregando 1.8 mL de Tween 80 y 4,2 mL de propilenglicol, se agitaron y se llevaron a baño maría y ultrasonido. (Cole – Palmer 8852).

**Test de la plancha caliente (hot plate test).** Se administró por vía intraperitoneal 100 mg/kg y 200 mg/ kg de peso, de los extractos etanólicos, fríos y calientes de corteza de *Mangifera indica* L., variedad Pica. Como control de referencia se usó suero fisiológico al 0,9 % (Laboratorio Sanderson) y como controles positivos: diclofenaco 75 mg/3 mL (Laboratorio Tecnofarma S.A.) y morfina 5 mg/kg (Laboratorio Sanderson).<sup>21</sup> Se colocó a cada rata en la superficie de la plancha caliente (Columbo Instrument) para medición de la analgesia, por un periodo no superior a los 15 segundos. Observando la respuesta de latencia de las sustancias administradas, al tiempo 0 (momento de la inyección i.p.) y luego a los 15, 30, 60 y 120 minutos.

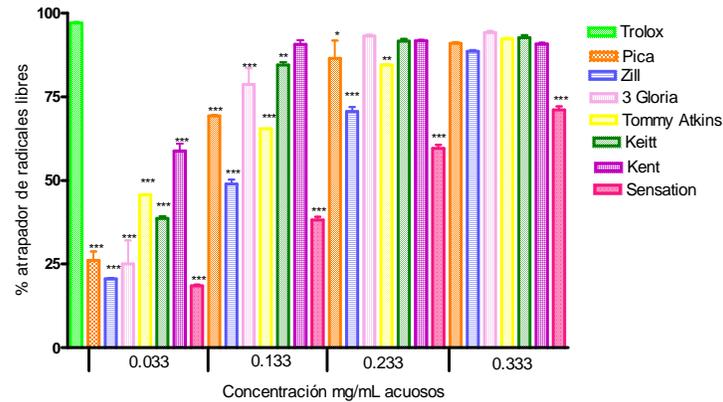
**Parámetros analizados.** El método estandarizado para test de analgesia consistió en evaluar el tiempo que demora el animal para lamerse las patas traseras (tiempo de reacción) o el tiempo que demora en saltar de la plancha para buscar una forma de escapar, en un período de 15 segundos.

**Análisis de datos.** Los resultados fueron procesados con Microsoft Office Excel 2003 y el análisis estadístico se obtuvo por el software GraphPad Prism ® mediante un análisis de varianza, ANOVA, de una entrada, seguido de un post test Bonferroni, en el cual p<0.05 fueron considerados como estadísticamente significativo. (\*) = p<0.05; (\*\*) = p<0.01; (\*\*\*) = p<0.001.

## RESULTADOS

**Determinación de la captación de radicales libres.** Los resultados obtenidos para la determinación de la actividad antioxidante de los

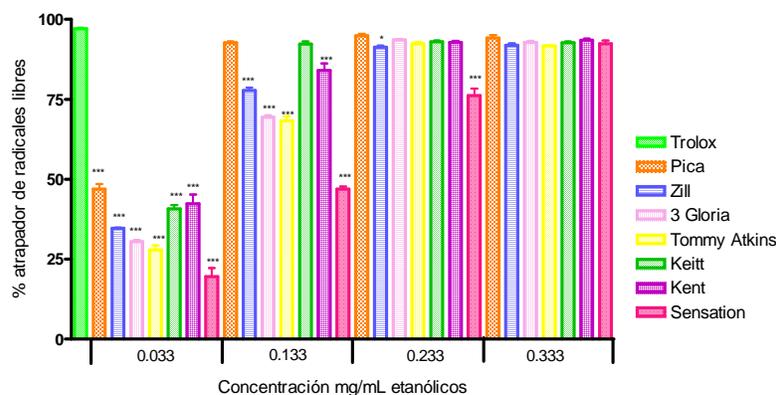
extractos acuosos de siete variedades de *Mangifera indica* L., a concentraciones de 0,033; 0,133; 0,233 y 0,333 mg/mL, utilizando como control de referencia el antioxidante sintético Trolox, son expuesto gráficamente a continuación.



**Figura 1.** Porcentaje atrapador de radicales libres de extractos acuosos de siete variedades de corteza de *Mangifera indica* L. con respecto al Trolox.

En la Figura 1 se observa a la concentración de 0,033 mg/mL la actividad atrapadora de radicales libres del patrón (Trolox) es superior a todos los extractos de corteza de *Mangifera indica* L. Al comparar la actividad antioxidante entre las cortezas, la variedad Kent en todas las concentraciones presenta un mayor porcentaje atrapador de radicales libres que las otras especies. A la concentración de 0,133 mg/mL el porcentaje atrapador de radicales libres de los extractos acuosos de las variedades Pica, Zill, 3 Gloria, Tommy Atkins, Keitt y Sensation fueron inferiores al control. La actividad antioxidante del extracto acuoso de la variedad Kent no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). A la

concentración de 0,233 mg/mL, el porcentaje atrapador de radicales libres de los extractos acuosos de las variedades Pica, Zill, Tommy Atkins y Sensation es inferior estadísticamente al control Trolox. En las variedades 3 Gloria, Keitt y Kent no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) al ser comparadas con el control. A la concentración de 0,333 mg/mL, el porcentaje atrapador de radicales libres de los extractos acuosos de las variedades Pica, Zill, 3 Gloria, Tommy Atkins, Keitt y Kent no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) frente al control (Trolox). La variedad Sensation presentó una actividad inferior al control ( $p < 0.001$ ).



**Figura 2.** Porcentaje atrapador de radicales libres de extractos etanólicos de siete variedades de corteza de *Mangifera indica* L., con respecto al Trolox.

La Figura 2 muestra que a la concentración de 0,033 mg/mL el porcentaje atrapador de radicales libres de los extractos etanólicos de las variedades de *Mangifera indica* L., fueron estadísticamente inferior ( $p > 0.001$ ) al control (Trolox). A la concentración de 0,133 mg/mL el porcentaje atrapador de radicales libres de las variedades Pica y Keitt no fueron diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ) al control, y las demás variedades no presentaron variación. A la concentración de 0,233 mg/mL la actividad antioxidante de los

**Contenido total de polifenoles.**

extractos etanólicos de las variedades Pica, 3 Gloria, Tommy Atkins, Keitt y Kent no mostraron diferencias estadísticamente significativas frente al control Trolox ( $p > 0.05$ ). Se observó que a la concentración de 0,333 mg/mL el porcentaje atrapador de radicales libres de los extractos etanólicos de todas las variedades no tuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) frente al control Trolox.

**Tabla 1.** Equivalentes totales de Ácido Gálico (TEAG) de siete cortezas de *Mangifera indica* L., de extractos acuosos y etanólicos

Variedades	TEAG (mg AG/g planta)	
	Extracto acuoso	Extracto etanólico
Pica	950,8	737,9
Zill	486,7	432,8
3 Gloria	886,7	525,1
Tommy Atkins	489,2	484,1
Keitt	971,3	976,4
Kent	977,4	971,3
Sensation	435,4	343,1

\*AG: ácido gálico

La Tabla 1 muestra la concentración de polifenoles totales, apreciándose que los valores más altos de polifenoles totales corresponden a la variedad Kent de los extractos acuoso y etanólico. Los extractos

acuoso y etanólicos de corteza de la variedad Sensation, mostraron valores más bajos de polifenoles totales.

**Concentración mínima inhibitoria bacteriana.**

el porcentaje de crecimiento bacteriano versus logaritmo de la concentración (mg/mL). (Tabla 2)

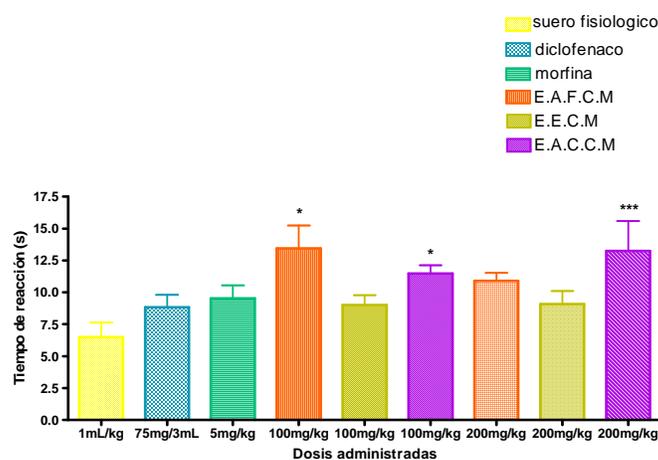
La determinación de la CMI de cada variedad se obtuvo mediante la ecuación de la recta, graficando

**Tabla 2.** Concentración mínima inhibitoria de tres variedades corteza de *Mangifera indica* L., (30 mg/mL) y del control cefotaxima (0,5 mg/mL)

Bacteria	CMI (mg/mL)			
	Pica	Kent	3 Gloria	Cefotaxima
<i>E. coli</i>	2,301	2,052	2,509	3,79
<i>S. thyphimurium</i>	2,838	3,146	2,388	1,47x10 <sup>-3</sup>
<i>S. aureus</i>	-	-	-	0,171x10 <sup>-3</sup>
<i>S. epidermidis</i>	0,240	2,882	1,394	7,15x10 <sup>-3</sup>

**Actividad analgésica.** Se usó como blanco, 1 mg/mL (i.p.) de suero fisiológico al 0.9% encontrando una actividad analgésica a los 6.5 segundos. Como controles positivos se usaron diclofenaco (i.p.) y morfina (i.p.), por sus efectos

analgésicos a nivel periférico y central respectivamente. Los tiempos de reacción fueron 8.9 segundos y 9.5 segundos, respectivamente (Figura 3).



E.A.F.C.M.: extracto acuoso frío de corteza *M. indica* L.

E.E.C.M.: extracto etanólico de corteza *M. indica* L.

E.A.C.C.M.: extracto acuoso caliente de corteza *M. indica* L.

**Figura 3.** Actividad analgésica de los extractos acuosos y etanólicos de corteza de *Mangifera indica* L.

En la Figura 3, se observa que los extractos acuosos fríos de *Mangifera indica* L., a concentraciones de 100, 200 mg/kg de peso, mostraron un tiempo de reacción promedio (tiempo que demora la rata en lamerse las patas traseras o saltar de la superficie de la plancha caliente) de 13.44 y 10.91 segundos respectivamente. El extracto acuoso frío *Mangifera indica* L., de

100mg/kg de peso, fue significativamente superior ( $p < 0,01$ ) al control de referencia (suero fisiológico) y los controles positivos (diclofenaco y morfina). Los diferentes polifenoles encontrados en el extracto de corteza de *Mangifera indica* L., podrían estar relacionados con la actividad analgésica y antiinflamatoria. A 200 mg/kg de peso del extracto acuoso frío de *Mangifera indica* L., los resultados

no fueron significativos estadísticamente ( $p > 0.05$ ) frente a los controles. Esto pudo deberse a que al aumentar la concentración del extracto, la solubilidad disminuye y por lo tanto su disolución es parcial, por lo que no se pudo alcanzar una concentración para ejercer la actividad.

Los extractos etanólicos de *Mangifera indica* L., variedad Pica a las dosis de 100 y 200 mg/kg, presentaron un tiempo de reacción promedio de 9.01 y 9.10 segundos respectivamente. Los resultados no son estadísticamente significativos, ( $p > 0.05$ ) al ser comparado con el control de referencia y controles positivos. Estos extractos presentaron menor actividad analgésica que los extractos acuosos, contrapuesto a los resultados obtenidos en la actividad antioxidante.

## DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarca en el área de los productos naturales para lo cual se estudió la corteza del mango, por ser un material fácil de adquirir, debido a que en el cultivo del fruto, las ramas o troncos de los árboles son podados y eliminados a la basura o quemados.

En la determinación de la actividad atrapadora de radicales libre, al aumentar la concentración de los extractos acuosos, aumenta el porcentaje atrapador de radicales libres de todas las variedades. Existen estudios que indican que la actividad antioxidante se debe a la presencia de compuestos con grupos hidroxilos en la posición 3, 6 y 7 de la mangiferina los cuales ejercen su acción por donación de protones, o bien por interacción, adición o combinación de radicales o por reacciones redox.<sup>6</sup>

La variedad Kent fue la que presentó mejor actividad antioxidante; esto puede deberse a una mayor cantidad de mangiferina, catequina y ácido gálico (encargados de ejercer la actividad antioxidante) que las otras variedades. Ribeiro *et al.*, demostraron que existen diferencias en los compuestos fenólicos y actividad antioxidante entre las variedades de *Mangifera indica* L., la variedad Ubá presentó mayor cantidad de compuestos fenólicos y mayor actividad atrapadora de radicales libres con respecto a las variedades Haden, Tommy Atkins y Palmer.<sup>8</sup>

Acosta *et al.*,<sup>9</sup> realizaron un estudio sobre biolixiviación de la corteza de *Mangifera indica* L., encontrando que el principio activo que se encuentra en mayor proporción (mangiferina) es extraído concentraciones mayores con etanol.<sup>9</sup> Por este motivo se decidió evaluar la determinación de la actividad antioxidante de los extractos etanólicos, para lo cual se evaluaron las siete variedades de *Mangifera indica* L., a

concentraciones de 0,033; 0,133; 0,233 y 0,333 mg/mL, utilizando como patrón de referencia el antioxidante sintético Trolox.

Se esperó que al aumentar la concentración de los extractos etanólicos de *Mangifera indica* L., aumentara de forma proporcional la actividad atrapadora de radicales libres, atribuibles a la presencia de compuestos fenólicos como la mangiferina, componente mayoritario de la corteza<sup>3,5</sup> y responsable de la actividad antioxidante, comprobando así el trabajo realizado por Acosta *et al.* Esto se demuestra al realizar una comparación de las Figuras 2 y 3, donde los extractos etanólicos presentan mejores actividad a las mismas concentraciones que los extractos acuosos.<sup>7,9</sup>

En el año 2007 Delgado *et al.*,<sup>10</sup> realizó estudios preclínicos donde comprobó que el extracto de *Mangifera indica* L., inhibía la peroxidación lipídica, evitaba el daño al ADN y poseía capacidad de secuestro de radicales hidroxilo y de ácido hipocloroso. Por lo tanto, dicho extracto secuestra a las especies reactivas de oxígeno y evita la formación de éstas en cantidades perjudiciales para el organismo, estimula los mecanismos de reparación endógenos y/o suministra entidades químicas que aumentan la capacidad endógena de secuestro de radicales libres formados en exceso, todo lo cual indica su actividad antioxidante.<sup>10</sup>

El método para la determinación de polifenoles totales desarrollado por Folin-Ciocalteu, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfotungstáico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ).<sup>11</sup> La intensidad de la tonalidad azul varía en función de la concentración de fenoles que contienen las muestras. Los resultados se expresaron como equivalentes totales de ácido gálico (TEAG).

En el año 2007 Nuñez *et al.*,<sup>5</sup> realizaron estudios donde mostraron que la corteza de *Mangifera indica* L., contenía polifenoles como la mangiferina, catequina, derivados de ácido gálico y ácido benzoico (Figura 4). También determinaron la presencia de microelementos como selenio, cobre, zinc y ácidos grasos poliinsaturados, que ejercían en combinación un efecto protector ante los procesos oxidativos por captación de radicales libres.<sup>5</sup> El selenio previene y repara los efectos causados por las especies reactivas de oxígeno, ya que es cofactor enzimático de la glutatión peroxidasa, involucrada en el mecanismo de reparación del daño oxidativo.



corteza de *Mangifera indica* L., variedad de Pica 1 a 100 mg/kg de peso, se comparó con el control de referencia y los controles positivos, siendo estos resultados no estadísticamente significativos ( $p > 0.05$ ). En el extracto acuoso caliente de corteza de *Mangifera indica* L., variedad Pica, a 200mg/kg de peso, aumenta significativamente la actividad analgésica ( $p < 0.001$ ), posiblemente por el efecto de la temperatura, la cual mejora la solubilidad de los extractos de *Mangifera indica* L., aumentando la actividad analgésica.

#### AGRADECIMIENTOS

A la DGI de la Universidad Arturo Prat por el apoyo brindado.

#### REFERENCIAS

1. Tapia L. Parámetros de rendimiento del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) al proceso de pelado. *Ideia*. 1982; 6: 93-98.
2. Sergeant, E, Casanova E, Leal F. Aplicación de nitrógeno y potasio en mango (*Mangifera indica* L.). *Agronomía Trop*. 1995; 45(2): 293-312.
3. Stoilova I, Gargova S, Stoyanova A, Ho L. Antimicrobial and antioxidant activity of the polyphenol mangiferin. *Herb Polonica*. 2005; 51:37-44.
4. Wauthoz N, Balde A, Balde E, Van Damme M, Duez P. Ethnopharmacology of *Mangifera indica* L. Bark and Pharmacological Studies of its Main C-Glucosylxanthone Mangiferin. *Int J Biomed Pharmaceut Sci*. 2004; 1(2):112-119.
5. Núñez A, Guevara M, Álvarez A, Pardo G. Experiencias de la terapia antioxidante con Vimang® en la atención primaria de salud en Cuba. *Rev. Cub. Salud Pública*. 2007; 33:3.
6. Murillo E, Lombo O, Tique M, Méndez J. Potencial Antioxidante de Bauhinia Kalbreyeri Harms (FABACEAE). *Inf. Tecnol*. 2007; 18: 65-74.
7. Ling L, Yap S, Radhakrishnan A, Subramaniam T. *Mangifera indica* extract is an ideal antioxidant. *Food Chem*. 2009; 113: 1154-1159.
8. Ribeiro S, Barbosa L, Queiroz J, Knodler M, Schieber A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chem*. 2008; 110: 620-626.
9. Acosta J, Nueva L, Amaro D, Álvarez J. Estudio del Proceso de Lixiviación de la Corteza Vegetal de *Mangifera indica* L. *Lat. Am. J. Pharm*. 2008; 28: 27-31.
10. Delgado R, Núñez A. Efecto de la Crema Antioxidante Vimang® en Enfermedades Dermatológicas. *Lat. Am. J. Pharm*. 2007; 26: 238-43.
11. Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de distintos métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en pulpas de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2005; 25: 726-732.
12. El-Mahmood M. Antibacterial efficacy of stem bark extracts of *Mangifera indica* against some bacteria associated with respiratory tract infections. *Sci. Res. Essays*. 2009; 4(10): 1031-1037.
13. Doughari J, Manzara S. In vitro antibacterial activity of crude leaf extracts of *Mangifera Indica* Linn. *Afr. J. Microbiol. Res*. 2008; 2: 67-72.
14. Mirghani M, Yosuf F, Kabbashi N, Vejjayan J, Yosuf Z. Antibacterial Activity of Mango Kernel Extracts. *J Appl Sci*. 2009; 9: 3013-3019.
15. Prashant G, Chandu G, Murulikrishna K, Shafiulla M. The effect of mango and neem extract of four organism causing dental caries. *Indian J. Pharm. Sci*. 2007; 18: 4.
16. Parekh J, Chanda S. Screening aqueous and alcoholic extract of some indian medicinal plant of antibacterial activity. *Indian J. Pharm. Sci*. 2006; 68: 835-838.
17. Beltrán A, Ledón N, Romay Ch, Sironi M. Vimang® y mangiferina inhiben la expresión de ICAM-1 en células endoteliales estimuladas con citocinas proinflamatorias. *Rev. Cubana Invest. Bioméd*. 2003; 22: 164-72.
18. Malairajan P, Gopalakrishnan G, Narasimhan S, Veni K. Analgesic activity of some Indian medicinal plants. *J. Ethnopharmacol*. 2006; 106: 425-428.
19. Garrido G, Gonzalez D, Delporte C. Analgesic and anti-inflammatory effects of *Mangifera indica* L. extract (Vimang). *Phytother. Res*. 2001; 15: 18-21.
20. Ojewole J. Efectos antiinflamatorios, analgésicos y anti-hipoglucemiante de extracto acuoso de corteza *Mangifera indica* Linn. (Anacardiaceae). *Meth. Find Exp. Clin. Pharmacol*. 2005; 27: 547.
21. Andrews J. Determination of minimum inhibitory concentrations. *J. Antimicrob. Chemoth*. 2001; 48: 5-16.
22. Akinpelu D, Onakoya T. Antimicrobial activities of medicinal plants used in folklore remedies in south-western. *Afr. J. Biotechnol*. 2006; 5: 1078-1081.
23. Henninger D, Panes J, Eppihimer M, Russell J, Gerritsen M, Anderson D, Granger D. Cytokine induced VCAM-1 and ICAM-1 expression in different organs of the mouse. *J. Immunol*. 1997; 158: 1825-1832.