



<https://doi.org/10.15517/rbt.v70i0.47376>

Bioactividad e identificación de los ácidos grasos de la esponja marina *Tetilla rodriguessi* (Tetractinellida: Tetillidae) en el Caribe colombiano

Yeinner Quiroz-Lobo^{1*}; <https://orcid.org/0000-0002-5975-4515>

Gilmar Santafé-Patiño¹; <https://orcid.org/0000-0002-9235-3844>

Jorge A. Quirós-Rodríguez¹; <https://orcid.org/0000-0003-2618-3282>

1. Grupo de Química de los Productos Naturales, Universidad de Córdoba, Cra. 6 N°74-103, Montería, Colombia; yeinerqui-rozlobo93@gmail.com (*Correspondencia), gsantafe@correo.unicordoba.edu.co, jquiros@correo.unicordoba.edu.co

Recibido 14-VI-2021. Corregido 23-X-2021. Aceptado 14-XII-2021.

ABSTRACT

Bioactivity and identification of fatty acids of the marine sponge *Tetilla rodriguessi* (Tetractinellida: Tetillidae) in the Colombian Caribbean

Introduction: For millions of years, organisms that inhabit the marine environment have been developing strategies to adapt to environmental changes and with this, synthesizing a great variety of secondary metabolites with biological activities.

Objective: Evaluate the antimicrobial and antioxidant activities and identify the fatty acids of the methanolic extract of the marine sponge *Tetilla rodriguessi* collected in Cispatá bay, Colombian Caribbean.

Methods: *T. rodriguessi* specimens were subjected to extraction to obtain the methanolic extract, of which the fatty acids were obtained, esterified and identified it using chromatographic techniques. With the methanolic extract, the antioxidant activity was carried out against the radicals ABTS^{•+} and DPPH[•], and the antimicrobial activity by the microdilution method against reference strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*; in addition to clinical isolates of *Candida albicans* (obtained in blood) and *Candida krusei* (obtained in catheter).

Result: The results yielded the identification of 19 fatty acids of different nature. In the analysis of the antioxidant activity could be found that inhibition of radical evaluated was moderate (296.98 ppm for ABTS^{•+} and 3 523.62 ppm for DPPH[•]). The evaluation of antimicrobial activity showed that the methanol extract of *T. rodriguessi* managed to greatly reduce the growth of all microorganisms tested.

Conclusions: Despite the fact that porifers tend to have large fatty acids, in this study the presence of fatty acids with a carbon chain greater than 20 members was not found. The result of antioxidant activity is largely resembled that found in other species of the same phylum. In this research, it was established that the methanolic extract of *T. rodriguessi* managed to greatly reduce the growth of all the bacterial and fungal strains used.

Key words: lipid; antibacterial; antifungal; poriferous; antioxidant.

Los ambientes marinos comprenden más del 70 % de la superficie de la tierra, desde las heladas aguas del Ártico y la Antártida hasta las cálidas aguas de los trópicos (Kodzius & Gojoberi, 2015). Gracias a su abundante

riqueza de sistemas de vida únicos, los biomas marinos se han convertido en un objeto de estudio importante para la bioprospección (Müller et al., 2016), permitiendo la identificación de posibles moléculas bioactivas útiles para la

fabricación y el desarrollo de diferentes tipos de productos (Bhatia & Chugh, 2015; , y es que las diversas condiciones físicas del medio contribuyen a la formación de interacciones complejas entre organismos, y en consecuencia, el desarrollo de metabolitos en las especies, que generan resistencia a muchos patógenos (Morgado & Vieira, 2020).

Como parte fundamental de los organismos, los lípidos son una fuente de energía y componentes clave de la membrana celular; sin embargo, también son medidores bioactivos de fenómenos fisiopatológicos y fisiológicos como la homeostasis, la respuesta inmune y la biosíntesis hormonal (Ohba et al., 2018). Los compuestos lipídicos han sido estudiados ampliamente porque actúan como trazadores ecológicos, además de que el metabolismo lipídico de muchas especies está vinculado fuertemente a la taxonomía (Sardenne et al., 2018).

Las esponjas (Phylum Porifera) y sus microorganismos asociados, son los principales contribuyentes de sustancias aisladas en especies marinas (Mehbub et al., 2016). Estos organismos han desarrollado como mecanismo de defensa química la producción de diferentes tipos de metabolitos secundarios bioactivos para protegerse de depredadores (Lopeztegui-Castillo et al., 2020; Ortiz, 2016). Las actividades biológicas evaluadas con extractos y metabolitos secundarios provenientes de poríferos son variadas, desde la actividad antiparasitaria, antimicrobiana, antifúngica, citotóxica hasta la inhibición enzimática, por lo que estas especies tienen un gran potencial en la industria farmacéutica y la medicina (Blunt et al., 2017). La familia Tetillidae a la que pertenece *Tetilla rodriguesi*, se caracteriza por estar conformada por géneros con caracteres morfológicos conflictivos, lo que resulta en una ambigüedad de las relaciones filogenéticas, por lo que el género *Tetilla* carece de cualquier sinapomorfia morfológica conocida (Szitenberg et al., 2013). La especie *T. rodriguesi* tiene forma de pera, de aproximadamente 4 mm de diámetro y 9 mm de altura, posee una consistencia corporal bastante suave y una superficie ligeramente

hispida, excepto en el extremo posterior donde se localiza un rizoide (Fernandez et al., 2011).

Dado que en la actualidad existen muy pocos reportes bibliográficos sobre la composición química y estudios de bioprospección en especies del género *Tetilla*, surgió el interés de identificar los ácidos grasos presentes en la esponja marina *T. rodriguesi*, recolectada en la región, además de analizar las actividades antimicrobiana y antioxidante de su extracto metanólico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipos: Para la obtención del extracto metanólico primario por destilación a presión reducida se empleó un rotoevaporador Büchi R-114. Para la obtención de la subfracción lipídica se utilizaron columnas cromatográficas soportadas sobre gel de Silica Merck con tamaño de partícula entre 40-63 μm y solventes grado analítico marca Merck. Para la obtención del cromatograma y los espectros de masas de la subfracción lipídica se empleó un cromatógrafo de gases Agilent 6 890 N, con columna capilar DB-IMS, acoplado a un espectrómetro con detector selectivo de masas Agilent 5 973 N. Para los ensayos de actividad antioxidante se empleó un espectrofotómetro (GENESYS 20 thermo spectronic modelo 4 001) y para la actividad antimicrobiana se usó un lector de ELISA (ChroMate 4 300).

Área de estudio: La bahía de Cispatá está ubicada en el litoral Caribe colombiano ($9^{\circ}20' - 9^{\circ}25' \text{ N}$ & $75^{\circ}47' - 75^{\circ}55' \text{ W}$), al costado suroccidental del golfo de Morrosquillo; específicamente en el departamento de Córdoba, entre los municipios de San Antero y San Bernardo del Viento (Castaño et al., 2010). Esta región presenta una temperatura promedio de 30°C , una humedad relativa del 80 % y un patrón de distribución de lluvias de tipo unimodal-biestival, con montos anuales de 1 337 mm entre mayo y noviembre, siendo abril y diciembre, meses de transición (Jiménez-Escobar & Rangel-Churio, 2012). El sector como conocido la Ahumadera ($9^{\circ}24'44.90'' \text{ N}$



& 75°47'43.73" W) está formado por fondos de tipo lodoso y arenoso, con pequeños parches de pastos marinos (Quirós & Arias, 2013). A su vez, el Banco de Arena (9°25'26.15" N & 75°47'33.62" W) es una zona que se caracteriza por presentar sustratos lodo-arenosos, ampliamente colonizados por céspedes multiespecíficos de algas, pastos, poríferos, tunicados, entre otra gran diversidad de organismos (Nisperuza Pérez et al., 2018).

Obtención y derivatización de ácidos grasos:

Los organismos recolectados en la Ahumadera y en el Banco de Arena, fueron identificados a nivel taxonómico mediante los registros fotográficos de los mismos en el medio natural, y la posterior observación de espículas en un microscopio óptico (Zea, 1987; Zea et al., 2014). Uno de los ejemplares fue depositado en el Laboratorio de Zoología de la Universidad de Córdoba (CZUC-PR: 0020). El material recolectado de *T. rodriguezii* (295 g peso húmedo) fue cortado en pequeños pedazos y sometido a maceración en frío con metanol (MeOH) durante siete días (3 repeticiones), posteriormente se filtró y se sometió a destilación a presión reducida a una temperatura de 45 °C para concentrarlos y obtener el extracto metanólico (Santafé et al., 2009). Parte del extracto metanólico (2 g) fue sometido a cromatografía en columna, comenzando con un sistema de elución bencina: acetato de etilo (7:1), aumentando la polaridad hasta metanol, las subfracciones con R_f similares al ácido oleico (monitoreadas por cromatografía de capa delgada), fueron reunidas y concentradas (Pastrana et al., 2016). Para la obtención de esteres metílicos se empleó la metodología utilizada por Chaves et al. (2018) con ciertas variantes, en donde la subfracción lipídica (250 mg) se sometió a reflujo con una solución 2 N de hidróxido de potasio en metanol (KOH/MeOH). Luego se adicionó trifluoruro de boro metanólico (BF₃/MeOH) al 20 % p/p en reflujo a 80 °C. La mezcla se extrajo con diclorometano (DCM), se adicionó sulfato de sodio anhidro, se filtró y se concentró. Posteriormente se separaron los compuestos por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas

en modo de impacto electrónico (CG-EM) (Quiroz Lobo et al., 2021) y se estudiaron los espectros obtenidos, teniendo en cuenta las fragmentaciones características para cada compuesto y su coincidencia con las bases de datos NIST02.L, NIST5a.L y NIST98.L.

Actividad antioxidante: En esta sección se detalla la actividad antioxidante por los métodos ABTS^{•+} y DPPH[•] siguiendo las metodologías empleadas por (Pastrana Franco et al., 2019).

Ensayos de actividad antioxidante por el método del ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6 sulfónico) (ABTS^{•+}):

Se mezclaron 9.9 ml de radical ABTS^{•+} 3.43 mM y 0.1 ml de persulfato de potasio (S₂O₈K₂) 125 mM y se guardó en la oscuridad por 12 h mientras se activaba el radical. Se tomaron 1.5 ml de la mezcla preparada y se diluyó con buffer fosfato de pH 7.4 hasta obtener una absorbancia de 0.700 ± 0.05 en un espectrofotómetro a una longitud de onda λ = 732 nm, ajustando con un blanco de buffer fosfato. Para la evaluación de la actividad antioxidante se mezclaron 40 µl de las muestras en DMSO con 1 960 µl de catión radical ABTS^{•+}, la medición de la absorbancia de las mezclas se llevó a cabo 30 min después de ser incubadas en la oscuridad. Para los blancos de muestra se mezclaron 40 µl de las muestras con 1 960 µl de buffer de fosfato y para la referencia se mezclaron 40 µl de DMSO con 1 960 µl de catión radical ABTS^{•+}. Todas las mediciones fueron realizadas por triplicado y el porcentaje de inhibición fue calculado utilizando la Ecuación 1, donde AMuestra, es la absorbancia de la muestra, ABlanco, es la absorbancia de la muestra y AReferencia, la absorbancia de la referencia. Luego se graficó el % Inhibición vs la concentración para determinar la concentración inhibitoria media (IC₅₀) por interpolación lineal (Montaña & Santafé, 2011).

$$\% \text{ Inhibición} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{Muestra}} - A_{\text{Blanco}}}{A_{\text{Referencia}}} \right) \right] \times 100$$

Ecuación 1: Porcentaje de inhibición

Ensayos de actividad antioxidante por el método del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH[•]):

Se preparó una solución de radical DPPH[•] 54.34 mM y se guardó por 24 h en ausencia de luz, de esa solución se tomaron 1.5 mL y se diluyeron con metanol hasta obtener una absorbancia de 0.300 ± 0.05 en un espectrofotómetro a una longitud de onda $\lambda = 517$ nm. Para la evaluación de la actividad antioxidante se mezclaron 40 μ l de las muestras en DMSO con 1 960 μ l de catión radical DPPH[•], la medición de la absorbancia de las mezclas se llevó a cabo 30 min después de ser incubadas en la oscuridad. Para los blancos de muestra se mezclan 40 μ L de las muestras con 1 960 μ L de MeOH y para la referencia se mezcló 40 μ L de DMSO con 1 960 μ L Radical DPPH[•]. Todas las mediciones fueron realizadas por triplicado y el porcentaje de inhibición a esa concentración se calculó utilizando la ecuación 1. Luego se graficó el % Inhibición vs la concentración para determinar el IC₅₀ por interpolación lineal.

Ensayos de la actividad antimicrobiana:

La actividad antimicrobiana de los extractos (concentraciones desde 25 hasta 2 500 ppm) se evaluó frente a cepas de referencia de *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27 852), *Escherichia coli* (ATCC 25 922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29 213), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 10 031), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29 212) y *Candida albicans* (ATCC 10 231); además de aislados clínicos de *Candida albicans* (obtenida en sangre) y *Candida krusei* (obtenida en catéter). En las microplacas se adicionaron 50 μ L de los extractos y 50 μ L de la suspensión microbiana estandarizada, fueron selladas con adhesivos e incubadas a 36 °C para bacterias y 27 °C para hongos, durante 24 h. Tras la incubación, el crecimiento microbiano se evaluó midiendo los valores de absorbancia a 630 nm en el lector de ELISA. Como control positivo se utilizó Fluconazol a 500 ppm, para hongos y Ciprofloxacina a 500 ppm para bacterias; como control negativo se usó DMSO al 10 %, así como su respectivo control de crecimiento (Méndez et al., 2016).

Para determinar el grado de inhibición de los extractos y del control positivo, se calculó el porcentaje de reducción del crecimiento microbiano por parte del extracto y del control positivo (% R) utilizando la Ecuación 2 (Belal et al., 2017), donde A (CC) es la absorbancia del control de crecimiento, A (M) es la absorbancia de la muestra y A (CP) la absorbancia del control positivo.

$$\% R = \frac{A(CC) - A(M \text{ o } CP)}{A(CC)} \times 100$$

Ecuación 2: Porcentaje de Reducción del crecimiento bacteriano

RESULTADOS

Composición de ácidos grasos de la esponja marina *Tetilla rodriguezii*: Con ayuda de la cromatografía de gases, y por medio del análisis de los espectros de masas de impacto electrónico de los compuestos encontrados se llevó a la identificación de 19 ácidos grasos de diferente naturaleza en la especie *T. rodriguezii* (Tabla 1).

En la agrupación numérica de los ácidos grasos identificados de acuerdo a diferentes características estructurales, se encontró que el número de ácidos grasos de cadena recta (68.4 %) poseen porcentaje mayor que los ramificados (31.6 %); en cuanto a las insaturaciones, es evidente la prevalencia de ácidos grasos saturados (AGS) (63.1 %) sobre los monoinsaturados (AGMI) (26.3 %).

Actividad Antioxidante: Se graficaron los porcentajes de inhibición (% Inhibición) obtenidos frente a las concentraciones evaluadas (Fig. 1), y por medio de regresión lineal utilizando el método de los mínimos cuadrados, se logró obtener el IC₅₀ por interpolación gráfica, dando como resultado 296.98 ppm para ABTS+• en la Fig. 1 A (coeficiente de correlación = 0.9928) y 3 523 ppm para DPPH• en la Fig. 1 B (coeficiente de correlación = 0.9992).

Actividad Antimicrobiana: Las concentraciones del extracto metanólico de *T.*

**Tabla 1**

Composición de ácidos grasos de lípidos totales en la esponja *T. rodriguessi*. / **Table 1.** Fatty acid composition of total lipids in *T. rodriguessi*.

No	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Abundancia Relativa (%)
1	Ácido dodecanoico	18.02	0.18
2	Ácido tridecanoico	20.86	0.28
3	Ácido tetradecanoico	23.61	8.88
4	Ácido 4,8,12-trimetiltridecanoico	24.96	3.73
5	Ácido pentadecanoico	25.27	2.11
6	Ácido 12-metiltetradecanoico	25.46	0.60
7	Ácido 14-metilpentadecanoico	27.81	0.92
8	Ácido 9-hexadecenoico	28.12	20.71
9	Ácido hexadecanoico	28.72	10.21
10	Ácido 14-metilhexadecanoico	29.75	1.49
11	Ácido 7-metil-6-hexadecenoico	29.92	0.54
12	Ácido 2-hexilciclopropanoico	30.64	0.82
13	Ácido heptadecanoico	31.06	0.26
14	Ácido 9,12-octadecadienoico	32.57	2.04
15	Ácido 9,12,15-octadecatrienoico	32.67	1.74
16	Ácido 10-octadecenoico	32.85	2.36
17	Ácido 7-octadecenoico	33.06	14.90
18	Ácido octadecanoico	33.70	2.15
19	Ácido 10-nonadecenoico	35.80	1.98

Columna cromatográfica utilizada: DB-1MS. / Chromatographic column used: DB-1MS.

rodriguessi más efectivas frente a cada uno de los microorganismos tratados se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

Concentración efectiva del extracto metanólico de *T. rodriguessi* frente a los microorganismos utilizados

TABLE 2

Effective concentration of the methanolic extract of *T. rodriguessi* vs the microorganism used

Microorganismo	Concentración (ppm)	% RM	% Rf
<i>P. aeruginosa</i>	50	52.1	98.7
<i>K. pneumoniae</i>	250	56.3	91.0
<i>S. aureus</i>	2 250	36.6	91.0
<i>E. faecalis</i>	2 250	24.4	19.7
<i>E. coli</i>	2 500	46.2	15.8
<i>C. albicans</i> (sangre)*	1 000	68.6	43.3
<i>C. krusei</i> (catéter)	2 250	67.2	52.8
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	2 500	40.9	38.6

DISCUSIÓN

Muchas investigaciones realizadas han informado que los poríferos contienen cantidades significativas de ácidos grasos libres (Dembitsky et al., 2003), cuya diversidad significativa se debe tanto a los requisitos específicos que necesitan sus membranas celulares para subsistir en diversas condiciones ambientales (Botic et al., 2015), como de ácidos grasos exógenos con los cuales se alimenta haciendo que la concentración y presencia de estos compuestos, pueda diferir para una misma especie muestreada en diferentes lugares o en diferentes estaciones (Koopmans et al., 2015). El ácido graso más abundante (cerca del 20 % de la composición) identificado en el extracto metanólico de la especie *T. rodriguessi* fue el ácido 9-hexadecenoico (palmitoleico), característico de las materias grasas de origen marino (Romero et al., 2000); también es significativo

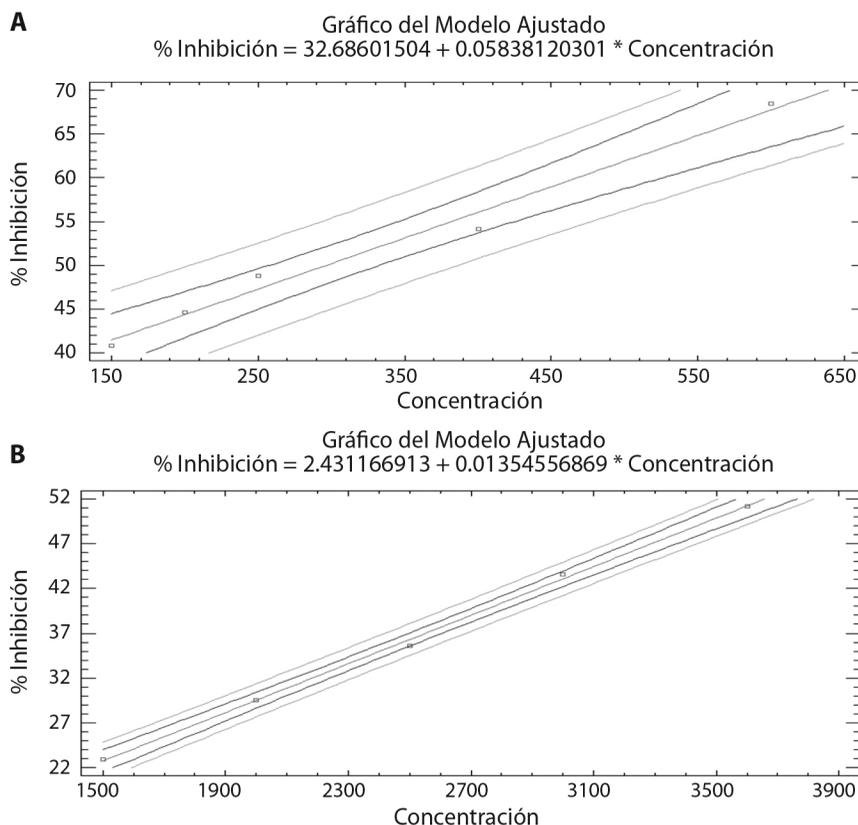


Fig. 1. Porcentaje de inhibición vs concentración por el método **A.** ABTS⁺⁺ y **B.** DPPH[•] para *T. rodriguesi*.
Fig. 1. Percentage of inhibition vs concentration by method **A.** ABTS⁺⁺ and **B.** DPPH[•] for *T. rodriguesi*.

la presencia del ácido hexadecanoico (palmítico), siendo el principal ácido graso saturado presente, ambos ácidos son compuestos comunes en poríferos (Swantara et al., 2019) y muy utilizados en la dieta alimenticia humana (Jamebozorgi et al., 2019). La prevalencia de ácidos grasos saturados sobre los insaturados en esta especie puede ser explicado por el área de recolección, ya que los compuestos insaturados tienen como función principal en muchos organismos, de mantener la fluidez de la membrana a altas presiones y bajas temperaturas en aguas muy profundas (Aydın et al., 2011). Pese a que las esponjas marinas son una de las fuentes más ricas de ácidos grasos novedosos (Rezanka & Sigler, 2009), con una gran cantidad de compuestos con cadenas carbonadas largas (Bennett et al., 2018), en este estudio

no se evidenció la presencia de ácidos grasos con cadena carbonada mayor a 20 miembros, sin embargo se resalta la aparición del ácido 2-hexilciclopropanoico, por la presencia de un ciclopropano en la cadena hidrocarbonada, siendo este, uno de los anillos más comunes presentes en las cadenas de ácidos grasos en invertebrados marinos, como consecuencia de interacciones con organismos asociados (Christie & Holman, 1966; Hanus et al., 2008).

El resultado obtenido de evaluar la actividad antioxidante de una esponja depende del crecimiento local de la esponja, las condiciones en que se encuentra, las sustancias biológicas presentes y la polaridad del extracto (Cuong et al., 2019). Existe una correlación directa entre el contenido fenólico de los extractos obtenidos de los organismos y la actividad



antioxidante de este (Oogarah et al., 2020). Los valores de IC_{50} encontrados en *T. rodriguezii* (296.98 y 3 523 ppm para ABTS^{•+} y DPPH[•] respectivamente) son muy altos con respecto a organismos de la misma clase (Demospongiae) tales como *Zygomycale parishii* y *Callyspongia diffusa* (cuyo IC_{50} es aproximado a 550 ppm para DPPH[•]) (Krishnan & Keerthi, 2016), pero se asemeja a la capacidad captadora de radicales de las esponjas *Agelas oroides*, *Axinella damicornis*, *Ircinia spinulosa*, *Ircinia fasciculata*, *Ircinia variabilis*, *Dysidea avara* y *Sarcotragus spinulosus* frente al radical DPPH[•] (IC_{50} mayor a 2 000 ppm) (Orhan et al., 2012). En cuanto a la actividad antioxidante frente al radical ABTS^{•+}, el extracto metanólico presentó un mejor resultado que el reportado para *Suberites aurantiaca* (IC_{50} mayor a 2 000 ppm) (García-Davis et al., 2018).

Las esponjas procesan naturalmente un gran volumen de agua diariamente, concentrando una amplia variedad de patógenos y, como consecuencia, han desarrollado sistemas de defensa eficaces basados en metabolitos secundarios bioactivos (Welter Giraldes et al., 2020). Diversos estudios han mostrado el efecto de compuestos aislados de esponjas marinas, así como sus extractos crudos, sobre bacterias y hongos (El-Damhougy et al., 2017), siendo muy útiles en el desarrollo de nuevos antibióticos y fármacos antimicrobianos (Ibrahim et al., 2020). Se han realizado varias investigaciones que comprueban la capacidad antimicrobiana que poseen los ácidos grasos y sus derivados (Zhang et al., 2012). Compuestos como los ácidos 9-hexadecenoico y hexadecanoico son catalogados la defensa más potente de ciertos los organismos, para prevenir infecciones (Subramanian et al., 2019). En esta investigación, se evidenció que el extracto metanólico de *T. rodriguezii* disminuyó el crecimiento de todas las cepas bacterianas utilizadas, siendo *P. aeruginosa* la bacteria más susceptible. Se resalta la inhibición del 52 % del crecimiento a 50 ppm del extracto. En cuanto a la actividad presentada por el extracto metanólico frente a organismos fúngicos aquí evaluados, se pudo

establecer que el aislado clínico de *C. albicans* (sangre) fue el más susceptible, aunque en el aislado clínico de *C. krusei* (catéter) y en la cepa de referencia de *C. albicans* (ATCC 10 231) a medida que se aumentaba la concentración del extracto, decrecía el crecimiento fúngico.

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

AGRADECIMIENTOS

A Sven Zea (CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia) por la identificación de la esponja y a la vicerrectoría de investigación y extensión de la Universidad de Córdoba, Colombia por la financiación de la investigación.

RESUMEN

Introducción: Durante millones de años, los organismos marinos han venido desarrollando estrategias para adaptarse a los cambios ambientales y con esto, sintetizando una gran variedad de metabolitos secundarios con actividades biológicas.

Objetivo: Evaluar las actividades antimicrobiana y antioxidante e identificar los ácidos grasos del extracto metanólico de la esponja marina *Tetilla rodriguezii* recolectada en la bahía de Cispatá.

Métodos: Los especímenes de *T. rodriguezii* se sometieron a extracción para obtener el extracto metanólico, del cual se obtuvieron los ácidos grasos que fueron esterificados e identificados haciendo uso de técnicas cromatográficas. Con el extracto metanólico se realizó la actividad antioxidante frente a los radicales ABTS^{•+} y DPPH[•] y la actividad antimicrobiana por el método de microdilución frente a cepas de referencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*; además de aislados clínicos de *Candida albicans* (obtenida en sangre) y *Candida krusei* (obtenida en catéter).

Resultados: Los resultados arrojaron la identificación de 19 ácidos grasos de diferente naturaleza. En el análisis de la actividad antioxidante se pudo encontrar, que la inhibición de los radicales evaluados fue moderada (296.98 ppm para ABTS⁺ y 3 523.62 ppm para DPPH^{*}). La evaluación de la actividad antimicrobiana mostró, que el extracto metanólico de *T. rodriguesi* logró reducir en gran medida el crecimiento de todos los microorganismos evaluados.

Conclusión: A pesar de que los poríferos tienden a poseer ácidos grasos de gran tamaño, en este trabajo no se encontró la presencia de ácidos grasos de cadena carbonada mayor a 20 miembros. Los resultados de la actividad antioxidante, se asemejan en gran medida al encontrado en otras especies del mismo phylum. En esta investigación, se pudo establecer que el extracto metanólico de *T. rodriguesi* logró disminuir en gran medida el crecimiento de todas las cepas bacterianas y fúngicas utilizadas.

Palabras clave: lípidos; antibacteriano; antifúngico; poríferos; antioxidante.

REFERENCIAS

- Aydin, M., Sevgili, H., Tufan, B., Emre, Y., & Köse, S. (2011). Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(3), 500–508.
- Belal, A. A., Ahmed, F. B. M., & Ali, L. I. (2017). Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. oil on six types of bacteria. *American Journal of BioScience*, 5(4), 70–73.
- Bennett, H., Bell, J. J., Davy, S. K., Webster, N. S., & Francis, D. S. (2018). Elucidating the sponge stress response; lipids and fatty acids can facilitate survival under future climate scenarios. *Global Change Biology*, 24(7), 3130–3144.
- Bhatia, P., & Chugh, A. (2015). Role of marine bioprospecting contracts in developing access and benefit sharing mechanism for marine traditional knowledge holders in the pharmaceutical industry. *Global Ecology and Conservation*, 3, 176–187.
- Blunt, J., Copp, B., Keyzers, R., Munro, M., & Prinsep, M. (2017). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 34(3), 235–294.
- Botic, T., Cor, D., Anesi, A., Guella, G., Sepcic, K., Janussen, D., Kersken, D., & Knez, Z. (2015). Fatty acid composition and antioxidant activity of Antarctic marine sponges of the genus *Latrunculia*. *Polar Biology*, 38(10), 1605–1612.
- Castaño, A., Urrego, L., & Bernal, G. (2010). Dinámica del manglar en el complejo lagunar de Cispatá (Caribe colombiano) en los últimos 900 años. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 1347–1366.
- Chaves, G., Ligarreto-Moreno, G. A., & Cayon-Salinas, D. G. (2018). Physicochemical characterization of bunches from American oil palm (*Elaeis oleifera* H. B. K. Cortés) and their hybrids with African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Acta Agronómica*, 67(1), 168–176.
- Christie, W. W., & Holman, R. T. (1966). Mass spectrometry of lipids. I. Cyclopropane fatty acid esters. *Lipids*, 1(3), 176–182.
- Cuong, D. X., Boi, V. N., Nhan, T. K. T., Dong, D. H., Quang, T. M., Tram, P. T. K., & Tuyen, D. T. T. (2019). Polyphenol content, phytochemistry compositions and antioxidant activity of different extracts from marine sponge *Aaptos suberitoides* grown in Nhatrang Bay, Vietnam. *Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 11(9), 1–7.
- Dembitsky, V. M., Rezanka, T., & Srebnik, M. (2003). Lipid compounds of freshwater sponges: family Spongillidae, class Demospongiae. *Chemistry and Physics of Lipids*, 123, 117–155.
- El-Damhougy, K., El-Naggar, H. A., Ibrahim, H. A. H., Bashar, M. A., & Abou Senna, F. M. (2017). Biological activities of some marine sponge extracts from Aqaba Gulf, Red Sea, Egypt. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 652–659.
- Fernandez, J., Peixinho, S., Pinheiro, U., & Menegola, C. (2011). Three new species of *Tetilla* Schmidt (Tetillidae, Spirophorida, Demospongiae) from Bahia, northeastern Brazil. *Zootaxa*, 67, 51–67.
- Garcia-Davis, S., Muñoz-Ochoa, M., Rivas-Morales, C., & Viveros-Valdez, E. (2018). Biological activities from the marine sponge *Suberites aurantiacus*. *Journal of Biological Sciences*, 18(3), 152–157.
- Hanus, L. O., Goldshlag, P., & Dembitsky, V. M. (2008). Identification of cyclopropyl fatty acids in walnut (*Juglans regia* L.) oil. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 152(1), 41–45.
- Ibrahim, H. A. H., Elatry, D. E., Hamed, M. M., & Hospital, S. M. (2020). Antimicrobial activity of some Egyptian marine invertebrates, Red Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 24(4), 321–340.
- Jamebozorgi, F. H., Yousefzadi, M., Firuzi, O., Nazemi, M., & Jassbi, A. R. (2019). In vitro anti-proliferative activities of the sterols and fatty acids isolated from the Persian Gulf sponge; *Axinella sinoxea*. *DARU Journal of Pharmaceutical Science*, 27(1), 121–135.
- Jiménez-Escobar, N. D., & Rangel-Churio, J. O. (2012). La abundancia, la dominancia y sus relaciones con el



- uso de la vegetación arbórea en la Bahía de Cispatá, Caribe Colombiano. *Caldasia*, 34(2), 347–366.
- Kodzius, R., & Gojobori, T. (2015). Marine genomics marine metagenomics as a source for bioprospecting. *Marine Genomics*, 24, 21–30.
- Koopmans, M., van Rijswijk, P., Boschker, H., Marco, H., Martens, D., & Wijffels, R. H. (2015). Seasonal variation of fatty acids and stable carbon isotopes in sponges as indicators for nutrition : biomarkers in sponges identified. *Marine Biodiversity Records*, 17, 43–54.
- Krishnan, K. A. A., & Keerthi, T. R. (2016). Comparative evaluation of bioactivities of two marine sponges, *Zygomycale parishii* and *Callyspongia diffusa* from Southwest Coast of India. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 11(1), 1–10.
- Lopeztegui-Castillo, A., Betanzos-Vega, A., & Formoso-García, M. (2020). Abundancia y talla de esponjas comerciales (Spongiidae) en el Golfo de Batabanó, Cuba: actualización y recomendaciones de manejo. *Revista de Investigaciones Marinas*, 40(1), 72–85.
- Mehbub, M., Perkins, M., Zhang, W., & Franco, C. (2016). New marine natural products from sponges (Porifera) of the order Dictyoceratida (2001 to 2012); a promising source for drug discovery, exploration and future prospects. *Biotechnology Advances*, 34(5), 473–491.
- Méndez, N., Angulo, A., & Contreras, O. (2016). Actividad antibacteriana in vitro de *Curcuma longa* (Zingiberaceae) frente a bacterias nosocomiales en Montería, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1201–1208.
- Montaño, M., & Santafé, G. G. (2011). Evaluación de la actividad antioxidante de esponjas marinas del caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 33(95), 173–181.
- Morgado, F., & Vieira, L. R. (2020). Marine bioprospecting to improve knowledge of the biological sciences and industrial processes. *Affordable and Clean Energy*, 7, 1–14.
- Müller, C., Obermeier, M., & Berg, G. (2016). Bioprospecting plant-associated microbiomes. *Journal of Biotechnology*, 235, 171–180.
- Nisperuza Pérez, C. A., Cantero Padilla, J., & Quirós-Rodríguez, J. A. (2018). Densidad poblacional y estructura de talla del pepino de mar *Holothuria* (*Halodeima*) *grisea* (Aspidochirotida: Holothuriidae) en aguas someras del sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 776–787.
- Ohba, M., Saeki, K., Koga, T., Okuno, T., & Kobayashi, Y. (2018). Profiling of bioactive lipids in different dendritic cell subsets using an improved multiplex quantitative LC-MS/MS method. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 504(3), 562–568.
- Oogarah, P. N., Ramanjooloo, A., Rovisham, J., Doorga, S., Meyepa, C., Wilhelmus, R., & Marie, P. (2020). Assessing antioxidant activity and phenolic content of marine sponges from mauritius waters. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 12, 123–131.
- Orhan, I. E., Ozcelik, B., Konuklugil, B., Putz, A., Kaban, U. G., & Proksch, P. (2012). Bioactivity Screening of the Selected Turkish Marine Sponges and Three Compounds from *Agelas oroides*. *Records of Natural Products*, 4, 356–367.
- Ortiz, I. (2016). *Actividad biológica de esponjas y su relación con la complejidad de la comunidad bentónica en la Bahía de La Paz, BCS, México* (Tesis de Maestría no publicada). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, México.
- Pastrana, O., Santafé, G., & Quirós, J. (2016). Actividad antioxidante del erizo de mar *Mellita quinqueperforata* (Leske) e identificación de sus compuestos lipídicos mayoritarios. *Actualidades Biológicas*, 38(104), 15–22.
- Pastrana Franco, O., Santafé Patiño, G., & Sánchez Romero, E. (2019). Perfil lipídico y ensayos de las actividades antioxidante, insecticida y antialimentaria de la esponja marina *Iotrochota birotulata* (Iotrochotidae: Demospongiae). *Revista de Biología Tropical*, 67, 213–223.
- Quirós, J., & Arias, J. (2013). Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2), 329–340.
- Quiroz Lobo, Y., Santafé Patiño, G., & Quirós-Rodríguez, J. A. (2021). Caracterización de los ácidos grasos y actividad antimicrobiana del extracto en metanol de *Holothuria princeps* (Holothuriida: Holothuriidae). *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 36–44.
- Rezanka, T., & Sigler, K. (2009). Odd-numbered very-long-chain fatty acids from the microbial, animal and plant kingdoms. *Progress in Lipid Research*, 48, 206–238.
- Romero, N., Robert, P. P., Massol, L., & Pineda, R. L. (2000). Ácidos grasos y proximal de siete especies pescado de Isla de Pascua. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(1), 304–308.
- Santafé, G., Montaño, M. C., Angulo, A., & Torres, O. (2009). Estudio químico de las fracciones esterólicas de esponjas marinas recolectadas en el Caribe

- colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(2), 55–62.
- Sardenne, F., Bodin, N., Metral, L., Crottier, A., Le, F., Bideau, A., & Rouyer, T. (2018). Effects of extraction method and storage of dry tissue on marine lipids and fatty acids. *Analytica Chimica Acta*, 1051, 82–93.
- Subramanian, C., Frank, M. W., Batte, J. L., Whaley, S. G., & Rock, C. O. (2019). Oleate hydratase from *Staphylococcus aureus* protects against palmitoleic acid, the major antimicrobial fatty acid produced by mammalian skin. *Journal of Biological Chemistry*, 294(23), 9285–9294.
- Swantara, M. D., Rita, W. S., Suartha, N., & Agustina, K. K. (2019). Anticancer activities of toxic isolate of *Xestospongia testudinaria* sponge. *Veterinary World*, 12, 1434–1440.
- Szitenberg, A., Becking, L. E., Vargas, S., Fernandez, J. C. C., Santodomingo, N., Wörheide, G., & Huchon, D. (2013). Phylogeny of Tetillidae (Porifera, Demospongiae, Spiroborida) based on three molecular markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67(2), 509–519.
- Velásquez Emiliani, A., Quintero de la Hoz, M., Jiménez-Vergara, E., Blandón García, L., & Gómez-León, J. (2018). Microorganismos marinos extremófilos con potencial en bioprospección. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(2), 9–43.
- Welter Giraldes, B., Goodwin, C., Al-Fardi, N. A. A., Engmann, A., Leitao, A., Ahmed, A. A., & Hanifmoghaddam, P. (2020). Two new sponge species (Demospongiae: Chalinidae and Suberitidae) isolated from hyperarid mangroves of Qatar with notes on their potential antibacterial bioactivity. *PLoS ONE*, 15(5), 1–16.
- Zhang, H., Zhang, L., Peng, L. J., Dong, X. W., Wu, D., Wu, V. C. H., & Feng, F. Q. (2012). Quantitative structure-activity relationships of antimicrobial fatty acids and derivatives against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Zhejiang University Science B*, 13(2), 83–93.
- Zea, S. (1987). *Espojas del Caribe colombiano*. Editorial Catálogo Científico.
- Zea, S., Henkel, T. P., & Pawlik, J. R. (2014). *The Sponge Guide: a picture guide to Caribbean sponges*. www.spongeguide.org