

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL V

 EDITORA
ARTEMIS
2025

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL V

 EDITORA
ARTEMIS
2025



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Manuel Simões
Imagem da Capa	Vivilweb/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, *Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)*, Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology*, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, *Universidade Estadual do Ceará*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo (USP)*, Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
 Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
 Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá
 Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
 Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
 Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
 Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
 Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
 Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia
 Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
 Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
 Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos
 Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
 Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
 Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, Unifimes - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
 Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
 Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
 Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México
 Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
 Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
 Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
 Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
 Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
 Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
 Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Maurícea Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del País Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades V / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-73-4

DOI 10.37572/EdArt_081225734

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina.
I. Simões, Manuel.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

O volume V de **Estudos em Biociências e Biotecnologia: Desafios, Avanços e Possibilidades** reúne contribuições que refletem a riqueza, a complexidade e a interdisciplinaridade que caracterizam o campo contemporâneo das biociências. Os oito capítulos que compõem esta edição foram organizados em três eixos amplos, estruturados de forma a destacar conceitos, convergências metodológicas e interfaces entre pesquisa básica, aplicações tecnológicas e a estratégia e ética em ciências da saúde e na investigação.

O **primeiro eixo, Biotecnologia, Bioativos e Ciências Biológicas Aplicadas**, concentra estudos que exploram fenômenos essenciais da vida em níveis molecular, celular e fisiológico. Os capítulos analisam desde interações entre peptídeos e bicamadas lipídicas aplicadas ao desenvolvimento de nanopartículas, até o potencial terapêutico de espécies vegetais amplamente utilizadas em medicina tradicional, nomeadamente a planta *Salvia purpurea*. A ecofisiologia também se faz presente, com investigações sobre o impacto da temperatura no crescimento e metabolismo energético de organismos aquáticos, fundamentais para manejo sustentável e produção controlada. Assim, este bloco articula biotecnologia, bioativos e modelos experimentais, oferecendo uma visão integrada das bases e das possibilidades da investigação biomolecular e biotecnológica.

O **segundo eixo, Biotecnologia Ambiental, Sustentabilidade e Profissões da Saúde**, reúne trabalhos voltados à aplicação direta das biociências na resposta a desafios ambientais e tecnológicos. Os dois capítulos apresentam soluções inovadoras de biorremediação por meio do uso de biomassa vegetal, demonstrando a eficiência de resíduos agroindustriais – como bagaço de cana-de-açúcar e cáscara de amendoim – na remoção de contaminantes tóxicos e recalcitrantes. Tais estudos reforçam a relevância da biotecnologia ambiental para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação de impactos da ação antropogênica.

No terceiro eixo, **Dimensões Éticas e Profissionais da Ciência e da Saúde**, destacam-se reflexões sobre a crescente complexidade dos ensaios clínicos e sobre o papel estratégico do coordenador na interface entre pesquisa, ética e regulamentação. Complementa o eixo uma análise aprofundada dos limites, desafios e inovações éticas na prática da enfermagem, ressaltando a centralidade da conduta profissional e da responsabilidade humana no cuidado em saúde. Este eixo se completa com a reflexão sobre o legado científico de Rosalind Franklin, no pioneirismo na cristalografia de raios X, cuja contribuição foi decisiva para a elucidação da estrutura do DNA. O seu trabalho, apesar de não devidamente reconhecido, mudou o curso da biologia molecular, suscitando atualmente debates sobre o reconhecimento, a ética e a equidade na ciência.

Ao articular avanços moleculares, aplicações (bio)tecnológicas, reflexões históricas e práticas profissionais, este volume reafirma a vocação das biociências e da biotecnologia como campos em constante evolução, cuja produção científica dialoga tanto com os fundamentos da vida quanto com os grandes desafios sociais e ambientais do nosso tempo. Esperamos que a leitura inspire novas investigações, fortaleça perspectivas interdisciplinares e contribua para a construção de soluções inovadoras que ampliem as fronteiras do conhecimento e de suas aplicações.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Manuel Simões

SUMÁRIO

BIOTECNOLOGIA, BIOATIVOS E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS APLICADAS

CAPÍTULO 1..... 1

INTERACCIÓN DEL PÉPTIDO MELITINA CON BICAPAS LIPÍDICAS: EFECTOS EN LA PERMEABILIDAD Y APLICACIÓN CON NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS

Azucena González-Horta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257341

CAPÍTULO 2..... 16

ETNOFARMACOLOGÍA DE *Salvia purpurea* L.

Gabriela Ávila Villarreal

Brisia Marlen Ortiz Vargas

Guadalupe Yáñez Ibarra

Martha Edith Cancino Marentes

Yoshajandith Aguirre Vidal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257342

CAPÍTULO 3..... 29

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH, BIOMASS PRODUCTION AND ENERGY METABOLISM OF *Poecilia reticulata* (PETERS, 1860)

José Román Latournerié Cervera

Alma Rosa Estrada-Ortega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257343

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 4..... 36

REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR LA BIOMASA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)

Alejandra C. Hernández Terán

Daniela C. Aranda González

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Ismael Acosta Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257344

CAPÍTULO 5.....47

ELIMINACIÓN DE CROMO (VI) DE AGUAS CONTAMINADAS POR LA BIOMASA DE LA CÁSCARA DE CACAHUATE (*Arachys hypogaea*)

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Dalila del Socorro Contreras Briones

Claudia M. Martínez Rodríguez

Ismael Acosta Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257345

DIMENSÕES ÉTICAS E PROFISSIONAIS DA CIÊNCIA E DA SAÚDE

CAPÍTULO 6..... 54

EL PAPEL ESTRATEGICO DEL COORDINADOR EN LOS ENSAYOS CLÍNICOS

Pilar de la Torre Flórez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257346

CAPÍTULO 7..... 64

ÉTICA EM ENFERMAGEM: LIMITES, DESAFIOS E INOVAÇÃO

Isabel Maria Ribeiro Fernandes

Hélène Ferreira Malta

Maria Hermínia Nunes Barbosa

Paula Cristina do Vale Lopes Pissarra

Paulo Jorge Lopes Matos

António Manuel Almeida Tavares Sequeira

Maria João Almeida Nunes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257347

CAPÍTULO 8.....77

ROSALIND ELSIE FRANKLIN. UNA CIENTÍFICA RECONOCIDA TARDÍAMENTE

Donají López Torres

Edith Cortés Barberena

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257348

SOBRE O ORGANIZADOR.....92

ÍNDICE REMISSIVO 93

CAPÍTULO 4

REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR LA BIOMASA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)

Data de submissão: 30/10/2025

Data de aceite: 17/11/2025

Alejandra C. Hernández Terán

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México

Daniela C. Aranda González

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México

Adriana Rodríguez Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y
Extensión de la Zona Media
El Balandran
Calle Escontría No. 230. Barrio 3
C.P. 79660
Cd. Fernández, San Luis Potosí
<https://orcid.org/0000-0002-6570-6579>

Juan Fernando Cárdenas González

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y
Extensión de la Zona Media
El Balandran
Calle Escontría No. 230. Barrio 3
C.P. 79660. Cd. Fernández
San Luis Potosí
<https://orcid.org/0000-0002-3502-5959>

Víctor Manuel Martínez Juárez

Área Académica de
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma del
Estado de Hidalgo
Avenida Universidad Km. 1 s/n
Exhacienda Aquetzalpa, 43600
Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México
<https://orcid.org/0000-0002-7426-6835>

Ismael Acosta Rodríguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México
<https://orcid.org/0000-0001-8620-2727>

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad de remoción de Cr (VI) por la biomasa del bagazo de caña de azúcar, encontrando que 10 g de la biomasa analizada eliminan el 100 % del metal a las 72 horas, pH 1.0, 28°C y 100 rpm, mientras que a mayor temperatura es mayor la remoción, pues se elimina el 100% del metal a las 3 horas a 60°C, y si se aumenta la concentración del metal (200-1000 mg/L), no hay diferencias significativas en la remoción del mismo, aunque es más eficiente a 800 y 1000 ppm, a 60°C. Si se incrementa la concentración del bioadsorbente, aumenta la remoción del metal. Finalmente, 5 g de biomasa, eliminan el 100%

de Cromo (VI) presente en tierra (100 mg/g) y agua (100 mg/L) contaminadas de manera natural, a los 4 y 12 días de incubación a 28°C.

PALABRAS CLAVE: cromo (VI); caña de azúcar; biorremediación; aguas residuales.

REMOVAL OF CHROMIUM (VI) FROM AQUEOUS SOLUTION USING SUGARCANE BAGASSE BIOMASS (*Saccharum officinarum*)

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the Cr (VI) removal capacity of sugar cane husk biomass, finding that 10 g of the biomass analyzed removes 100 % of the metal after 72 hours, pH 1.0, 28°C and 100 rpm, while at higher temperatures the removal is greater, since 100% of the contaminant is removed after 3 hours at 60°C, and if the metal concentration is increased (200-1000 mg/L), there are no significant differences in the removal of the same, although it is more efficient at 800 and 1000 mg/L, at 60°C. If the concentration of the bioadsorbent is increased, the removal of the metal increases. Finally, 5 g of biomass removal 100% of the metal present in soil (100 mg/g) and water (100 mg/L) contaminated naturally, in 4 and 12 days of incubation to 28°C.

KEYWORDS: chromium (VI); sugar cane; bioremediation; wastewater.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, debido a las actividades mineras, industriales, urbanas y de fundición, uno de los mayores problemas ambientales es la contaminación por metales pesados de las fuentes hídricas alrededor del mundo, pues debido a su toxicidad y efectos potencialmente nocivos sobre los diferentes sistemas ecológicos y el medio ambiente, se consideran un grave problema para los habitantes de las localidades que se abastecen de agua contaminada, y considerando que el aumento de la concentración de estos metales en las diferentes fuentes hídricas, es consecuencia de las diversas actividades antropogénicas, que son el sostén de la vida humana, ocasionando graves problemas económicos, tanto a nivel local como nacional por el incremento de los costos de los tratamientos médicos y disminución de la productividad de los habitantes de las zonas contaminadas (Ida y Thorin, 2021). Lo anterior, conlleva una gran cantidad de problemas en la vida del planeta, ya que se acumulan en las plantas, y son depositados en el suelo y transportados hasta dichas plantas, por ríos contaminados, provocando diferentes efectos como: disminución del crecimiento o amarillamiento de las hojas (clorosis). Además de ser muy peligrosos para la vida humana, donde los efectos pueden ser erupciones en la piel, malestar estomacal y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmunológico, daños en los riñones y el hígado, cáncer de pulmón, afecciones cardíacas, óseas, testiculares y del sistema nervioso central y periférico, e incluso la muerte (Razzak et al., 2022).

Por lo tanto, es de suma importancia encontrar métodos más eficientes para la retención y extracción de metales pesados de lugares contaminados y/o reducir su toxicidad para garantizar la preservación de los ecosistemas y la vida humana. Entre los diferentes métodos existentes para el control de metales pesados se han reportado: precipitación, óxido-reducción, intercambio iónico, filtración, tratamiento electroquímico, tecnologías de membranas y recuperación por evaporación, adsorción y bioadsorción, y algunos metales pesados que se consideran peligrosos son: plomo, cobalto, estaño, hierro, cadmio, mercurio, cromo, vanadio, entre otros (Zaynab et al., 2022).

Por otra parte, el cromo hexavalente, también conocido como cromo (VI) (Cr^{6+}), es la forma tóxica del metal, mientras que algunas formas menos tóxicas de éste se encuentran de forma natural en el medio ambiente (suelo, rocas, polvo, plantas y animales), y se produce principalmente por procesos industriales (Sharma et al., 2022). La inhalación de este metal puede provocar cáncer y efectos no cancerígenos para la salud. Efectos cancerígenos: Respirar cromo (VI) durante un período prolongado aumenta el riesgo de cáncer de pulmón y nasal, mientras que los efectos no cancerígenos, como respirar cromo (VI) a altos niveles a lo largo del tiempo, pueden causar o empeorar ciertas afecciones de salud, entre ellas: Irritación de la nariz, la garganta y los pulmones (secreción nasal, tos), síntomas de alergia (sibilancia, falta de aire), llagas nasales y niveles muy altos en el aire en los lugares de trabajo pueden provocar la perforación de la membrana que separa las fosas nasales. Además, cada vez se reconoce más como un neurotóxico (Sharma et al., 2022).

Por otro lado, se han estudiado diferentes materiales como potenciales biosorbentes para eliminar metales pesados y otros contaminantes. Esos materiales incluyen microorganismos, como bacterias, hongos, algas, desechos orgánicos y material lignocelulósico (Boakye et al., 2022), como: las biomasas de *Mentha piperita* (González Padilla et al., 2024), tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Huerta Velázquez et al., 2024), cáscara de sandía (*Citrulus lanatus*) (García Luis, et. al., 2023) y la cascara de toronja (*Citrus Paradise*) (Rodríguez Pérez et al., 2024) para la remoción de cromo (VI) en solución, con resultados altamente satisfactorios. También, se ha reportado la remoción de plomo (II) y mercurio por bagazo de caña de azúcar (Trujillo del Bossque et al., 2021; Sánchez Silva, 2020). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar la remoción de cromo (VI) en solución acuosa por la biomasa del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. BIOADSORBENTE

El bagazo de la caña de azúcar (*S. officinarum*), se obtuvo a partir de caña comercial obtenida de diferentes vendedores ambulantes de la zona centro de la ciudad capital San Luis Potosí, S.L.P., México, en el mes de julio del 2025. Para la obtención de la biomasa, el bagazo de la caña se lavó durante 24 horas con EDTA (10% p/v), el cual sirve como agente quelante con el fin de eliminar metales contaminantes, después se lavó con agua tridesionizada por una semana con cambios de agua cada 12 horas, y se calentó a ebullición por una hora, y posteriormente se secó en estufa a 80°C por 3 días, se molió en licuadora y se guardaron en envases de vidrio ámbar a temperatura ambiente hasta su uso.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Soluciones de Cromo (VI)

Se utilizó una solución de 200 mL de cromo (VI) con una concentración de 100 mg/L, obtenida por dilución de una solución patrón de 1.0 g/L, preparada en agua tridesionizada, a partir de dicromato de potasio. De acuerdo con el pH empleado para cada prueba, éste se modificó con soluciones de NaOH y/o H₂SO₄, antes de adicionarla a la biomasa.

2.2.2. Determinación de remoción de Cromo (VI) en distintas condiciones

De la biomasa a analizar, se pesaron 5 g y se añadieron a matraces Erlenmeyer de 500 mL y posteriormente se mezclaron con 200 mL de una solución del metal [100 mg/L de cromo (VI)], se incubaron a una temperatura de 28°C con agitación constante (100 rpm) bajo diferentes condiciones de pH (1.0, 2.0, 3.0 y 4.0), temperatura (28°C, 40°C, 50°C y 60°C), concentración de cromo (VI) (200 mg/L, 400 mg/L, 600 mg/L, 800 mg/L y 1000 mg/L) y diferentes concentraciones de biomasa (1 g, 5 g y 10 g), y de la misma manera se determinó la remoción del metal a partir de agua y tierra contaminadas.

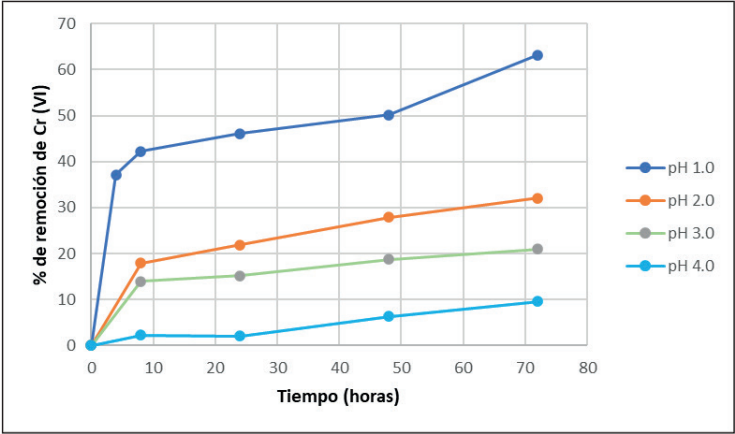
Posteriormente, a diferentes tiempos de incubación, se tomaron alícuotas de 5 mL, removiendo la biomasa por centrifugación a 3 000 rpm (10 min) y al sobrenadante se le determinó la concentración de cromo (VI) en solución, utilizando el método colorimétrico de la difenilcarbazida, que determina la cantidad del metal presente en solución por medio de la producción de una coloración rosa violeta, las muestras se leyeron por duplicado en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm (Greenberg et al., 1992). Todos los experimentos se realizaron mínimo 2 veces y por duplicado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACIÓN Y PH

El tiempo óptimo para la eliminación de 100 mg/L del metal fue de 72 horas, pH 1.0, con 5 g/100 mL del bioadsorbente a 28°C y 100 rpm (Figura 1).

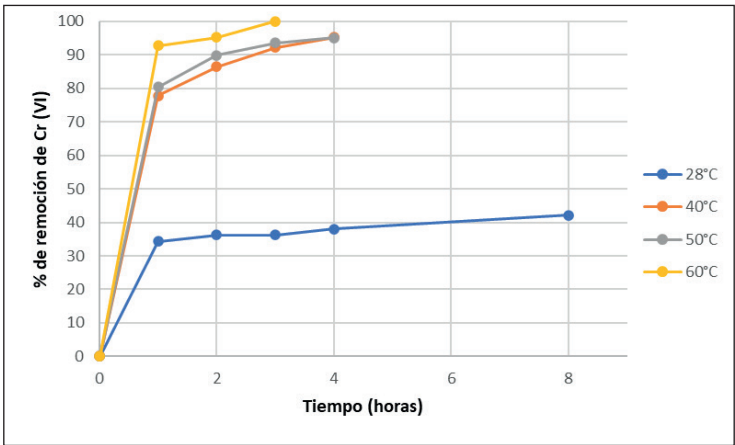
Figura 1. Efecto del tiempo de incubación y pH sobre la remoción de cromo (VI) en solución. 100 mg/L Cr (VI), 100 rpm, 28°C, 5 g biomasa.



3.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA DE INCUBACIÓN

En relación con la temperatura, se observó que a mayor temperatura es mayor la remoción, pues se elimina el 100% del contaminante a las 3 horas a 50°C y 60°C, mientras que a 28°C, la mayor remoción se observa a las 72 horas. (Figura 2)

Figura 2. Efecto de la temperatura de incubación sobre la remoción de cromo (VI). 100 mg/L Cr (VI). pH 1.0. 100 rpm. 10 g de biomasa. 5 h.



3.3. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN INICIAL DEL METAL SOBRE LA ADSORCIÓN DEL MISMO

Con respecto al efecto de diferentes concentraciones del metal en solución, sobre la remoción del mismo, a pH 1.0 con 5 g de biomasa, a 60°C y 100 rpm, se observó que si se aumenta la concentración del metal (200-1000 mg/L), no hay diferencias significativas en la remoción del mismo, aunque se observa una eliminación total a la hora de incubación, con 800 y 1000 mg/L, a 60°C, mientras que con 200-600 mg/L, es mayor el tiempo de incubación (3 horas) (Figura 3). Por otra parte, el aumentar las concentraciones de cromo en la disolución (Figura 3) no se observó un cambio significativo en la remoción del contaminante, y el ajuste a las condiciones químicas adecuadas permitió que la bioacumulación se llevara a cabo en un 100% sin importar la cantidad presente del contaminante en el medio acuoso, sin embargo, se observó que el tiempo de remoción fue menor a altas concentraciones. El aumento de la concentración permite que las biomasas tengan una mayor capacidad de absorber y oxidar del cromo (VI) a cromo (III) (por la formación de un color verde y un precipitado blanco) (Figura 4), ambos mecanismos actúan de forma concomitante para la purificación del medio.

Figura 3.- Efecto de la concentración de cromo (VI) sobre la remoción del mismo. 5 g de biomasa. 100 rpm, pH 1.0. 60°C.

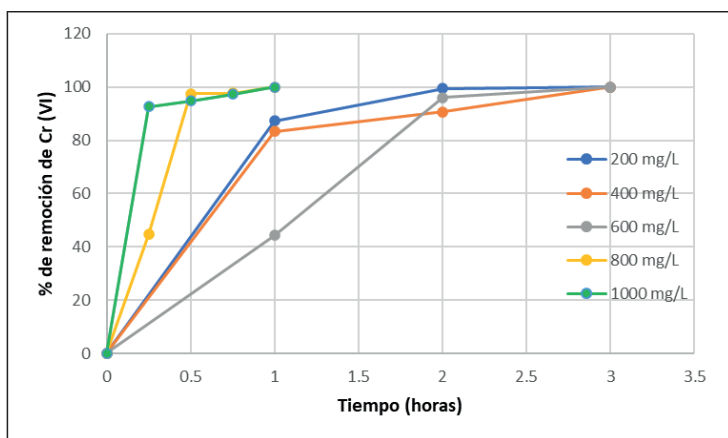
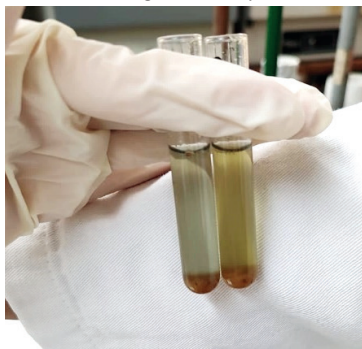


Figura 4. Comparación de dos muestras de solución de cromo con biomasa:

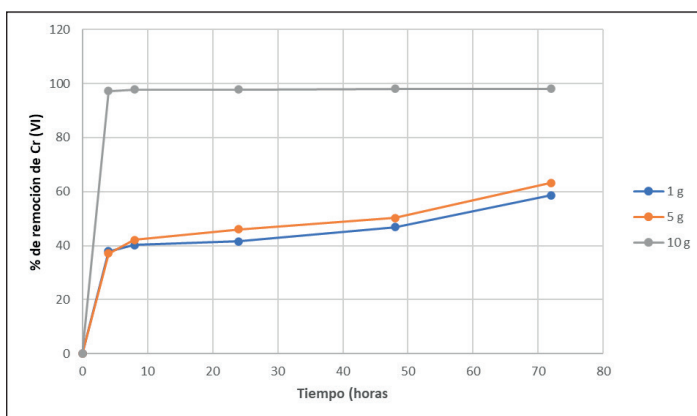


- a) remoción de cromo (VI) y oxidación del elemento a cromo (III), presencia de coloración verde.
- b) Remoción del cromo (VI), solución de coloración amarilla.

3.4. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL BIOADSORBENTE

En la figura 5, se muestra el efecto de la concentración inicial de la biomasa sobre la remoción del metal, encontrando que, si se incrementa la concentración del bioadsorbente, aumenta la remoción del metal, pues con 10 g de biomasa, se observa una eliminación total del metal a las 72 horas, mientras que con 5 g y 1 g de biomasa se obtiene un 65% y 60% de remoción en el mismo tiempo de incubación.

Figura 5.- Efecto de la concentración del bioadsorbente sobre la remoción de cromo (VI). 100 rpm, pH 1.0. 28°C.



3.5. REMOCIÓN DE CROMO (VI) A PARTIR DE RESIDUOS INDUSTRIALES CONTAMINADOS

Se realizó un ensayo de biorremediación de cromo (VI), a partir de agua y suelo contaminados con 100 mg/g de tierra y 100 mg/L de agua contaminada (ambos ajustados), a partir de muestras obtenidas de una tenería de Celaya, Gto, México, utilizando 10 g de la biomasa a analizar, observando que la biomasa elimina el 100% de cromo (VI) presente en tierra y agua contaminadas de manera natural, a los 4 y 12 días de incubación a 28°C (Figuras 6 y 7).

Figure 6. Remoción de cromo (VI) a partir de residuos industriales. 5 g de biomasa. 28°C, 100 rpm, 190 mL de agua contaminada (100 mg Cr (VI)/L, ajustado, pH 6.8).

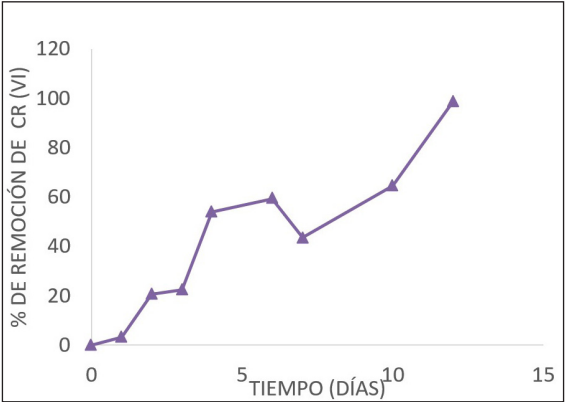
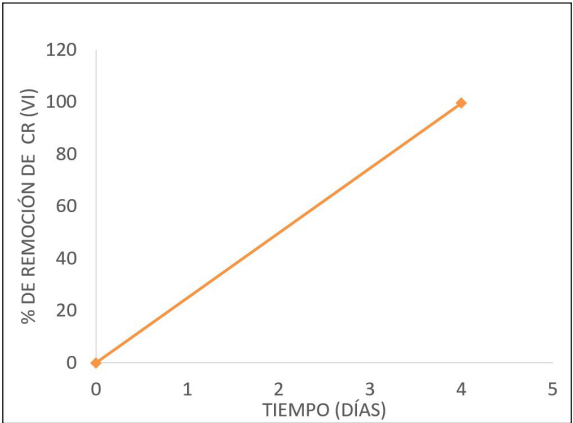


Figure 7.- Remoción de cromo (VI) a partir de residuos industriales. 5 g de biomasa. 28°C, 100 rpm, 180 mL de agua tridesionizada, 10 g de tierra contaminada (100 mg Cr (VI)/g suelo, ajustado, pH 7.2).



Finalmente, en la tabla 1, se muestran los porcentajes de adsorción de Cromo (VI) utilizando diferentes bioadsorbentes.

Tabla 1. Comparación de los porcentajes de remoción de Cromo (VI) con otros bioadsorbentes.

Adsorbente	pH	Capacidad de adsorción (mg/L)	Referencia
Avena sativa	1.0	100	Pacheco et al., 2017
Dioscorea rotundata	2.0	325.88	Villabona et al., 2022
Emblica Officinalis	2.0-3.0	416	Kushwah & Chakra-Borty, 2021
Oriza sativa L.	5.2	94.3	Khalil et al., 2021
Allium cepa L.	1.0	49	Prokopov et al., 2021
Oriza sativa L.	1.0	50	Rodríguez-Pérez et al. 2022
Heinsia crinita	2.0	49.45	Dawodu et al., 2020

<i>Pisum sativum</i>	2.0	5	Kebede et al., 2022
<i>Eichhornia crasipes</i>	1.5	2.5	Ardila-Arias et al., 2022
<i>Nicotiana tabacum</i>	2.0	72	Huerta Velázquez et al., 2024
<i>Saccharum officinarum</i>	1.0	100	Este trabajo

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo, sugieren la potencial aplicabilidad de esta biomasa para la remoción de éste y otros metales pesados de aguas residuales. Sin embargo, la capacidad de remoción puede verse afectada por altas concentraciones de los mismos contaminantes, disminuyendo la capacidad de remoción de dichas biomásas, aunque, actualmente, el uso de biomásas muertas, es una gran alternativa para tratar de eliminar los metales pesados de los diferentes sitios contaminados. Actualmente, el uso de biomásas naturales vivas y/o muertas, ésta es una gran alternativa para tratar de eliminarlos, debido a su bajo costo, gran capacidad de adsorción, fácil accesibilidad y su producción en grandes cantidades.

También, se ha reportado, que la biomasa del bagazo de *S. officinarum* puede acumular eficientemente diferentes metales pesados (Trujillo del Bosque et al., 2021; Sánchez Silva, 2020), pero, hay pocos reportes relacionados con la remoción de contaminantes ambientales por esta biomasa, por lo cual este trabajo es relevante para estudios posteriores para eliminar y mejorar la capacidad de remoción de esta biomasa natural.

5. CONCLUSIONES

La biomasa del bagazo de *S. officinarum*, mostró una buena capacidad de remoción del metal analizado en las condiciones descritas, lo cual sugiere su potencial aplicación para la biorremediación de sitios contaminados con este metal.

REFERENCES

Ardila-Arias A.N., Arriola-Villaseñor E., Álvarez-González W., Hernández-Maldonado J.A. & Barrera-Zapata R. 2022. Aprovechamiento de residuos de *Eichhornia crasipes* para la remoción de Cr (VI) en Aguas simuladas. Revista Politécnica.18(35): 71-83. DOI: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a5>

Boakye P., Ohemeng-Boahen G., Darkwah L., Sokama-Neuyam Y.A., Appiah-Effah E., Oduro-Kwarteng S., Osei B.A., Asilevi P.J. & Woo S.H. 2022. Waste Biomass and Biomaterials Adsorbents for Wastewater Treatment. Green Energy and Environmental Technology. 2022(0): 1-25. <https://doi.org/10.5772/geet.05>

Dawodu F.A., Akpan B.M. & Akpomie K.G. 2020. Sequestered capture and desorption of hexavalent chromium from solution and textile wastewater onto low cost *Heinsia crinita* seed coat biomass. Applied Water Science. 10(1):1-15. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1114-6>

García Luis, M.F., Ramos Arteaga, A., Sánchez Lucio, L.S., Rodríguez Pérez, A., Cárdenas González, J.F. & Acosta Rodríguez, I. 2023. Remoción de cromo (VI) en solución acuosa por la biomasa de la cáscara de sandía (*Citrulus lanatus*). Sociedad Química de México. 255-259. ISSN: 2448-914X. Versión digital. www.sqm.org.mx

González Padilla, M.J., Martínez Rodríguez, C.M., Contreras Briones, D., Navarro Castillo, J.F. & Acosta Rodríguez, I. 2024. Removal of chromium (VI) in solution by the *Mentha piperita* biomass. Journal of Multidisciplinary and Environmental Science and Technology. (JMEST). Vol. 11, No. 11. pp. 16522-16527. January 31. ISSN: 2458-9403. JMESTN42354307. www.jmest.org

Greenberg A.E., Clesceri L.S. & Eaton A.D. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 18th edition. 3.58-3.60.

Gupta B., Mishra A., Singh R. & Thakur I.S. 2021. Fabrication of calcite based biocomposites for catalytic removal of heavy metals from electroplating industrial effluent. Environmental Technology Innovation. 21(101278). 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101278>

Huerta-Velázquez, C.C., Cruz-García, K.B. & Acosta-Rodríguez, I. 2024. Usefulness of the Biomass of Tobacco (*Nicotiana tabacum*) for The Elimination of Chromium (VI) from Polluted Waters. Universal Journal of Green Chemistry. Vol. 2, No. 1. pp. 1-10. 21/02/2024. DOI: <https://doi.org/10.37256/ujgc.2120242220>. <https://ojs.wiserpub.com/index.php/UJGC/>

Ida S. & Eva, T. 2021. Removal of Heavy Metals during Primary Treatment of Municipal Wastewater and Possibilities of Enhanced Removal: A Review. Water. 13 (1121): 1-26. <https://doi.org/10.3390/w13081121>

Kebede A., Kedir K., Melak F. & Girma-Asere T. 2022. Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions Using Biowastes: Tella Residue and Pea (*Pisum sativum*) Seed Shell. Hindawi Scientific World Journal. Vol. 2022, Article ID 7554133, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2022/7554133>

Khalil U., Shakoor M.B., Ali, S., Ahmad S.R., Rizwan M., Alsahli A.A. & Alyemeni M.N. 2021. Selective Removal of Hexavalent Chromium from Wastewater by Rice Husk: Kinetic, Isotherm and Spectroscopic Investigation. Water 13(263): 1-12. <https://doi.org/10.3390/w13030263>

Kushwaha P. & Chakraborty, S. 2021. Removal of Cr(VI) from Synthetic Wastewater by Low Cost Adsorbent Developed from Amla Wood Sawdust (*Embllica officinalis*). International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 10(02): 246-248. <http://www.ijert.org>

Pacheco-Castillo N.C., Cárdenas-González J.F., Moctezuma-Zárate M.G., Martínez-Juárez V.M., Rodríguez-Pérez A. & Acosta Rodríguez I. 2017. Removal of chromium (VI) in aqueous solution by oat biomass (*Avena sativa*). Mexican Journal of Biotechnology. 2(2): 196-205. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2017.2.2.196>

Prokopov T., Nikolova M., Taneva D. & Petkova N. 2022. Removal of Chromium (VI) from aqueous solution by extracted onion processing waste. Studii și Cercetări Științifice Chimie și Inginerie Chimică, Biotehnologii, Industrie Alimentară. 22(4): 399-410. ISSN 1582-540X

Razzak S.A., Faruque M.O., Alsheikh Z., Alsheikhmohamad L., Alkuroud D., Alfayez A., Zakir-Hossain S.M., Mohammad M. & Hossain M.M. 2022. A comprehensive review on conventional and biological-driven heavy metals removal from industrial wastewater. Environmental Advances. 7(1001689): 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100168>

Rodríguez-Pérez A., Pacheco-Castillo N., Tovar-Oviedo J., Martínez-Juárez V.M., Acosta-Rodríguez I., Muñoz-Morales A. & Cárdenas-González J.F. 2022. Remoción de Cromo (VI) en solución acuosa

por la biomasa modificada de la cáscara de arroz (*Oriza sativa* L.). Tecnología y Ciencias del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 13(3): 478-502. DOI: 10.24850/j-tyca-2022-03-10.

Sanchez-Silva, J.M., González-Estrada, R.R., Blancas-Benitez, F.J. & Fonseca-Cantabrana, A. 2020. Utilización de subproductos agroindustriales para la bioadsorción de metales pesados. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 23: 1-18, <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.261>

Sharma P., Pratap-Singh S., Kishor-Parakh S. & Wah-Tong Y. 2022. Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. Bioengineered, 13(3): 4923-4938. <https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2037273>

Trujillo del Bosque, A., Dopico Ramírez, D, León Fernández, V. & Díaz López, C. 2021. Remoción de PB (II) usando meollo del bagazo de la caña de azúcar como biosorbente. Revista Cubana de Química. 1-15.

Villabona-Ortiz A., González-Delgado Á. & Tejada-Tovar C. 2022. Equilibrium, Kinetics and Thermodynamics of Chromium (VI) Adsorption on Inert Biomasses of *Dioscorea rotundata* and *Elaeis guineensis*. Water. 14(844): 1-15. <https://doi.org/10.3390/w14060844>

Zaynab M., Al-Yahyai R., Ameen A., Sharif Y., Ali L., Fatima M., Ali-Khan K. & Li S. 2022. Health and environmental effects of heavy metals. Journal of King Saud University–Science. 34(101653): 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101653>

SOBRE O ORGANIZADOR

Manuel Simões é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; No orcid: 0000-0002-3355-4398

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aguas contaminadas 47, 48, 49, 53

Aguas residuales 37, 44, 52, 53

Aplicación 1, 2, 4, 12, 26, 44, 48, 53, 58

B

Bicapas fosfolipídicas 1

Biomاسas naturales 44, 48, 52

Biorremediación 37, 42, 44, 52, 53

Buenas prácticas clínicas (BPC) 54

C

Cacahuete 47, 48, 49, 50, 52

Caña de azúcar 36, 37, 38, 39, 46

Coordinador de investigación clínica (CRC) 54

Cristalografía de rayos X 77, 80

Cromo (VI) 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Cuidar 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Culture 30

E

Ecophysiology 29, 30

Encapsulación de ingredientes activos 1, 2

Enfermagem 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76

Ensayos clínicos 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61

Estabilidad y biodisponibilidad 1

Estructura del ADN 77, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 90

Ética 54, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75

Etnofarmacología 16, 17

G

Gestión de estudios clínicos 54

I

Inflamación 17, 21

M

Management 29, 30, 34, 55

Medicina Tradicional 16, 17, 26

Melitina tetramérica 1, 4, 8, 9, 11

Mujeres en áreas STEM 77, 87

N

Nanopartículas de PLGA 1, 4, 8, 9, 10, 11, 13

O

Optimization 30

P

Plantas medicinales 16, 17, 18, 26, 28

P. reticulata 29, 30, 32, 33, 34

Principialismo 65, 71

Profesionalización en la investigación 54

R

Remoción 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Rosalind Franklin 77, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 89, 90, 91

S

Salvia purpurea 16, 17, 21, 22, 27, 28

