

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS  
(ORGANIZADORA)

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN  
**CIENCIAS**  
BIOLÓGICAS

Atena  
Editora  
Ano 2022

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS  
(ORGANIZADORA)

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN  
**CIENCIAS  
BIOLÓGICAS**

Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirêno de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



## Producción científica en ciencias biológicas

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Daniela Reis Joaquim de Freitas

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Producción científica en ciencias biológicas / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0020-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.202220504>

1. Ciências biológicas. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Las Ciencias Biológicas estudian los seres vivos y todas sus relaciones entre sí y con el medio ambiente. Es un campo muy amplio, que engloba diferentes áreas de conocimiento, y que puede ser aplicado en el área de la educación, la investigación, la bioconservación ambiental, la salud, etc.

El trabajo “Producción ciencia en Ciencias Biológicas” está enfocado a discutir la formación del conocimiento en varias áreas que conforman el gran dominio de las Ciencias Biológicas, brindando al lector una visión variada y amplia de lo que se produce en esta área en la actualidad. En este trabajo contamos con seis capítulos compuestos por artículos científicos originales basados en trabajos de investigación.

Los trabajos descritos en este libro abordan temas relacionados con las ciencias de la salud como microbiología, zoología y ecología de especies, botánica, divulgación científica, medio ambiente, biodiversidad y bioconservación. Esta multidisciplinariedad es de gran importancia, ya que la investigación con diferentes perspectivas profesionales tiende a proporcionar una visión más amplia y una mayor aplicabilidad en la vida cotidiana del lector.

Creemos que este trabajo enriquecerá su conocimiento y demostrará que la ciencia puede ser muy placentera. Atena Editora, buscando la calidad, tiene a su disposición un cuerpo editorial compuesto por maestros y doctores formados en las mejores universidades de Brasil, para la revisión de sus obras. Por lo tanto, está asegurado que tiene un trabajo de excelente calidad en sus manos. Esperamos que disfrute de su lectura. ¡Buenos estudios!

Daniela Reis Joaquim de Freitas

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1..... 1

EFEITO ANTIBACTERIANO DE EXTRATOS HEXANO, CLOROFÓRMICO E METANÓLICO DE FOLHAS DE *Prosopis juliflora* SOBRE BACTÉRIAS NOSOCOMIAIS

Aurora Martínez Romero

José Luis Ortega Sánchez

Luis Otoniel García Contreras

Maribel Cervantes-Flores

José de Jesús Alba-Romero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205041>

### CAPÍTULO 2..... 16

EXPANDIENDO EL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO: LA IX SEMANA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA DE LA UNIVASF COMO UNA HERRAMIENTA INTERNACIONAL DE DIVULGACIÓN Y COOPERACIÓN CIENTÍFICA

Vladimir de Sales Nunes

Bruno Cezar Silva

Norma Cristina Araujo González

Mávani Lima Santos

Gabriel Luiz Celante da Silva

Thalles Rocchel Bezerra Muniz

Isabela Ferreira Leão

Julia Mariah Galdino Barbosa

Caio Carvalho Novais de Moraes

Brunara Evely de Araújo Lima

Benoit Jean Bernard Jahyny

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205042>

### CAPÍTULO 3..... 29

ESTUDO DE CONCORDANCIA ENTRE O MÉTODO DE ELUICAO EM DISCO COLISTINA E O MÉTODO DE REFERENCIA DE MICRODILUICAO EM CALDO PARA DETERMINAR A SUSCEPTIBILIDADE A COLISTINA, EM CEPAS CHILENAS SELECCIONADAS NO INSTITUTO SALUD PÚBLICA DE CHILE

Henriette Chabouty García

Ingrid Araya Diaz

Pamela Araya Rodriguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205043>

### CAPÍTULO 4..... 34

*Girardinichthys viviparus* ESPÉCIES ENDÊMICAS DO VALE DO MÉXICO

José Luis Gómez-Márquez

Bertha Peña-Mendoza

José Luis Guzmán-Santiago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205044>

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>45</b>
A PHYLOGENETIC STUDY OF THE MEMBERS OF THE MAPK FAMILY ACROSS VIRIDIPLANTAE	
José Manuel González-Coronel	
Gustavo Rodríguez-Alonso	
Ángel Arturo Guevara-García	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205045">https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205045</a>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>64</b>
<i>Haemophilus influenzae</i> NO TIPIFICABLE CAUSANTE DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD COMPLICADA: REPORTE DE UN CASO	
Muñiz Gallardo Serguei	
Martínez García Julieta	
Nájera Hernández Salustio	
Gutiérrez Pastrana Viridiana Ofelia	
Martínez Domínguez Rosa Aurora	
Beltrán Silva Sandra Luz	
Adriana Meneses Ríos	
Lara Flores Norarizbeth	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205046">https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205046</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>73</b>
EFFECTS OF HIGH ROSUVASTATIN DOSES ON HEPATOCYTE MITOCHONDRIA OF HYPERCHOLESTEROLEMIC MICE	
Juan C. Díaz-Zagoya	
Alejandro Marín-Medina	
Alma M. Zetina-Esquivel	
Jorge L. Blé-Castillo	
Andrés E. Castell-Rodríguez	
Isela E. Juárez-Rojop	
Rodrigo Miranda-Zamora	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205047">https://doi.org/10.22533/at.ed.2022205047</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>91</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>92</b>

# CAPÍTULO 1

## EFEITO ANTIBACTERIANO DE EXTRATOS HEXANO, CLOROFÓRMICO E METANÓLICO DE FOLHAS DE *Prosopis juliflora* SOBRE BACTÉRIAS NOSOCOMIAIS

Data de aceite: 01/02/2022

### **Aurora Martínez Romero**

Doctora en Ciencias Agropecuarias por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Institución: Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Unidad Gómez Palacio  
Durango, México

### **José Luis Ortega Sánchez**

Doctor en Educación por la Universidad Autónoma de Coahuila  
Institución: Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Bermejillo, Durango

### **Luis Otoniel García Contreras**

Maestro en Bioquímica Clínica por la Universidad Juárez del Estado de Durango  
Institución: Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Unidad Gómez Palacio  
Durango, México

### **Maribel Cervantes-Flores**

Doctora en Inmunología por la Universidad Nacional Autónoma de México  
Institución: Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Unidad Durango  
Durango, México

### **José de Jesús Alba-Romero**

Doctor en Ciencias Biomédicas por la Universidad Juárez del Estado de Durango  
Institución: Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Gómez Palacio  
Durango, México

## EFEITO ANTIBACTERIANO DE LOS EXTRACTOS HEXÁNICO, CLOROFÓRMICO Y METANÓLICO DE LAS HOJAS DE *Prosopis juliflora* EN BACTERIAS NOSOCOMIALES

**RESUMEN:** Evaluar el efecto antibacteriano en bacterias nosocomiales de los extractos clorofórmico, metanólico y hexánico de las hojas del *Prosopis juliflora* (mezquite). En el extracto de *Prosopis juliflora* se identificaron esteroides y triterpenos, cumarinas, alcaloides, taninos, carbohidratos y flavonoides. El efecto antibacteriano fue mediante el método modificado de pozos en agar; se empleó *S. aureus* ATCC 13071 y *E. coli* ATCC 25992. Se trabajó con concentraciones de alcaloides totales de 2.5 mg/mL, 5 mg/mL y 10 mg/mL disueltos en DMSO y cloranfenicol como control. Con el extracto clorofórmico los halos de inhibición en promedio frente a *S. aureus* fueron de 14.6 mm de diámetro a la concentración de 2.5 mg/mL, 17 mm de diámetro a 5 mg/mL y 19.4 mm de diámetro a una concentración de 10 mg/mL; para *E. coli* los halos de inhibición fueron de 13 mm de diámetro a una concentración de 2.5 mg/mL, 15.1 mm de diámetro a 5 mg/mL y 16.4 mm de diámetro para la concentración de 10 mg/mL. En cuanto al extracto metanólico de hojas secas de *Prosopis juliflora* los halos de inhibición en

promedio frente a *S. aureus* fueron de 14.6 mm de diámetro a la concentración de 2.5 mg/mL, 17 mm de diámetro a 5 mg/mL y 19.4 mm de diámetro a una concentración de 10 mg/mL; para *E. coli* los halos de inhibición fueron de 13 mm de diámetro a una concentración de 2.5 mg/mL, 15.1 mm de diámetro a 5 mg/mL y 16.4 mm de diámetro para la concentración de 10 mg/mL. En conclusión, los alcaloides totales extraídos de hojas secas de *Prosopis juliflora* en extracto clorofórmico y etanólico a las concentraciones de 2.5 mg/mL, 5 mg/mL y 10 mg/mL presentan efecto antibacteriano *in vitro* frente a las bacterias nosocomiales *S. aureus* y *E. coli*.

**PALABRAS CLAVE:** *Escherichia coli*, diagnóstico, Mezquite, *Staphylococcus aureus*.

## ANTIBACTERIAL EFFECT OF THE HEXANE, CHLOROFORM, AND METHANOLIC EXTRACTS OF LEAVES OF *Prosopis juliflora* ON NOSOCOMIAL BACTERIA

**ABSTRACT:** To evaluate the antibacterial effect on nosocomial bacteria of the chloroformic, methanolic and hexanic extracts of the leaves of *Prosopis juliflora* (mesquite). Sterols and triterpenes were identified in the extract of *Prosopis juliflora*, coumarins, alkaloids, tannins, carbohydrates and flavonoids. The antibacterial effect was through the modified agar well method; *S. aureus* ATCC 13071 and *E. coli* ATCC 25992 were used. Total alkaloid concentrations of 2.5 mg/mL, 5 mg/mL and 10 mg/mL dissolved in DMSO and chloramphenicol were used as control. With the chloroform extract the inhibition halos on average against *S. aureus* were 14.6 mm in diameter at a concentration of 2.5 mg/mL, 17 mm in diameter at 5 mg/mL and 19.4 mm in diameter at a concentration 10 mg/mL; for *E. coli* the inhibition halos test was 13 mm in diameter at a concentration of 2.5 mg/mL, 15.1 mm in diameter at 5 mg/mL, and 16.4 mm in diameter at a concentration of 10 mg/mL. Regarding the methanolic extract of dry leaves of *Prosopis juliflora*, the inhibition halos test on average against *S. aureus* were 14.6 mm in diameter at a concentration of 2.5 mg/mL, 17 mm in diameter at 5 mg/mL, and 19.4 mm in diameter. diameter at a concentration of 10 mg/mL; for *E. coli* the inhibition halos test was 13 mm in diameter at a concentration of 2.5 mg/mL, 15.1 mm in diameter at 5 mg/mL, and 16.4 mm in diameter at a concentration of 10 mg/mL. In conclusion, the total alkaloids extracted from dried leaves of *Prosopis juliflora* in chloroform and ethanolic extract at concentrations of 2.5 mg/mL, 5 mg/mL and 10 mg/mL show an antibacterial effect *in vitro* against nosocomial bacteria *S. aureus* and *E. coli*.

**KEYWORDS:** *Escherichia coli*, diagnosis, Mesquite, *Staphylococcus aureus*.

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones nosocomiales (IN) van vinculadas con el progreso médico, procesos diagnósticos y terapéuticos (Colmenero *et al.* 2008). Consideradas también como la infección que ocurre 48 horas después de que el paciente ingresa al hospital, es decir, que no estuvo presente en periodo de incubación en el momento de la admisión hospitalaria, o aquella infección que comenzó entre las 72 horas después del egreso hospitalario del paciente (López-Herrera *et al.* 2012). Las IN ocasionan una elevada mortalidad, prolongan la estancia hospitalaria y aumentan los costos asistenciales (Pujol *et al.* 2013). Estas

infecciones agravan la discapacidad funcional del paciente y, en algunos casos, pueden ocasionar trastornos discapacitantes que reducen la calidad de vida (OMS, 2002).

En general, estas infecciones están relacionadas con procedimientos asistenciales invasivos: la infección urinaria nosocomial con el cateterismo urinario, infección quirúrgica con el procedimiento quirúrgico, infección respiratoria con la ventilación mecánica invasiva y bacteriemia de catéter con el cateterismo vascular (Pujol *et al.* 2013). La infección que se detecta con mayor frecuencia en los pacientes es la neumonía, seguida de infección de vías urinarias (SSA, 2011). La máxima prevalencia ocurre en unidades de cuidados intensivos, en pabellones quirúrgicos y ortopédicos de atención a enfermedades agudas. La tasa de prevalencia de IN es mayor en pacientes vulnerables por edad avanzada, enfermedad subyacente o quimioterapia (OMS, 2002).

Actualmente, una de las principales amenazas para la salud pública mundial son las infecciones del tracto respiratorio, causadas por *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Klebsiella pneumoniae*. Debido a la farmacorresistencia de las bacterias, se recurre a la medicina tradicional. Las investigaciones demuestran que los extractos del mezquite (*P. juliflora*) inhiben el crecimiento microbiano.

*S. aureus* es un microorganismo colonizante fácilmente transmisible de la piel y la mucosa. Las primeras cepas de *S. aureus* resistente a meticilina (SARM) aparecieron en la década de los 60's. A medida que el SARM se propagaba de un hospital a otro, se convirtió cada vez más en una fuente de IN (Barrufet *et al.* 2014). Incluso se documenta que SARM es uno de los principales microorganismos que causan infecciones en los hospitales, especialmente en las unidades de cuidados intensivos (Arias-Ortiz *et al.* 2016).

Además de las infecciones crónicas, *S. aureus* puede causar enfermedades por aspiración, muchas de las cuales se caracterizan por la capacidad de este patógeno para producir estructuras de superficie que facilitan la colonización intensiva y/o toxinas extracelulares (Lázaro-Díez *et al.* 2016). La resistencia a agentes antimicrobianos es un gran problema debido a que se tienen que emplear medicamentos más fuertes y con mayor impacto en la salud humana. Entre los patógenos resistentes a múltiples fármacos (MDR) se encuentra *E. coli* productora de beta-lactamasa de espectro extendido (BLEE) es a menudo responsable del fracaso terapéutico y de un programa de control de la infección pobre que conduce a un aumento de morbilidad y mortalidad en humanos (Kar *et al.* 2016).

El aumento de la resistencia de los microorganismos a los fármacos antimicrobianos es un problema mundial de salud pública creciente, particularmente entre los microorganismos que causan IN (Aguadero 2015). Son conocidas la frecuencia y gravedad de las IN por *S. aureus*, y aquellas originadas en SARM constituyen un desafío terapéutico. Éstas aparecían casi uniformemente en pacientes hospitalizados, pero actualmente se ven con frecuencia en infecciones adquiridas en la comunidad con una inusitada gravedad (López 2014). El grupo de prioridad crítica incluye las bacterias MDR que son especialmente peligrosas en

hospitales, residencias de ancianos y entre los pacientes que necesitan ser atendidos con dispositivos como ventiladores y catéteres intravenosos. Entre tales bacterias se incluyen: *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y varias enterobacteriáceas como *Klebsiella*, *E. coli*, *Serratia*, y *Proteus*. Bacterias que pueden provocar infecciones graves y a menudo letales, como infecciones del torrente sanguíneo y neumonías (OMS, 2017).

Las IN relacionadas con la atención médica son el evento secundario más frecuente durante el internamiento de un paciente (SSA 2015). La etiología de las IN consiste en gérmenes que colonizan e invaden el organismo del paciente por diferentes vías. Una de las más frecuentes son las del tracto respiratorio por *S. aureus*, MRSA, *E. coli*. El deterioro del sistema inmunológico y la disminución de las defensas naturales del organismo facilitan el inicio de una IN.

En la actualidad, las plantas siguen siendo fuente importante de prototipos de antimicrobianos debido a la gran variedad y complejidad en su composición. Los antibióticos que originalmente se desarrollaron a partir de productos naturales, han revolucionado el tratamiento de infecciones; sin embargo, con la aparición y diseminación de microorganismos patógenos resistentes a los antibióticos, se ha incrementado la necesidad de buscar nuevos agentes quimioterapéuticos efectivos. Son numerosas las investigaciones enfocadas a la búsqueda de nuevos compuestos con actividad biológica a partir de fuentes naturales, pero aún falta realizar estudios dirigidos hacia la evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos y aceites esenciales.

El mezquite es un recurso biótico con amplia distribución geográfica y ecológica en las zonas áridas mexicanas, fuente de alimento, forraje, material de construcción, combustible, refugio de fauna silvestre, fuente de néctar para abejas y otros insectos, es importante también en la retención del suelo y uso en medicina tradicional. Por lo que, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto antibacteriano en bacterias nosocomiales de los extractos clorofórmico, metanólico y hexánico de las hojas del *Prosopis juliflora* (mezquite).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de estudio fue transversal, analítico y observacional. Se llevó a cabo en el Laboratorio de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas Unidad Gómez Palacio de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). La muestra fue material vegetal, las hojas de *P. juliflora* se recolectaron en el Ejido San Ignacio del Estado de Durango Km 42 que posteriormente fueron identificadas en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UJED. Se utilizaron cepas de *S. aureus* y de *E. coli*, aislados nosocomiales de pacientes de nosocomios. Las cepas fueron conservadas en tubos de rosca con agar Mueller Hinton (Difco®) a 4°C. Para su activación se tomó una asada del medio de reserva y posteriormente, se sembró en 5 mL de caldo Mueller Hinton. Los tubos se incubaron 24 h

a 37°C. Las cepas se conservaron en alícuotas de 0.5 mL de caldo Mueller Hinton a -20°C utilizando glicerol como crioprotector.

## Ensayos biológicos. Obtención de extractos

Microplacas estériles fondo redondo con tapa de 96 pocillos (Corning Costar®), tubos con rosca de 13X100 (Pyrex®), puntillas amarillas, azules de 100 µl y 200 µl, respectivamente, medio Müeller Hinton (BD®).

### Extracto hexánico

Las hojas secas y molidas (300g) se dividieron en tres partes para utilizar un total de 100 g que se procesaron primero con hexano (300 mL) por 24 h a temperatura ambiente (TA), posteriormente, se filtraron con papel Whatman No. 1, se destilaron y concentraron en rotavapor. Una vez seco se resuspendió en 15 mL de hexano.

### Extracto clorofórmico

Para la obtención del extracto clorofórmico se tomaron 100 g que se procesaron con cloroformo (300 mL) por 24 h a TA, posteriormente, se filtraron con Whatman No. 1, se destilaron y se concentraron en rotavapor. Una vez seco se resuspendió en 15 mL de cloroformo.

### Extracto metanólico

Para la obtención del extracto metanólico se tomaron 100 g que se procesaron con metanol absoluto (300 mL) por 24 h a TA, posteriormente, se filtraron con Whatman No. 1, se destilaron y se concentraron en rotavapor. Una vez seco se resuspendió en 15 mL de metanol, los concentrados se almacenaron en refrigeración hasta su uso.

## Evaluación del Rendimiento de los extractos

Para la obtención del rendimiento de cada uno de los extractos, se consideró el peso de material vegetal en seco antes de la extracción (PI) y el peso del material seco logrado después de la extracción (PE), aplicado en la siguiente ecuación: **Rendimiento = PI – PE**

## Pruebas bioquímicas de identificación de grupos funcionales y metabolitos secundarios

Para la determinación inicial de los compuestos presentes en los extractos se realizaron pruebas químicas de identificación. Las soluciones utilizadas fueron de 10 mg/mL de los extractos disueltos en metanol, cloroformo y hexano. Se utilizaron crisoles de

cerámica. Las insaturaciones se determinaron por la prueba del  $\text{KMnO}_4$ , es positiva si se observa decoloración o formación de precipitado café. Los oxidrilos fenólicos (taninos vegetales), se identificaron por la prueba de  $\text{FeCl}_3$ , es positiva si se observa un precipitado rojo, azul violeta o verde. Los esteroides y triterpenos se determinaron por la prueba de Liebermann-Burchard, es positiva por la formación de colores azul, verde, rojo, naranja. Los carbohidratos se identificaron por la prueba de Molish, es positiva si se forma un anillo coloreado en la interfase de color púrpura. La reacción de Molish presenta la propiedad de teñir cualquier carbohidrato presente en una disolución.

Las quinonas se identificaron con la prueba de Bornträger en donde es positiva, si al final de la reacción con  $\text{KOH}$ , la fase de benceno se decolora y la alcalina se torna roja. Las cumarinas se identifican con la prueba de las cumarinas, es positiva si aparece una coloración amarilla. Para detectar el anillo lactónico en relación a las cumarinas, se hace por la reacción de precipitación y coloración con  $\text{NaOH}$ . La identificación de ácido carboxílico se hizo por su reacción con  $\text{NaHCO}_3$ , observando el desprendimiento de gas carbónico. La determinación de sesquiterpenlactonas se realizó con la prueba de Baljet, el reactivo se prepara mezclando 1 g de ácido pícrico en etanol al 95% a 10 g de  $\text{NaOH}$  en 100 mL de agua. Se añaden unas gotas del reactivo a la muestra, una coloración roja clara (color naranja) a roja oscura indica prueba positiva.

Para detectar la presencia de los flavonoides se realizó la prueba de Shinoda que es positiva si se presentan colores naranja, rojo, azul y violeta. La presencia de alcaloides se realizó por la prueba de Dragendorff. Se revela una placa cromatografía con este reactivo y aparece una coloración rojo o naranja. La presencia de saponinas se determina por la prueba de agitación, es positiva si hay formación de espuma con apariencia de panal de abeja, así como por la prueba del  $\text{NaHCO}_3$ , es positiva si hay aparición de burbujas por más de un minuto.

## Preparación de muestras para actividad antibacteriana

Las soluciones stock para la actividad antibacteriana se prepararon disolviendo 1.0, 2.5; 5.0 y 10.0 mg/mL de las muestras a evaluar en 5% de DMSO en el medio líquido correspondiente hasta alcanzar una concentración de 20 mg/mL. Las soluciones stock se mantuvieron a  $-20^\circ\text{C}$  hasta antes de su uso. Las soluciones de trabajo para la actividad antibacteriana se prepararon tomando una alícuota de la solución stock y diluyéndola con medio Mueller Hinton (BD®).

## Material biológico. Cepas bacterianas y preparación del inóculo

Para la actividad antibacteriana se utilizaron las siguientes cepas de referencia: Bacterias GN: *E. coli* ATCC 25992, y Bacterias GP: *S. aureus* ATCC 13071. Bacterias de

aislados clínicos de *E. coli* (n=6), *S. aureus* (n=6). Se aislaron colonias de la especie *E. coli* y se consideraron como colonias de esta especie aquellas que presentaron una coloración azul oscuro o violeta en el medio agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y en agar Mc Conkey (MCK).

### Identificación bacteriana

Se realizó a través de los sistemas API20E (bioMérieux) inoculando de acuerdo a las especificidades del fabricante y el sistema automatizado VITEK® (bioMérieux), empleando tarjetas Gram Negative Identification (GNI). En el caso del sistema API la lectura de las tiras se realizó de forma manual y su interpretación se realizó empleando el software apiweb, 2006.

### Sensibilidad antimicrobiana

En los estudios de sensibilidad se empleó el sistema VITEK 2 compact (bioMérieux) y se usaron las tarjetas para identificación de bacterias GN y GP. Se tomó una asada de cultivo fresco que se resuspendió en 1.8 mL de SS estéril (0.45%) para obtener una concentración correspondiente al tubo 1 en la escala de Mac Farland, para esto se utilizó un nefelómetro. Se hidrataron los pozos con 100  $\mu$ l de la suspensión del microorganismo equivalente a  $1 \times 10^6$  UFC/mL/37°C. Para preparar el inóculo para el ensayo, se transfirieron de tres a cinco colonias de cada cultivo a tubos con SS estéril, y la turbidez se ajustó con el estándar 0.5 de McFarland ( $1.5 \times 10^8$  UFC/mL). Posteriormente, se transfirieron 10  $\mu$ L en 11 mL de caldo Müeller Hinton, para alcanzar  $5 \times 10^5$  UFC/mL.

### Ensayo biológico

Las evaluaciones antimicrobianas de los extractos obtenidos con el solvente polar (metanol) y para el caso de los extractos obtenidos con solventes no polares (hexano y cloroformo) se utilizó la técnica de difusión con discos de papel filtro, los cuales fueron impregnados con 50  $\mu$ l de los extractos, se mantuvo a TA/15 min para evaporar el solvente y, posteriormente, se colocaron sobre el agar Mueller Hinton en los cuales fueron previamente inoculados con las cepas de referencia y las cepas de aislamientos clínicos de *S. aureus* y *E. coli*.

## RESULTADOS

De 100 g de material vegetal que se obtuvo triturado con el extracto hexánico se logró tener un rendimiento del 3%; *P. juliflora* en el extracto clorofórmico se obtuvo un rendimiento del 3.5% y con el extracto metanólico se obtuvieron 14 g, resultando un rendimiento del 14%. Respecto a los resultados de las pruebas bioquímicas de identificación

de grupos funcionales y metabolitos en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de *P. juliflora*, se observó la presencia de esteroides y triterpenos, cumarinas, alcaloides, taninos, carbohidratos y flavonoides (**Tabla 1**).

<b>Prueba de identificación de compuestos químicos</b>	<b>Extracto clorofórmico</b>	<b>Extracto metanólico</b>	<b>Extracto hexánico</b>
KMNO <sub>4</sub> (Dobles enlaces)	-	-	-
Liebermann-Burchard (Esteroides y Triterpenos)	+	+	-
NaOH (Cumarinas)	+	+	+
Dragendorff (Alcaloides)	+	+	-
Baljet (Sesquiterpenlactonas)	-	-	-
Bornträger (Quinonas)	-	-	-
NaHCO <sub>3</sub> (Grupo Carboxilo)	-	-	-
FeCl <sub>3</sub> (Taninos)	+	+	-
Espuma (Saponinas)	-	-	-
Molish (Carbohidratos)	+	+	-
Shinoda (Flavonoides)	+	+	+

Tabla 1. Identificación de grupos funcionales y metabolitos de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de *Prosopis juliflora*.

En cuanto a la evaluación de la sensibilidad a diferentes antibióticos en contra de microorganismos nosocomiales, *S. aureus* presentó resistencia a 2 de 18 antibióticos presentes en Tarjetas AST-GP61, como se observa en la **Tabla 2**.

<b>Antibiótico</b>	<b>*Resultado</b>
Ampicilina	<b>R</b>
Ampicilina sulbactam	<b>I</b>
Bencilpenicilina	<b>R</b>
Cefazolina	<b>I</b>
Cloranfenicol	<b>S</b>
Clindamicina	<b>I</b>
Eritromicina	<b>I</b>
Galifloxacina	<b>I</b>
Gentamicina	<b>S</b>
Levofloxacina	<b>I</b>
Linezolid	<b>S</b>
Moxifloxacina	<b>I</b>
Nitrofurantoína	<b>S</b>
Oxacilina	<b>I</b>

Quinupristina/dalfopristina	S
Rifampicina	S
Tetraciclina	S
Vancomicina	S

Tabla 2. Sensibilidad antimicrobiana de *S. aureus*, en relación con las Tarjetas Vitek®2.

\*R=Resistente.

\*S=Sensible.

\*I =Intermedio.

En lo concerniente a la evaluación de la sensibilidad a diferentes antibióticos en contra de microorganismos nosocomiales, *E. coli* presentó resistencia a 11 de 18 antibióticos presentes en Tarjetas AST-GN05, como se observa en la **Tabla 3**.

Antibiótico	*Resultado
Amoxicilina/clavulánico	I
Ampicilina	R
Cefalotina	R
Cefazolina	R
Cefoxitin	I
Cefpodoxima	I
Ceftazidima	I
Cefuroxima	R
Ciprofloxacina	R
Gentamicina	R
Levofloxacina	R
Ácido nalidixico	R
Nitrofurantoína	S
Norfloxacina	R
Tetraciclina	R
Ticarcilina	R
Ticarcilina/clavulánico	I
Tobramicina	I
Sulfametoxazol/Trimetoprim	I

Tabla 3. Sensibilidad antimicrobiana de *E. coli*, en relación con las Tarjetas Vitek®2.

\*R=Resistente; \*S=Sensible; \*I =Intermedio.

Las bacterias nosocomiales aisladas para evaluar el efecto antibacteriano de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de las hojas de *P. juliflora* fueron las que se pueden observar de la **Figura 1** a la **5**.



Figura 1. Desarrollo de cepas bacteriológicas de *S. aureus* en agar Sal y Manitol.



Figura 2. Colonias Aisladas por Agotamiento de *S. aureus*.



Figura 3. Crecimiento Bacteriano de *E. coli*.



Figura 4. Verde metálico brillante de las especies *E. coli* en agar EMB.



Figura 5. Crecimiento de la Cepa *E. coli* en agar MCK.

En lo que respecta al resultado de la actividad antimicrobiana de los diferentes extractos de *P. juliflora* el rango del halo de inhibición, solo se observó inhibición con el extracto etanólico con un promedio de  $2.5 \pm 0.1$  cm de diámetro. El extracto clorofórmico y metanólico mostraron actividad en contra de *E. coli* ( $125 \mu\text{g/mL}$ ) y contra *S. aureus* ( $125 \mu\text{g/mL}$ ). Con el extracto clorofórmico de *P. juliflora* los halos de inhibición en promedio frente a *S. aureus* fueron de 14.6 mm de diámetro a la concentración de 2.5 mg/mL, 17 mm de diámetro a 5 mg/mL y 19.4 mm de diámetro a 10 mg/mL; para *E. coli* los halos de inhibición fueron de 13 mm de diámetro a una concentración de 2.5 mg/mL, 15.1 mm de diámetro a 5 mg/mL y 16.4 mm de diámetro para 10 mg/mL. En cuanto al extracto metanólico de hojas secas de *P. juliflora* los halos de inhibición en promedio frente a *S. aureus* fueron de 14.6 mm de diámetro a la concentración de 2.5 mg/mL, 17 mm de diámetro a 5 mg/mL y 19.4 mm de diámetro a 10 mg/mL; para *E. coli* los halos de inhibición fueron de 13 mm de diámetro a una concentración de 2.5 mg/mL, 15.1 mm de diámetro a 5 mg/mL y 16.4 mm de diámetro para la concentración de 10 mg/mL. Con el extracto hexanoico de *P. juliflora* y con *E. coli* y *S. aureus* no se formaron halos de inhibición.

## DISCUSIÓN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto antibacteriano en bacterias nosocomiales de los extractos clorofórmico, metanólico y hexánico de las hojas del *P. juliflora* (mezquite). En las determinaciones químicas del extracto de *P. juliflora* se identificaron esteroides y triterpenos, cumarinas, alcaloides, taninos, carbohidratos y flavonoides. En otra investigación se realizó la evaluación del extracto de *P. laevigata* en donde se demostró la presencia de esteroides, cumarinas, alcaloides, taninos, carbohidratos y flavonoides, *Prosopis* spp es un árbol que fija el  $\text{N}_2$ , alcanzando alturas entre 5 a 10 m de alto, y hay alrededor de 44 especies diferentes en el mundo, y 10 de ellas en México (Jenkins *et al.* 1987). Al respecto, se documenta que en las hojas de *P. juliflora* se encuentran los alcaloides julifloridina y juliprosopina, el indol-alcaloide triptamina, y el sesquiterpeno

prosopidiona. De la corteza del tallo se han aislado los flavonoides 8-hidroxi-4'-metoxi-7-neohesperidósido de iso-flavona, 4 metil-éter-beta-galactopiranósido de camferol, alfa-ramnósido de leucodelfinidín y el glucosil-ramnósido y ombuín. Del fruto se han aislado los flavonoides camferol, glucopiranósido de leucocianidín y glucopiranosil-ramnopiranósido de delfinidín; y la cumarina pentaglicósilada del ácido dimetil-elálgico. En la raíz se han detectado los flavonoides galactopiranósidos de 3'-4'-dihidroxi-5-metoxi-6-metil-flavonona y 4-7-dimetoxi-6-8-metil-flavonona. En la planta se han detectado los alcaloides indolizidina juliprosina y el iso-componente. En la semilla la cumarina 4-ramnosilgentiobiósido del ácido elálgico (Singh, 2012).

Valenzuela-Balderas y colaboradores (2017) obtuvieron los extractos acuosos y metanólicos elaborados a partir de hoja, flor y vaina de la especie *P. glandulosa*, se determinó la composición química proximal de la vaina del mezquite la cual incluye proteína cruda (7.84), fibra cruda (43.82), lípidos crudos (3.49), ceniza (6.25) y carbohidratos (34.28); el extracto metanólico se preparó a partir de harina de semillas, hoja, vaina y carozo, el extracto acuoso por decocción de harina de hoja, flor y vaina; dichos extractos arrojaron resultados positivos, presentando mayor inhibición el extracto metanólico con *Salmonella* spp y *Salmonella thypimurium*, en las GN; el extracto acuoso mostro mayor inhibición en las GP: *Streptococcus agalactiae* y *Enterococcus faecium*.

En el presente trabajo la sensibilidad para cepas intrahospitalarias de *E. coli* estuvo representada por nitrofurantoína y para *S. aureus* cloranfenicol, gentamicina, linezolid, nitrofurantoína, quinupristina/dalfopristina, rifampicina, tetraciclina y vancomicina. La resistencia para *E. coli* estuvo representada por ampicilina, cefalotina cefazolina, cefuroxima, ciprofloxacina, gentamicina, levofloxacina, ácido nalidíxico, norfloxacina, tetraciclina ticarcilina. La resistencia para *S. aureus* representada por ampicilina y bencilpenicilina.

Al respecto Llor y colaboradores (2018) obtuvieron que la prevalencia de SARM fue del 1,3% (IC 95%: 0,5-2,1%), con porcentajes de resistencia frente a fenoximetilpenicilina del 87,1% y a azitromicina 11,6%, sin observar diferencias significativas según edad y sexo. Un 2,4% (IC 95%: 0,1-4,7%) de las cepas de neumococo fueron altamente resistentes a fenoximetilpenicilina y macrólidos, mientras que las mayores resistencias se observaron frente a cefaclor (53,3%), tetraciclina (20%) y cefuroxima (12,1%). Concluyeron que esos patógenos tienen resistencias más bajas en la comunidad que las que se observan en el medio hospitalario, a lo que propone se conozca la resistencia antibiótica actual para poder hacer uso prudente de antibióticos. También se encontró que en el grupo de los beta-lactámicos, la piperazilina/tazobactam mostró los mejores resultados de sensibilidad con cifras de 90% y en el grupo de los aminoglucósidos la amikacina, con igual porcentaje. Las beta-lactamasas tipo OXA fueron las más frecuentes en el medio comunitario, representaron el 46,1%, seguidas de las BLEE con 30,3%. En menor porcentaje se identificaron las beta-lactamasas resistentes a inhibidores (IRT) y las penicilinasas de alto nivel con 11,2% y 7,9%, respectivamente. En el ambiente intrahospitalario, el comportamiento de las OXA y

de las BLEE fue 41,2% (Suárez-Trueba *et al.* 2014).

Rodríguez-Avial y colaboradores (2013) comentan que *E. coli* es el principal uropatógeno, que la aparición de cepas productoras de BLEE, que con frecuencia presentan multirresistencia, deja pocas opciones terapéuticas, y es necesario realizar un seguimiento de su sensibilidad a lo largo del tiempo. Padecer una IN condiciona a que se prolongue la estancia hospitalaria del paciente, aumenta la posibilidad de una discapacidad a largo plazo, una mayor resistencia a los medicamentos contra las bacterias, aumenta los costos para el paciente, familia y sector salud y muertes innecesarias. El tratamiento depende del tipo de infección y microorganismo causal. Sin embargo, existen muchas medidas de prevención y control, una de ellas y la forma más sencilla es el lavado de manos de forma correcta tanto del personal de salud, familiares y personas que visiten al enfermo en su estadía hospitalaria (SSA 2015).

Bode y colaboradores (2010) sugieren que para reducir el riesgo de transmitir una infección por *S. aureus* asociada a una IN es útil el lavado de manos con jabón/clorhexidina, 5 mL de jabón de gluconato de clorhexidina 4%, restregar por 5 min para lavado rutinario y por 15 min para lavado quirúrgico, enjuagar y secar, la clorhexidina es una sustancia desinfectante de acción bactericida y fungicida, pertenece al grupo de las biguanidas y se encuentra en el listado de Medicamentos esenciales de la OMS, lista que contiene los medicamentos más importantes que se requieren en un sistema sanitario (Webster y Osborne 2015).

Tanto el extracto clorofórmico como el metanólico mostraron un amplio espectro antibacteriano, esto se debe a los compuestos de los extractos, como los flavonoides, coumarinas y alcaloides que poseen actividad antibacteriana. Por lo que, es importante separar y purificar los compuestos de los extractos, ya que pueden servir de base para nuevos principios activos de medicamentos. Los alcaloides totales extraídos de hojas secas de *P. juliflora* en extracto clorofórmico y etanólico a las concentraciones de 2.5; 5 y 10 mg/mL presentan efecto antibacteriano *in vitro* frente a *S. aureus* y *E. coli*. Es de vital importancia la búsqueda de alternativas para la prevención y tratamiento de las IN ocasionadas por microorganismos farmacorresistentes presentes en hospitales. Las plantas son una alternativa por producir gran variedad de moléculas con propiedades medicinales y terapéuticas, que han mostrado ser efectivos al inhibir el crecimiento, así como factores de virulencia en algunos microorganismos. Estos compuestos de origen natural, producirán menor resistencia por los microorganismos que la adquirida por los fármacos sintéticos.

## REFERENCIAS

Aguadero V, González-Velasco C, Vindel A, González-Velasco M, Moreno JJM. (2015). An analysis of the association between genotype and antimicrobial resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clinical isolates, *Esp Quimioter.* 28(2):79-5.

Arias-Ortiz PM, Calderón L del P, Castillo JS, Moreno J, Leal AL, Cortés JA, Álvarez CA. (2016). Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia: A multicenter matched case-control study. *Biomédica* 36(4):612-8.

Bode L, Kluytmans J, Wertheim H, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls C, Roosendaal R. (2010). Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med*. 362:9-17.

Colmenero M, Sánchez A. (2008). Estadística bacteriológica de las infecciones nosocomiales en el Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. Nueve años de seguimiento. *Rev Esp Med-Quir*.13(1):1-6.

Jenkins MB, Virginia RA, Jarrell WM. (1987). Rhizobial Ecology of the Woody Legume Mesquite (*Prosopis glandulosa*) in the Sonoran Desert. *Am Soc Microbiol*. 53:36-40.

Kar D, Bandyopadhyay S, Dimri U, Mondal DB, Nanda PK, Das AK, Bandyopadhyay S. (2016). Antibacterial effect of silver nanoparticles and capsaicin against MDR-ESBL producing *Escherichia coli*: An in vitro study. *Asian Pac J Trop Med*. 6(10):807-10.

Lázaro-Díez M, Remuzgo-Martínez S, Rodríguez-Mirones C, Acosta F, Icardo JM, Martínez-Martínez L, Ramos-Vivas J. (2016). Effects of Subinhibitory Concentrations of Ceftaroline on Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Biofilms, *PLoS ONE*. 11(1):1-15.

Llor C, Boada A, Pons-Vigués, Grenzner E, Juvé R, Almeda J. (2018). Sensibilidad antibiótica de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae* en personas portadoras nasales sanas en atención primaria en el área de Barcelona. *Aten Primaria* 50(1):44-2.

López N, Puig-Orgaz C, Notario R, Gambandé T, Luciano MI, Borda N. (2014). Portación nasal de *Staphylococcus aureus* metilcilino resistentes en poblaciones de la comunidad. *Rev Med Rosario* 80:59-2.

López-Herrera J, Méndez-Cano A, Bobadilla-Espinosa R, Zacate-Palacios J. (2012). Infecciones nosocomiales, mortalidad atribuible y sobre estancia hospitalaria. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc*. 20(2):85-90.

OMS (2002). Prevención de las infecciones nosocomiales. OMS. Guía práctica.

OMS (2017). La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos. Comunicado de Prensa. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/>

Pujol M, Limón E. (2013). Epidemiología general de las infecciones nosocomiales. Sistemas y programas de vigilancia. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 31(2): 108-13.

Rodríguez-Avial C, Rodríguez-Avial I, Hernández E, Picazo JJ. (2013). Aumento significativo de la resistencia a fosfomicina en cepas de *Escherichia coli* productores de b-lactamasas de espectro extendido (BLEE) aisladas de urocultivos (2005-2009-2011). *SEQ* 26: 43-6.

Singh, S. (2012). Phytochemical analysis of different parts of *Prosopis juliflora*. *Int J Curr Pharm Rev Res*. 4(3).

SSA (2011). Medición de la prevalencia de Infecciones Nosocomiales en Hospitales Generales de las principales Instituciones Públicas de Salud. [http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dess/descargas/estudios\\_especiales/NOSOCOMIAL\\_IF.pdf](http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dess/descargas/estudios_especiales/NOSOCOMIAL_IF.pdf).

SSA (2015). Infecciones Nosocomiales. Secretaría de Salud. <https://www.gob.mx/salud/articulos/infecciones-nosocomiales>.

Suárez-Trueba B, Milián-Samper Y, Espinosa-Rivera F, Hart-Casares M, Llanes-Rodríguez N, Martínez-Batista ML. (2014). Susceptibilidad antimicrobiana y mecanismos de resistencia de *Escherichia coli* aisladas a partir de urocultivos en un hospital de tercer nivel. *Rev Cubana Med* 53(1): 3-13.

Valenzuela-Balderas A, Pimentel-Zapata A, Gutiérrez-Reyes E, Ávila-Damián MA, Linaje-Treviño MS, Valencia-Castro CM, De la Fuente-Salcido NM. (2017). Actividad antibacteriana y capacidad antioxidante en diferentes extractos de *Prosopis glandulosa* de Coahuila, México. *IDCyTA* 2:142-7.

Webster J, Osborne S. (2015). Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 20(2):1-22.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acinetobacter baumannii 3, 29, 30, 31, 32

Actividades remotas 17, 26

### B

Biología 16, 17, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 42, 43, 45

### C

COVID-19 16, 17, 18, 19, 20, 27, 28, 82, 89

### D

Derrame pleural 64, 65, 66, 67

Diagnóstico 2, 31, 64

Divulgación y cooperación científica 16

### E

Elución de sensidiscos 29

Enterobacterales 29, 31, 32, 33

Escherichia coli 2, 3, 14, 15

### F

Fish 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Freshwater 34, 35, 40, 41, 42, 43

### G

Girardinichthys viviparus 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 44

### H

Haemophilus influenzae 64, 65, 68, 71, 72

### M

MAPK gene family 45, 52, 61, 62

Mezquite 1, 2, 3, 4, 11, 12

Microdilución en caldo 29, 30, 31, 33

Mitogen-activated protein kinases 45, 60, 61

### N

Novel domains 45, 48, 55, 56, 57, 58, 59

## **P**

Phylogenetic study 45

*Pseudomonas aeruginosa* 3, 29, 30, 31

## **R**

Resistencia a colistin 29, 31

## **S**

*Staphylococcus aureus* 2, 3, 13, 14, 65

## **T**

Threatened species 34, 42

## **U**

Urban lake 34, 36, 37, 39, 43

## **V**

Viridiplantae 45, 47, 48, 50, 54, 58, 59

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN

# CIENCIAS BIOLÓGICAS

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
Ano 2022

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN

# CIENCIAS BIOLÓGICAS

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)