

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LOS EXTRACTOS HEXÁNICOS DE LAS INFLORESCENCIAS DE PALMAS COMESTIBLES DE LA SIERRA DE TABASCO, MEXICO**ANTIBACTERIAL ACTIVITY EVALUATION OF HEXANIC EXTRACTS OF EDIBLE PALM INFLORESCENSES OF TABASCO'S MOUNTAINS, MEXICO**

Dora Centurión-Hidalgo, Judith Espinosa-Moreno, Alberto Mayo-Mosqueda, Aida Frías-Jiménez y José Rodolfo Velázquez-Martínez

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Km 25+2 Carretera Villahermosa-Teapa, Ranchería La Huateca 2ª Sección, Centro, Tabasco, México. CP 86280. Correos electrónicos: dora.centurion@ujat.mx; juespinosa@hotmail.com; amayom13@hotmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de buscar alternativas para la prevención y tratamiento de infecciones de origen alimentario, la actividad antibacteriana de los extractos crudos de dos palmas (*Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart. y *Chamaedorea cataractarum* Mart.) contra tres bacterias (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 y *Bacillus cereus* ATCC 11778) fue evaluada. La parte comestible de las inflorescencias de cada especie se secó a 40°C por 48 horas, se molió y almacenó para su posterior estudio. Los extractos crudos de etanol y hexano, se obtuvieron mediante maceración a temperatura ambiente durante 24 horas con los respectivos solventes. La actividad antimicrobiana se evaluó mediante la técnica de difusión en agar con discos impregnados con el extracto crudo de cada especie. La determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) se realizó mediante el método de dilución en caldo y la concentración mínima bactericida (CMB) sembrando las diluciones sin turbidez para

observar la presencia de colonias bacterianas. Se encontró que los extractos hexánicos de la inflorescencia de *C. cataractarum* y *A. mexicanum* no presentaron actividad contra *S. typhimurium*. Ninguno de los extractos etanólicos presentó actividad antibacteriana a la concentración ensayada. La CMI del extracto hexánico de *C. cataractarum* fue de 3.85 mg ml⁻¹ para *B. cereus*. Finalmente, se encontró que los extractos etanólicos de las especies estudiadas no presentaron una CMI ni CMB a la mayor concentración probada (60 mg ml⁻¹).

Palabras clave: inflorescencia, *Astrocaryum mexicanum*, *Chamaedorea cataractarum*, concentración mínima inhibitoria, concentración mínima bactericida.

ABSTRACT

In order to search for prevention and treatment alternatives of food infections, the evaluation of the antibacterial activity of extracts of the palms *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart. and *Chamaedorea*.

cataractarum Mart. against three bacteria strains (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 and *Bacillus cereus* ATCC 11778) was performed. The edible part of each palm inflorescences were dried at 40°C for 48 h and grounded and stored for later study. Crude extracts obtained with ethanol or hexane, by 24 h maceration at room temperature were prepared. The antimicrobial activity was assessed using the agar diffusion method with crude extract impregnated discs. Determination of Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was performed using the broth dilution method and the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) by inoculating the dilutions without turbidity for bacterial colony presence searching. We found that the hexanic extract of *C. cataractarum* and *A. mexicanum* showed no activity against *S. typhimurium*. None of the ethanol extracts showed antibacterial activity with the tested concentrations. The MIC of *C. cataractarum* hexanic extract was 3.85 mg ml⁻¹ for both *B. cereus*. Finally, it was found that ethanolic extracts of the studied species did not presented a MIC or MBC at the highest concentration tested (60 mg ml⁻¹).

Key words: inflorescence, *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart., *Chamaedorea cataractarum* Mart., Minimum Inhibitory Concentration, Minimum Bactericidal Concentration

INTRODUCCIÓN

Las plantas se han utilizado como materia prima para la elaboración de preparaciones tradicionales (infusiones o jugos) usadas para controlar la prevalencia de ciertas enfermedades infecciosas, resolver problemas de resistencia de los microorganismos

y los efectos colaterales de algunos antimicrobianos sintéticos (Vera *et al.*, 2007). Las plantas constituyen un recurso valioso en los sistemas de salud de los países en desarrollo. De acuerdo a Bermúdez *et al.* (2005), la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que más del 80% de la población mundial utiliza la medicina tradicional para satisfacer sus necesidades de atención primaria de salud y que gran parte de los tratamientos tradicionales se basa en el uso de extractos de plantas o sus principios activos. En las últimas décadas, se han realizado innumerables estudios sobre sustancias con actividad antimicrobiana provenientes de plantas superiores con la finalidad de encontrar alternativas terapéuticas efectivas contra las infecciones producidas por microorganismos resistentes a los antibióticos. En tal sentido, se hace necesaria la búsqueda de nuevas fuentes naturales con efecto antimicrobiano (Acosta *et al.*, 1998). En los últimos años se han incrementado los estudios para evaluar la actividad antimicrobiana de las plantas debido a que han mostrado ser eficaces cuando los antibióticos convencionales fallan en determinadas comunidades microbianas (Toribio *et al.*, 2004).

Se conoce que muchas enfermedades infecciosas se han tratado con remedios herbales a través de la historia de la humanidad. Aún en la actualidad, hay una continua y urgente necesidad de descubrir nuevos compuestos antimicrobianos con diversas estructuras químicas y nuevos mecanismos de acción para tratar enfermedades infecciosas. Por lo tanto, los investigadores están volviendo su atención hacia la medicina tradicional en la búsqueda de nuevas pistas para desarrollar mejores fármacos contra infecciones microbianas (Oztuk y Ercisli, 2006).

El aprovechamiento de las plantas proviene principalmente de las costumbres culturales que los pobladores adquieren en el recorrido a través de la selva enriqueciendo su conocimiento y colecta sobre especies que usan para su alimentación, construcción, ornato, rito ceremonial donde surge un legado del uso ancestral de muchas especies que han prevalecido de generación en generación (Centurión-Hidalgo *et al.*, 2009). Las palmas, pertenecientes a la familia Arecaceae, se encuentran en todo el mundo cuando menos en forma cultivada; sin embargo, en forma natural la mayoría de las especies están restringidas a las regiones intertropicales. En México se han encontrado 21 géneros (Ibarra-Martínez, 1988) y Quero (1989) reportó que no se puede marcar con exactitud el número de especies porque hay géneros en estudio cuyas especies no están establecidas taxonómicamente. La mayor parte de las inflorescencias de palmas son comestibles en los estados de Tabasco, Oaxaca y Chiapas, de la república mexicana (Quero, 1989). Con respecto a las palmas que se consumen tradicionalmente en Tabasco, México, se encuentran las inflorescencias inmaduras de *Astrocaryum mexicanum*, *Chamaedorea alternans* y *C. cataractarum* (Centurión-Hidalgo *et al.*, 2003; Centurión-Hidalgo *et al.*, 2011).

Existen pocos estudios sobre la composición química de estos dos géneros. Centurión-Hidalgo *et al.* (2009) reportaron que *A. mexicanum* contiene 24.9% de proteína, 10.1% de fibra cruda, 76.4% de fibra dietaria total, 13.9 mg 100 g⁻¹ de hierro, 893.1 mg 100 g⁻¹ de calcio y 894.5 mg 100 g⁻¹ de potasio y que *C. alternans* contiene 25.4 % de proteína, 9.8% de fibra cruda, 39.8% de fibra dietaria total, 25.3 mg 100 g⁻¹ de hierro, 2458.0 mg 100 g⁻¹ de calcio y 210.9 mg 100

g⁻¹ de potasio. Por otro lado, Goncalves *et al.* (2010) analizaron el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante *in vitro* de la fruta madura fresca de 16 especies nativas de Brasil encontrando que *Astrocaryum aculeatum* presentó valores altos (20 mg de catequina g⁻¹ de muestra y 120 micromoles de equivalente de trolox g⁻¹, respectivamente).

Con respecto a los estudios de la actividad antimicrobiana de estas especies, Camacho-Corona *et al.* (2009) se han dedicado a la búsqueda de compuestos de origen natural con actividad contra cepas resistentes de la bacteria que causa la tuberculosis y comprobaron que los metabolitos secundarios de *Chamaedorea tepejilote* inciden de manera importante contra las bacterias más resistentes. Anteriormente, Jiménez-Arellanes *et al.* (2005) reportaron la bioactividad de las fracciones F1 y F8 del extracto hexánico de *Chamaedorea tepejilote* inhibiendo el crecimiento de *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv a una concentración de 100 µg ml⁻¹ en 96.24% y 74.82%, respectivamente. En la fracción F1 identificaron tres compuestos: éster metílico del ácido hexadecanoico, farnesol y escualeno (este último como el principal constituyente) y en las fracciones F3-F5 detectaron β-sitosterol. La separación de la fracción F8 produjo 11 subfracciones identificando al β-sitosterol en la F8A y al ácido ursólico en las F8E y F8F. Por otro lado, estos mismos investigadores probaron escualeno, farnesol y ácido ursólico a una concentración de 100 µg mL⁻¹ reduciendo el crecimiento de *M. tuberculosis* en 99%.

En la búsqueda de especies con actividad potencial contra tres especies bacterianas que causan enfermedades transmitidas por los alimentos cuyo consumo pueda mejorar

la salud de la población rural, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de los extractos crudos de las inflorescencias de palmas comestibles (*Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart. y *C. cataractarum* Mart.).

MÉTODOS

Las inflorescencias de las palmas *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart. y *C. cataractarum* Mart. se adquirieron en el mercado municipal de Teapa, Tabasco (Fig. 1). De cada especie (Figs. 2 y 3) se obtuvieron muestras de 2 kg de la parte comestible, se secaron a 40 °C por 48 horas, se molieron y almacenaron en frascos de vidrio ámbar a 4°C para su posterior estudio. Para la identificación de las especies se colectaron especímenes que se cotejaron con los especímenes del Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: *Chamaedorea cataractarum* Mart. UJAT-20629. Guadarrama, MA. y Ortiz. G. núm. 95.5.95., Teapa, Tabasco; UJAT-19192. Guadarrama Ma. y Ortiz G. y Zarate R. núm. 993. Tacotalpa, Tabasco; *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart. UJAT-5804. Ruiz núm. 18. Macuspana, Tabasco; UJAT-3039. Samudio, S. núm. 380. Teapa, Tabasco; UJAT-5783. Ascencio 7. Teapa, Tabasco; UJAT-20333. Guadarrama, Ma. núm. 6935, los ejemplares colectados están en proceso de determinación en el Herbario de la UJAT.

Para la preparación de los distintos extractos se pesaron 5 g de cada muestra, se obtuvo el extracto crudo con 200 ml de etanol al 95% ó 200 ml de hexano al 98.5%, mediante maceración a temperatura ambiente durante 24 h. Se filtró al vacío cada macerado y se sometió a un proceso de concentración en

un rotavapor a presión reducida por debajo de 45°C hasta la eliminación del solvente. Para la preparación de las soluciones de los extractos crudos obtenidos con solventes orgánicos, se pesaron 20 mg de cada uno y se diluyó en 1 ml de agua destilada ó 1 ml de etanol por separado. De esta solución se usaron 5 µl (0.1 mg) para impregnar cada disco de papel filtro empleado para evaluar la actividad antibacteriana. Las bacterias seleccionadas para los bioensayos fueron *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 y *Bacillus cereus* ATCC 11778 que se conservaron en placas de agar infusión cerebro corazón (ABHI) y en agar para métodos estándar (AME), incubándolas a 37 °C por 24 h y almacenándolas a 4°C. Cada inóculo se preparó a una turbidez equivalente al tubo núm. 5 (106 UFC ml⁻¹) de la escala de McFarland (Rahalison *et al.*, 1991; Kuete *et al.*, 2006).

Para la evaluación de la actividad antibacteriana, se empleó la técnica de difusión en agar con discos. Para esto, se sembró masivamente con 0.1 ml de la bacteria correspondiente en la superficie de cajas de Petri con ABHI y se colocaron los discos de papel filtro (10 mm de diámetro) previamente impregnados con los extractos crudos (etanol al 95 %, hexano al 98.5%) y con los distintos controles positivo (ácido acético al 10%) y negativo (solución salina 0.85%). Se incubaron las cajas a 37°C por 24 h, luego del cual se procedió a realizar las mediciones de los halos de inhibición, expresados en milímetros (Rangel *et al.*, 2001; Toribio *et al.*, 2004). Cabe mencionar que para la dilución de la fracción del extracto hexánico, se utilizó Tween 80 al 0.01% como diluyente (Kuete *et al.*, 2006).

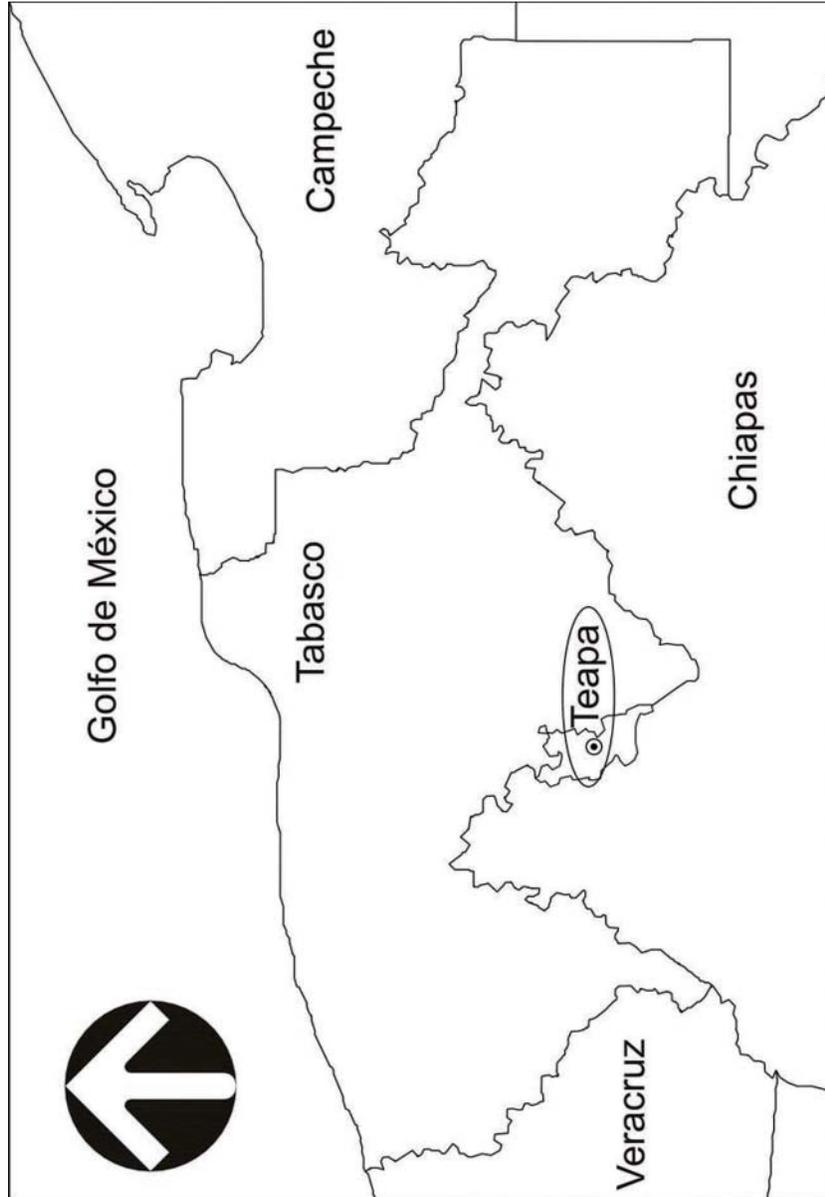


Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio: Teapa, Tabasco.



Fig. 2. Inflorescencia y parte comestible de *Astrocaryum mexicanum*.



Fig. 3. Inflorescencia de *Chamaedorea cataractarum*.

La determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) se realizó mediante el método de dilución en caldo infusión cerebro corazón (ICC). Con los extractos crudos etanólico o hexánico obtenidos, se ensayaron 10 diluciones en un rango de 120 a 60 000 μg de extracto seco ml^{-1} . Se prepararon 12 tubos con 1 ml de caldo ICC estéril por triplicado para cada bacteria (*S. aureus*, *S. typhimurium*, *B. cereus*). En un tubo de vidrio se pesó 0.6 g de extracto y se añadieron 10 ml de agua esterilizada, disolviendo uniformemente. De esta mezcla, se usó 1 ml

para el tubo número 1. El primer tubo que no presentó crecimiento fue considerado como la CMI (Hassan *et al.*, 2006; Toribio *et al.*, 2005). Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado.

Para determinar la concentración mínima bactericida (CMB) se extrajeron 100 μl de los tubos en los cuales no se observó crecimiento visible de la bacteria; esta suspensión fue inoculada en placas Petri debidamente rotuladas con la concentración correspondiente y añadiendo ABHI a 45°C. Las placas

se incubaron durante 24 h a 37°C (Horna *et al.*, 2005). Para evaluar el efecto bactericida de los extractos etanólico y hexánico se realizó el recuento de UFC ml⁻¹ (Toribio *et al.*, 2004).

RESULTADOS

En la determinación de la actividad antimicrobiana mediante el método de difusión en agar, se encontró que los extractos de etanol de las dos inflorescencias no presentaron actividad antimicrobiana a la concentración probada (20 µg ml⁻¹); mientras que los extractos hexánicos de las inflorescencias de

C. cataractarum y *A. mexicanum* mostraron un halo de inhibición específicamente contra ambas bacterias Gram positivas, *B. cereus* y *S. aureus*, no así para *S. typhimurium* que es Gram negativa (cuadro 1).

La concentración mínima inhibitoria (CMI) observada para el extracto hexánico de *C. cataractarum* fue de 3.85 mg de extracto seco ml⁻¹ para *B. cereus* y una concentración mínima bactericida (CMB) de 15 mg de extracto seco ml⁻¹ (cuadro 2). La CMI y la CMB de las otras especies se cuantificaron entre 30 y 60 mg de extracto seco ml⁻¹ por lo se propone continuar con este tipo de

Cuadro 1. Actividad antimicrobiana (diámetro del halo inhibitorio, mm).

Inflorescencias	Extracto	Microorganismo		
		<i>S. typhimurium</i>	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>
<i>C. cataractarum</i>	etanólico	-	-	-
	hexánico	-	10.10 ± 2.29	8.27 ± 0.46
<i>A. mexicanum</i>	etanólico	-	-	-
	hexánico	-	9.69 ± 2.19	7.90 ± 0.49

Cuadro 2. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida (mg ml⁻¹) de los extractos hexánicos.

Inflorescencias		Microorganismo		
		<i>S. typhimurium</i>	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>
<i>C. cataractarum</i>	CMI	15	3.85	30
	CMB	30	15	30
<i>A. mexicanum</i>	CMI	30	30	30
	CMB	30	60	30

estudios, reduciendo los intervalos entre las concentraciones para encontrar la que presente actividad inhibitoria para estos microorganismos.

En el presente trabajo se encontró que los extractos etanólicos de las especies estudiadas no presentaron una CMI ni una CMB a la mayor concentración probada (60 mg ml⁻¹) por lo que se recomienda continuar los estudios para determinar las concentraciones adecuadas.

DISCUSIÓN

Las dos especies de palmas estudiadas sólo se encuentran distribuidas en los estados mexicanos de Oaxaca, Chiapas, Tabasco y en Guatemala en Centroamérica (Quero, 1992; Castillo *et al.*, 1994). Hasta ahora no se han encontrado reportes en la literatura sobre su actividad antimicrobiana con excepción de lo reportado por Jiménez-Arellanes *et al.* (2003) sobre la actividad antibacteriana de los extractos hexánico, metanólico y acuoso de 22 especies de plantas que han sido utilizadas en la medicina tradicional en México para el tratamiento de tuberculosis, en este caso sólo se retoma el extracto hexánico de *Chamaedorea tepejilote* donde encontraron que presentó una CMI de 200 µg ml⁻¹ y para el extracto metanólico mayor de 200 µg ml⁻¹. En estudios realizados por Abadia-García *et al.* (2008) del extracto de hojas de la palma cocoyol (*Acrocomia mexicana*) se encontraron halos de inhibición de 27 y 20 mm para las cepas *S. aureus* y *E. coli* respectivamente. De acuerdo con el criterio establecido por Salinas *et al.* (2009), para considerar un extracto crudo de especies vegetales con compuestos antimicrobianos activos es la presencia de valores de CMI menores de 8 mg mL⁻¹, encontraron que las

bacterias Gram positivas fueron las más sensibles a la mayoría de los extractos de las nueve especies medicinales de Morelos. Bajo esta perspectiva, se consideró que el extracto hexánico crudo de la inflorescencia de *C. cataractarum* fue activo contra las dos especies de bacterias Gram positivas estudiadas.

CONCLUSIONES

Los extractos hexánicos de las dos inflorescencias evaluadas presentaron actividad antibacteriana en los tres microorganismos estudiados. La mayor actividad antimicrobiana se encontró en el extracto hexánico de *C. cataractarum* con una CMI de 3.8 mg ml⁻¹ para *B. cereus*. En conclusión, las inflorescencias como alimento convencional representan un potencial antibacteriano inexplorado, razón por la cual es suma importancia realizar estudios sobre dichos especímenes para descubrir posibles compuestos antimicrobianos naturales que ayuden a combatir diversas infecciones, especialmente las de origen alimentario.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte del proyecto de investigación titulado "Estudio de la actividad antimicrobiana de recursos fitogenéticos subexplotados en el estado de Tabasco, sobre microorganismos patógenos de incidencia alimentaria" apoyado por PFICA con la clave: UJAT-2007-C03-23.

LITERATURA CITADA

Abadia-García, L.G., Gutiérrez-Miceli, F.A., Vega, V.V.M. y Ayora-Talavera, T.R., 2008. Actividad antimicrobiana de flavonoides presentes en extractos

- de *Acrocomia mexicana*. “Resúmenes del V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica”, XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Acosta, L., R. Menéndez, V. Fuentes, C. Rodríguez, I. Hechevarría y C. Carballo, 1998. “Instructivo técnico del cultivo de *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng (orégano francés)”. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, **3**(1): 51-53.
- Bermúdez, A., M.A. Oliveira-Miranda y D. Velásquez, 2005. “La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales”. *Interciencia*, **30**(8): 453-459.
- Camacho-Corona, M.R., J.M.J. Favela-Hernández, O. González-Santiago, E. Garza-González, G.M. Molina-Salinas, S. Said-Fernández, G. Delgado y J. Luna-Herrera, 2009. “Evaluation of some plant-derived secondary metabolites against sensitive and multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis*”. *Journal of the Mexican Chemical Society*, **53**(2): 71-75.
- Castillo, M.J.J., N.G. Gallardo y D.V. Johnson, 1994. The pacaya palm (*Chamaedorea tepejilote*, Arecaceae) and its food use in Guatemala. *Economic Botany*, **48**(1): 68-75.
- Centurión-Hidalgo, D., J. Espinosa-Moreno, J.E. Poot-Matu y J.G. Cázares-Camero, 2003. *Cultura alimentaria tradicional de la región sierra de Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. 102 pp.
- Centurión-Hidalgo, D., J.G. Cázares-Camero, J. Espinosa-Moreno, A. Mayo-Mosqueda, J.E. Poot-Matu, M.A. Mijangos-Cortés y H. Torres-Acosta, 2009. *Catálogo de palmas en riego de la Sierra de Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. 46 pp.
- Centurión-Hidalgo, D., J. Espinosa-Moreno, E. de la Cruz-Lázaro y E. Gómez-García, 2011. “Contenido de fibra dietaria de inflorescencias de palmas procesadas”. *Información Tecnológica*, **22**(3): 3-10.
- Goncalves, A.E. De S. S., F.M. Lajolo y M. I. Genovese, 2010. “Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**(8): 4666-4674.
- Hassan, S.W., R.A Umar, M. Lawal, S.L. Bilbis, B.Y. Muhammad y Y.U. Dabai, 2006. “Evaluation of antibacterial activity and phytochemical analysis of root extracts of *Boscia angustifolia*”. *African Journal of Biotechnology*, **5**(18): 1602-1607.
- Horna, Q.G., D.M. Silva, W.V. Taboada y O.J. Tamariz, 2005. “Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de ciprofloxacina en bacterias uropatógenas aisladas en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas”. *Revista Médica Herediana*, **16**(1): 39-44.
- Ibarra-Manríquez, G. 1988. “The palms of a tropical rain forest in Veracruz, Mexico”. *Principes*, **32**(4): 147-155.

- Jiménez-Arellanes, A., M. Meckes, R. Ramírez, J. Torres, J. Luna-Herrera. 2003. Activity against multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* in Mexico plants used to treat respiratory diseases. *Phytotherapy Reserch* 17: 903-908.
- Jiménez-Arellanes, A., M. Meckes, V. Álvarez, J. Torres y R. Parra, 2005. "Secondary metabolites from *Chamaedora tepejilote* (Palmae) are active against *Mycobacterium tuberculosis*. *Phytotherapy Reserch*, **19**(4): 320-322.
- Kuete, V., J.G. Tangmouo, V. Penlap Beng, F.N Ngounou y D. Lontsi, 2006. "Antimicrobial activity of the methanolic extract from the stem bark of *Fridestemon omphalocarpoides* (Sapotaceae)". *Journal of Ethnopharmacology*, **104**: 5-11.
- Ozturk, S. y S. Ercisli, 2006. "The chemical composition of essential oil and *in vitro* antibacterial activities of essential oil and methanol extract of *Zinziphora persica* Bunge". *Journal of Ethnopharmacology*, **106**: 372-376.
- Quero, J.H., 1989. "Flora genérica de Arecaceae de México". Tesis doctorado en ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 131 pp.
- _____, 1992. "Las palmas silvestres de la Península de Yucatán". *Publicaciones Especiales*, 10. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 63 pp.
- Rahalison, L., M. Hamburger, K. Hostettman, M. Monod y E. Frenk, 1991. A bioautographic agar overlay method for the detection of antifungal compounds from higher plants". *Phytochemical Analysis*, **2**(5): 199-203.
- Rangel, D., I. García, J. Velasco, D. Buitrago y E. Velazco, 2001. Actividad antimicrobiana de los extractos etanólico, acetónico y acuoso de *Baccharis nitida* (Ruiz et Pavon) Pers. *Revista de la Facultad de Farmacia*, **42**: 43-46.
- Salinas, S.D. O., N.G.L. Arteaga, R.I. León, R.O. Dorado, C.M.G. Valladares y G.V.M. Navarro, 2009. "Antimicrobial activity of medicinal plants from the Huautla sierra biosphere reserve in Morelos (Mexico)". *Polibotánica*, **28**: 213-225.
- Toribio, M.S., D.S. Oriani y M.I. Skliar, 2004. "Actividad antimicrobiana de *Centaurea calcitrapa*". *Ars Pharmaceutica*, **45**(4): 335-341.
- Vera, R.J., F.P. Pastrana, K. Fernández y A. Voña, 2007. "Actividad antimicrobiana *in vitro* de volátiles y no volátiles de *Lippia alba* y extractos orgánicos y acuoso de *Justicia pectoralis* cultivadas en diferentes pisos térmicos del Departamento del Tolima". *Scientia et Técnica*, **13**(33): 345-348.

Recibido: 2 febrero 2012. Aceptado: 18 diciembre 2012.