

IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS AND POROUS MATERIALS

Bogotá D.C., Colombia
16 al 18 de noviembre de 2022

RESÚMENES

Homenaje al
Dr. Francisco Rodríguez Reinoso (q.e.p.d)



UNIVERSIDAD LIBRE
Facultad de Ingenierías - Seccional Barranquilla

Revista

INGENIARE

Año 18 • N.º 33 (Suplemento) noviembre de 2022 • ISSN 2390-0504



IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS
AND POROUS MATERIALS. Memorias

EDICIONES UNIVERSIDAD LIBRE-BARRANQUILLA
Barranquilla, Km 7 Antigua Carretera a Puerto Colombia
www.unilibrebaq.edu.co

Apartado Aéreo 1752 Sede Principal de Barranquilla
Km. 7 antigua carretera a Puerto Colombia
Comunica a todas las dependencias PBX: 57 (605) 367 3800
revistaingeniare@unilibre.edu.co - <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/>
www.unilibrebaq.edu.co



La revista Ingeniare es editada bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Se autoriza la citación, uso y reproducción parcial o total de los contenidos, para lo cual se deberá citar la fuente.



Corrección de estilo: Nayibe Lara

Diseño carátula, diseño y diagramación: Xpress Estudio gráfico y digital

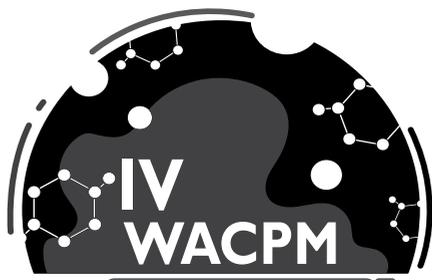
Elaborado en Colombia en los talleres gráficos

de Xpress Estudio gráfico y digital

Revista

INGENIARE

Año 18 • N.º 33 (Suplemento) noviembre de 2022 • ISSN 2390-0504



IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS AND POROUS MATERIALS

**Bogotá D.C., Colombia
16 al 18 de noviembre de 2022**

RESÚMENES

**Homenaje al
Dr. Francisco Rodríguez Reinoso (q.e.p.d)**



DIRECTIVAS

Presidente Nacional: *JORGE ALARCÓN NIÑO*
Rector Nacional: *EDGAR ERNESTO SANDOVAL*
Censor Nacional: *RICARDO ZOPÓ MÉNDEZ*
Director Nacional de Investigaciones: *GABRIEL ARÉVALO RÓBLES*
Presidente Delegado - Rector (e): *BEATRIZ TOVAR CARRASQUILLA*
Director Seccional de Investigaciones: *WENDY ROSALES RADA*
Decano Facultad de Ingeniería: *DIEGO SUERO PÉREZ*

INGENIARE

EDITOR: M.Sc. Ricardo De La Hoz Lara

ASISTENTE EDITORIAL: Stefany Limas de Ávila

COMITÉ EDITORIAL

Ph.D. REYNALDO VELÁZQUEZ ZALDÍVAR
Universidad Óscar Lucero Moya - Holguín, Cuba

Ph.D. LILIA MENDOZA VEGA
Universidad Libre - Seccional Barranquilla

M.Sc. LUIS ORTIZ OSPINO
Universidad Simón Bolívar

M.Sc. GLORIA NARANJO AFRICANO
Universidad del Atlántico

COMITÉ CIENTÍFICO

Ph.D. ARISTIDES BARAYA
Southeastern Louisiana University, USA.

Ph.D. JAIDER VEGA JURADO
Universidad del Norte, Colombia

Ph.D. RICARDO SILVEIRA MARTINS
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Ph.D. RODOLFO GARCÍA FLORES
Commonwealth Scientific and Industrial
Research Organisation – CSIRO, Australia

PhD. CECILIA MONTT VEAS
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Chile

IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS AND POROUS MATERIALS

Editores

Juan Carlos Moreno Piraján jumoreno@uniandes.edu.co
Siby I. Garcés Polo siby.garces@unilibre.edu.co

Coordinación editorial

Stefany Limas de Ávila, coordinacioneditorial.baq@unilibre.edu.co

Comité organizador

Dr. Juan Carlos Moreno Piraján
Profesor Titular (T3) del Departamento
de Química, Universidad de Los Andes

Dra. Rocío Sierra
Profesora Asociada del Departamento de
Ingeniería Química, Universidad de Los Andes

Dr. Fernando Gómez Granados
Profesor Asociado del Departamento de
Química, Universidad Nacional de Colombia

Dra. Liliana Giraldo Gutiérrez
Profesora Titular (D.E.) del Departamento de
Química, Universidad Nacional de Colombia

Dr. Marlón Bastidas
Profesor de Planta del Departamento
de Ingeniería Mecánica,
Universidad de La Guajira

Dra. Paola Rodríguez Estupiñán
Investigadora Postdoctoral,
Universidad del Rosario

Dr. Yesid Murillo Acevedo
Doctor en Ciencias-Química,
Universidad de América

Dra. Siby Garcés Polo
Profesora de la Universidad Libre
Seccional Barranquilla.

Prof. Clara Amaya Mármol
Profesora de la Universidad de la Guajira

Bc.Sc & Bc.En. Diego Felipe Henández Barreto
Estudiante de Doctorado del Departamento
de Química, Universidad de Los Andes

M.Sc. Jose Manuel Martínez Gil
Profesor de la Universidad de la Guajira

M.Sc. Óscar Javier Fonseca
Estudiante de Doctorado del Departamento de
Ingeniería Química, Universidad de los Andes

M.Sc. Diana Cristina Hernández Monje
Candidata a Doctor en Ciencias-Química,
Universidad Nacional de Colombia

Dr. Sergio Alberto Acevedo Corredor
Investigador Postdoctoral Departamento de
Química, Universidad Nacional de Colombia.

Dra. Valentina Bernal Fernández
Investigadora Postdoctoral del Departamento
de Química, Universidad de Los Andes

Dra. Claudia Patricia Amezcua
Universidad del Valle

Comité científico

Dr. Jean Rouquerol
Aix-Marseille Université, Francia

Dr. Celio Loureiro Cavalcante Jr.
Universidade Federal de Ceará, Brasil

Dr. Roberto Leyva Ramos
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Dr. Alessandro Erto
Università Degli Studi di Napoli Federico II, Italia.

Dra. Diana Paola Vargas Delgadillo
Universidad del Tolima. Colombia

Dra. Esmeralda Mendoza Mendoza
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, San Luis Potosí - México

Dr. Guilherme Luiz Dotto
Federal University of Santa Maria, Brazil

Patrocinadores





IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS AND POROUS MATERIALS

— Presentación

Desde hace varios años el Grupo de Investigación en Sólidos Porosos y Calorimetría del Departamento de Química de la Universidad de los Andes (Colombia), ha venido desarrollando una serie de actividades en las cuales han participado distinguidos investigadores a nivel internacional, en áreas como adsorción, catálisis y calorimetría aplicada. Éstas se desarrollaron inicialmente como seminarios y se convirtieron en lo que hace siete años se denominó I jornadas de Adsorción y Materiales porosos que se planificó inicialmente como una actividad nacional y la cual contó con la participación de seis profesores invitados, entre ellos cuatro internacionales.

En este sentido se propuso dar continuidad a este evento gracias al apoyo irrestricto del Departamento de Química y la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, de esta manera se organizaron el II y III *Workshop on Adsorption, Catalysis and Porous Material* (II y III WACPM) cuyo objetivo fundamental continuó siendo reunir a profesores e investigadores de prestigio internacional para compartir sus experiencias y conocimientos con los participantes del evento, además crear espacios de colaboración y continuidad con las existentes.

En esta ocasión, se realizará el IV WACPM, en colaboración con la Universidad de América, Universidad de la Guajira, Universidad Libre de Barranquilla, Universidad Nacional de Colombia, y Universidad del Rosario para promover el espacio de investigación formativa y un encuentro entre científicos, colegas, amigos y estudiantes.

Un hecho importante para el comité organizador de este IV WACPM y, que constituye un reconocimiento a nuestro maestro, es entregar el III premio Francisco Rodríguez Reinoso al mejor trabajo de un investigador joven, que servirá de estímulo a estas investigaciones para que continúen en el camino de la creatividad, innovación y excelencia.

Al doctor Rodríguez Reinoso (q.e.p.d.), un agradecimiento especial por su apoyo, por el tiempo dedicado durante estos años, aporte a la ciencia y por creer en nuestro trabajo.

Deseo agradecer a todos y cada uno de los profesores y estudiantes que han aceptado venir a Colombia, unos por primera vez y otros ya miembros de esta casa; sin ustedes este evento no sería una realidad. Lo más gratificante es lograr reunir una serie de amigos que además son grandes científicos, gracias.

Por último, no puedo dejar pasar la oportunidad de agradecer a todos los colegas que aceptaron ser miembros del comité científico y organizador de este evento.

Juan Carlos Moreno-Piraján

Chairman

IV Workshop on Adsorption, Catalysis and Porous Materials

Full Professor Departamento de Química, Universidad de los Andes

En nombre de las Universidades Organizadoras

Contenido

Plenarias

WC-01	Fascinating scientists in adsorption science: those who struck me.....	16
WC-02	Adsorción de aniones tóxicos en solución acuosa sobre hidróxido doble laminar (HDL).....	18
WC-03	Biochars from butiá wastes for CO ₂ uptake	19
WC-04	El rol de un catalizador y sus centros activos.....	20
WC-05	CO ₂ capture and storage in the naval sector: onboard solutions for possible applications	21
WC-06	Síntesis verde de nanocompuestos de bismuto y su aplicación en adsorción y fotocatalisis.....	23
WC-07	Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from heavy oil streams by adsorption in activated carbons	24
WC-08	Carbones activados como soportes para la inmovilización de enzimas con aplicaciones ambientales y tecnológicas	25

ORAL

WO-01	Membranas de Polixilosano y Organoarcilla para la remoción decromo VI en solución acuosa	28
WO-02	Geopolímeros a base de matacaolín como adsorbentes novedosos para la remoción de contaminantes en agua.....	29
WO-03	Síntesis de nanoesferas de carbono con alto contenido de nitrógeno para la adsorción de plomo en agua.....	30
WO-04	Adsorption by bisphenol A by a granular activated carbon prepared with different silicates as binders	32
WO-05	Síntesis de materiales adsorbentes a partir de restos óseos de pez diablo para la remoción de fluoruros, cadmio y triclosán de soluciones acuosas.....	33
WO-06	Prototipo lego de un panel solar giratorio para comunidades indígenas	35
WO-07	Evaluación experimental de los efectos de residuos de catalizadores (hierro, aluminio, y cloro) en la cinética de degradación de matrices de polipropileno.....	36
WO-08	Evaluación del MOF-5 como material adsorbente para la remoción de Cadmio y Plomo presentes en solución acuosa	37

WO-10	Modificación de la superficie del biochar al contacto con volátiles de pirólisis de biomasa pretratada con ácido fosfórico.....	39
WO-11	Carbones activados obtenidos de la pirólisis de residuos de llantas, pino pátula y eucalipto útiles para la adsorción de CO ₂ . Un estudio comparativo.....	40
WO-12	Cinética de Adsorción de CO ₂ en materiales carbonosos obtenidos de un subproducto de desecho agrícola	42
WO-13	Carbonización hidrotermal de Residuos de Cosecha de la caña de azúcar (RAC): Efecto de la temperatura y la relación agua/RAC sobre el poder calorífico, la combustión y la remoción de metales alcalinos, alcalinotérreos, hierro y cloro.....	43
WO-14	Microesferas de TiO ₂ con recubrimiento de ciclodextrina reticulada de larga durabilidad para la degradación fotocatalítica de bisfenol A	45
WO-15	Efecto de la temperatura de activación, tiempo de residencia y relación de impregnación en la síntesis de carbones activados sobre la capacidad de adsorción del insecticida Lufenuron	46
WO-17	Diseño de Biomateriales basados en <i>P. stutzeri</i> -Materiales del Carbon para la Remoción de Hidrocarburos de Emulsiones de Aceite en Salmuera como propuesta para el tratamiento de aguas producidas	48
WO-18	Dual-Purpose Materials based on Carbon Xerogel Microspheres (CXM) for Delayed-Release of Cannabidiol (CBD) and Subsequent Aflatoxin Removal	49
WO-19	Adsorción de CO ₂ en materiales preparados a partir semilla de guanábana (<i>Annona muricata</i>)	51
WO-20	Síntesis de heterojuntas p-n de BiOI/Bi ₂ WO ₆ y su actividad fotocatalítica con LEDs visibles.....	52
WO-21	Modelo para la determinación de la incidencia del carbón de bajo rango en la conductividad térmica del suelo	54
WO-22	Adsorción multicomponente de fluoruro y As(V) sobre carbonizado de hueso de pez pleco sintetizado en un horno rural.....	55
WO-23	Efecto de la pirólisis lenta en las características texturales del biochar y carbón activado obtenidos a partir de cuesco de palma.	56
WO-24	Síntesis novedosa de heteroestructuras tipo Bi ₂ WO ₆ /BiVO ₄ y su aplicación en la fotodegradación de contaminantes orgánicos en agua	58
WO-25	Modificación química de adsorbentes verdes para mejorar su capacidad de adsorción de plomo de una solución acuosa	59

WO-26	Diseño de materiales basados en celulosa para la remoción de contaminantes emergentes tipo parabeno provenientes de la industria en Manizalez mediante procesos de adsorción	61
WO-28	Uso de carbón activado y <i>Scenedosporium apiospermum</i> en la descontaminación y bioremediación de aguas contaminadas con Paracetamol.....	62
WO-29	Filtro de oxidación catalítica para control ambiental de COVs.....	64
WO-30	Estudio de las características fisicoquímicas del carbonizado de hueso y su interacción con glifosato.....	65
WO-31	Pinturas a base de cal modificadas con materiales carbonosos para la captura y almacenamiento de CO ₂ en zonas urbanas	66
WO-32	Estudio de la adsorción de carotenos presentes en el aceite de palma sobre una arcilla de origen colombiano activada mediante tratamiento ácido.....	67
WO-33	Evaluación de la entalpía de inmersión de carbones activados en mezclas binarias de benceno, tolueno, ciclohexano y hexano	68
WO-34	Modificación térmica de materiales tipo MOF mediante método de microondas y presión autógena.....	70
WO-35	Evaluación de la refrigeración solar por adsorción bajo condiciones climáticas de La Guajira	71
WO-36	Almacenamiento de dióxido de carbono (CO ₂) y metano (CH ₄) en carbones activados derivados de la cáscara de coco en Riohacha, La Guajira.....	72
WO-37	Adsorción de tetraciclina en solución acuosa sobre paligorskita natural.....	73
WO-38	Activación de materiales de carbón con CO ₂ para la adsorción de ampicilina en solución acuosa.....	74
WO-39	Adsorción de Cadmio (II) en solución acuosa sobre hidrocarbonizado de lirio acuático modificado con ácido cítrico	76
WO-40	Adsorción de clorfenamina sobre carbones activados comerciales.....	77
WO-41	Equilibrio de adsorción de Cadmio (II) en solución acuosa sobre microesferas de xerogeles orgánicos con sepiolita y vermiculita	79
WO-42	Eliminación de sulfametoxazol y diclofenaco en solución acuosa sobre una organobentonita preparada con bromuro de hexadeciltrimetilamonio	80
WO-44	Preparación de carbón activado a partir de cáscara de nuez de marañón por activación química. Caracterización física y química.	82

WO-45	Carbón Activado para almacenamiento de Hidrógeno. Optimización de condiciones de preparación	83
WO-46	Efecto de los Iones y pH en las ftalocianinas de fe durante la reacción de reducción de oxígeno	84
WO-47	Entalpía isostérica de adsorción de CO ₂ : efecto de la curvatura y la química superficial de materiales SBA-15	85
WO-48	Evaluación de las condiciones para una adecuada amino- funcionalización de materiales SBA-15 con APTES	87
WO-49	Remoción de NO ₃ ⁻ a través de biomateriales sintetizados a partir de quitosano y cáscara de naranja.....	89
WO-50	Optimización de la extracción química a escala piloto del quitosano a partir de los desecho de camarón para su uso como coagulante natural	90
WO-51	Efecto de la porosidad y química superficial en la adsorción de surfactantes.....	91
WO-53	Desarrollo de nanodetectores novedosos en fluidos de perforación para la identificación de la contribución de diferentes zonas productoras en yacimientos de carbonato naturalmente fracturados: del laboratorio a implementación a nivel de campo.....	93
WO-54	Caracterización estructural rápida y precisa de catalizadores y soportes de catalizadores mediante adsorción de gas	94
WO-55	Set-up and operating of a new Vacuum Pressure Swing Adsorption lab-scale plant for biogas upgrading	95
WO-56	Oportunidades de almacenamiento de hidrógeno en diversos materiales: una revisión de literatura.....	96
WO-57	Adsorción dinámica de CO ₂ en carbones activados con diferentes propiedades fisicoquímicas.....	97

POSTER

WP-01	Evaluación de la pirólisis de desecho de discos compactos (CDs) en atmósfera de CO ₂ para la obtención de combustible líquido	100
WP-02	Bioacumulación de arsénico (As) en <i>Oreochromis</i> sp, <i>Prochilodus magdalenae</i> , <i>Istiophorus platypterus</i> , <i>Coryphaena hippuru</i> y <i>Micropogonias furnieri</i>	101
WP-03	Depuración de aguas superficiales y aguas subterráneas de los municipios de Santa Catalina y Morales (Bolívar) contaminadas con metales pesados usando biocarbones sintetizados a partir de escamas de pescado	103

WP-04	Bioacumulación de plomo en algunas especies ícticas del caribe colombiano: una revisión	104
WP-06	Síntesis de carbones a partir del residuo del tequila para la obtención de baterías Li-S	106
WP-07	Carbones activados mesoporosos para adsorción de compuestos orgánicos e inorgánicos en solución acuosa.....	107
WP-09	Remoción de cadmio y plomo por biomasa de <i>Sargassum</i> spp. en disolución acuosa	109
WP-10	Evaluación de las propiedades de capacitancia de películas de polipirrol-porfirina modificadas con puntos de carbono.....	110
WP-11	Conceptualización de un sistema de climatización por adsorción con fuente de energía solar en Uniguajira.....	112
WP-12	Remoción de Pb(II) en solución acuosa sobre biomasa de jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	113
WP-13	Materiales carbonosos para la remoción de glifosato desde solución acuosa	114
WP-14	Seguimiento de la adsorción de plomo sobre <i>Spirulina maxima</i> con voltametría cíclica	115
WP-15	Síntesis electroquímica de películas de Polipirrol/La(OH) ₃ y estudio de sus propiedades como capacitor electroquímico.....	117
WP-16	Preparación y caracterización de carbones activados con KOH a partir de biochar obtenido de cáscaras de nuez de marañón..	118
WP-17	Valorización de residuos de eucalipto y palma a través de la pirolisis rápida para la generación de biocombustibles.....	119
WP-18	Determinación del análisis próximo de diferentes precursores lignocelulósicos para ser utilizados en un gasificador de lecho móvil	121
WP-19	Evaluación del área superficial de carbones activados obtenidos a partir de cáscara de Mangostino con activación física, química ácida y química alcalina.....	122
WP-20	Remoción de Pb(II) en agua utilizando fibras de PCL con partículas de hueso y carbonizado obtenidas por electrohilado.....	123
WP-21	Evaluación del potencial agroindustrial y energético de los posibles productos obtenidos en la transformación de desecho lignocelulósicos generados en el departamento de La Guajira	125
WP-22	Adsorción de contaminantes emergentes usando carbón activado derivado de neumáticos de desecho.....	126
WP-25	Adsorción de CO ₂ en carbones activados provenientes de copirólisis de desechos lignocelulósicos del género <i>Musa</i>	128

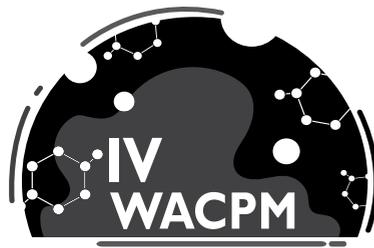
WP-27	Efecto del pH en la adsorción de cafeína sobre una arcilla modificada con HDTMA	129
WP-28	Elementos constructivos elaborados a partir de Eichhornia crassipes y Synechococcus	130
WP-34	Mecanismos de biocrystalización de sales por crustáceos.....	132
WP-35	Biofiltros de <i>Azadirachta indica</i> ; a.juss (Neem), como tecnología alternativa como tecnología alternativa para captura de CO ₂ atmosférico	133
WP-37	Producción de biogás verde a partir de biocarbones sintetizados por desechos alimenticios domiciliarios.....	134
WP-38	Evaluación de la producción de oxígeno y compensación de CO ₂ a partir del uso de bioabono generados por la transformación de mezclas de desechos lignocelulósicos.....	135
WP-39	Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de bioetanol.....	136
WP-40	Preparación y caracterización de carbones activados a partir de biochar obtenido de cascara de nuez de marañón.....	138
WP-43	Tecnología de producción de biodiesel in-situ.....	139
WP-44	Evaluación de hidrotalcitas Mg-Al dopada con(v3+) en la de producción de biodiesel a partir aceite de palma africana	140
WP-45	Obtención de Biodiésel mediante el método del Codisolventes	142
WP-49	Producción de biodiesel por tecnología de mezclador inmóvil.....	143
WP-50	Caracterización del carbón activado obtenido de la cáscara de coco como matriz apropiada para la captura de dióxido de carbono (CO ₂)	144
WP-51	Evaluación del proceso de obtención de diesel renovable a partir de aceite de palma africana del departamento del César.....	145
WP-52	Análisis de errores estadísticos de modelos no lineales aplicados a procesos cinéticos de adsorción: Espectroscopia UV-Vis vs. Absorción Atómica.....	146
WP-54	Selección de un catalizador heterogéneo para la producción de biodiesel a partir de la grasa de caprino (<i>Capra aegagrus hircus</i>)”	148
WP-55	Síntesis y caracterización de espumas de carbono a base de resinas fenólicas de tipo resol y novolaca, para adsorción de CO ₂ a baja presión.....	149
WP-56	Entalpias de Interacción entre glifosato y biocarbón obtenidos a partir de tusa de maíz por activación química	150
WP-57	Síntesis de ligandos tipo sales de bis-imidazolio como organocatalizadores para la activación de CO ₂ y epóxidos.....	152



Revista

INGENIARE

Año 18 • N.º 33 (Suplemento) noviembre de 2022 • Barranquilla - Colombia • ISSN 2390-0504



PLENARIAS

WC
01

Fascinating scientists in adsorption science: those who struck me

Jean Rouquerol¹

E-mail: Jean.rouquerol@orange.fr

In this talk, I would essentially like to share my pleasure in working in adsorption science and to explain how it was due, in great part, to a number of scientists who had been either inventive, or inspiring (or lucky!).

I shall therefore mention hereafter those who struck me personally and try to draw those teachings that are still useful to-day. This approach explains that I must apologize for skipping, in this talk of limited length, a number of famous scientists who also efficiently advanced adsorption science. Each of them brought his brick to the building.

First of all, **Antoine Lavoisier**, the father of calorimetry (an important means for understanding adsorption), and also of modern chemistry and of chemical nomenclature.

Then **Pierre-Antoine Favre**, our first professor of chemistry in Marseille Faculty of Science, who was also the first and sole, from 1850 to 1870, to measure heats of vapour adsorption, with the objective of understanding how «solid bodies are wetted by gases» by comparing heats of adsorption with heats of liquefaction.

The great **Josiah-Willard Gibbs**, the father of the rule of phases, of statistical thermodynamics and of the fictional «Gibbs Dividing Surface» (GDS), a basic concept for accurately reporting adsorption data. Incidentally, I shall stress the conditions to be fulfilled in order to draw the best from this concept that is especially useful for high-pressure adsorption experiments.

James Dewar, the well-known inventor of the silver coating on the walls of the d'Arsonval vacuum double-walled flask, who also invented a nice liquid air calorimeter that I always considered as a model of balance and beauty.

Stephen Brunauer, the main father of the «BET» method for surface area determination. The method was steadily criticized from its beginning (1938) because of its simplicity and approximation... but we should admit that, still to-day, no other is able to surpass it in generality and usefulness.

Edouard Calvet, the enthusiastic co-developer, in Marseille, of the Tian-Calvet heat-flowmeter microcalorimeter, who was at the origin of my interest for adsorption calorimetry and for developing the only low-temperature adsorption calorimeter operating to-day isothermally at 77 and 87 K.

¹ Aix-Marseille University-CNRS, Madirel Laboratory, Marseille, France

Andrej V. Kiselev, whose experiments, in Lomonosov University (Moscow), were first of immersion calorimetry of charcoals, then of gas adsorption calorimetry on graphitized carbon black and who progressively extended his techniques and understanding of adsorption at a very high level.

Douglas Everett, who got his PhD during the 2nd world war after 2-year work on respirator charcoals and later developed in Bristol (UK) a renowned research group on surface chemistry and colloid science. His calculations of enhanced adsorptive-adsorbent interaction in micropores gave me the key for interpreting the enthalpy of immersion of carbons into organic liquids and derive the surface area actually accessible to the liquid.

John Gregg, a «modest lover» of adsorption and surface chemistry of solids, who, in Exeter (UK) selected and advised brilliant people like Ken Sing and David Dollimore, his first two students. He had also started with adsorption calorimetry (with an ice Bunsen calorimeter) and produced excellent text-books on surface chemistry and adsorption.

Ken Sing, with whom we had a 48-year collaboration in research (exchanging ideas and students), conference organization (COPS) or text-books and who, through his life, choices and way of living continuously expressed that scientific research is one of the most rewarding human activities, especially when fairly and friendly shared with colleagues from all over the world.

Klaus Unger, a great expert of chromatography and controlled-porosity silicas, and also an outstanding adviser, coach and eventually friend for nearly one hundred students who prepared a PhD under his supervision. For him (like Georgio Zgrablich in Argentina) a warm friendship was the first condition for scientists to efficiently work together.

Françoise Rouquerol, (I am sorry that she is the only woman in my list! Things would fortunately be different if I would start my career now...) who convinced me to join her for a PhD in the Sorbonne Catalysis Laboratory in Paris (instead of the Electrochemistry Laboratory) and who was the main author of the «Rouquerol criteria» in use for standardizing the application of the BET method.

Francisco Rodriguez Reinoso, whom we honour in this meeting. He magnificently continued and broadly extended the task initiated by Juan de Dios López González, that was to introduce adsorption studies in the Hispanic world... and to bring them to the international level, which was totally achieved, and who paid a special attention to the properties of N° 1 adsorbent of all times, active carbon.

Finally, all scientists above were clever, hard-workers and brought adsorption science one step further. Above that, most of them, as I shall illustrate, had a strong modesty and fairness that, most fortunately, did not prevent them from being recognized for their contribution to adsorption science. And I have of course a special sympathy for those who considered that friendship was a prerequisite for fruitful scientific collaboration and who did their best to develop it, above the borders, in our adsorption community.

Adsorción de aniones tóxicos en solución acuosa sobre hidróxido doble laminar (HDL)

Dr. Roberto Leyva-Ramos¹

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

El Hidróxido Doble Laminar (HDL) es un nanomaterial laminar con estructura similar a la de una brucita, $Mg(OH)_2$, y está constituido por láminas de Mg coordinadas octaédricamente por hidroxilos. Las estructuras laminares de la brucita y el HDL se muestran en la *Figura 1*.

La fórmula química del HDL es $M_3^+M_2^+(OH)_6An_x$, donde M^{3+} y M^{2+} representan los metales trivalentes y divalentes, respectivamente, An^- corresponde a los aniones interlaminares y x es el cociente molar de $M^{3+}/(M^{3+} + M^{2+})$. El HDL está conformado por láminas coordinadas octaédricamente de grupos OH^- con metales trivalentes (Al^{3+} , Fe^{3+} , Co^{3+} , Ga^{3+}) y divalentes (Mg^{2+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}). La incorporación de los cationes M^{3+} en las láminas octaédricas ocasiona una descompensación de carga en las láminas octaédricas, que puede ser balanceada con aniones localizados entre las láminas. Estos aniones interlaminares pueden ser CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , OH^- , NO_3^- y NO_2^- , y se pueden intercambiar por otros aniones en solución acuosa. La versatilidad del HDL para aplicarse en la eliminación de contaminantes aniónicos en medio acuoso se debe principalmente a su estructura laminar, la combinación de los cationes metálicos M^{3+} y M^{2+} y propiedades de textura. El HDL se han utilizado como adsorbente para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos en agua y presenta elevada capacidad para adsorber oxoaniones de selenio, arsénico, cromo, fósforo, boro y uranio (VI) y los aniones de nitrato, fluoruro, cloruro, yoduro y bromuro. Adicionalmente, se ha estudia-

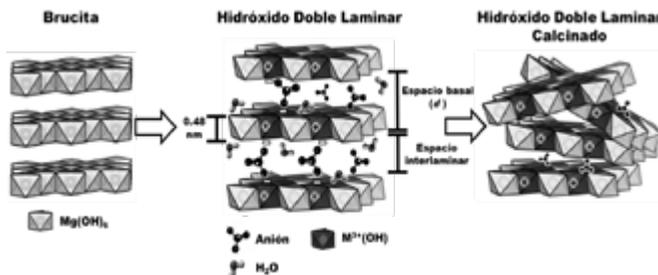


Figura 1. Ilustración de la brucita, HDL y HDL calcinado.

Fuente: Elaboración propia.

¹ Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, FCQ, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M. Nava No 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP 78210, México

do la adsorción de compuestos fenólicos, fármacos, colorantes, plaguicidas y tensioactivos. Es importante mencionar que la capacidad de adsorción del HDL se promueve por calcinación y el HDL calcinado presenta mayor capacidad para adsorber una amplia gama de contaminantes. Este incremento de la capacidad de adsorción se atribuye a su propiedad de reconstrucción o efecto memoria. La calcinación ocasiona un incremento de sus propiedades de textura y la reducción de los aniones interlaminares o intercambiables. Esto último, ocasiona que el HDL calcinado presente mayor capacidad para adsorber aniones en solución acuosa que el HDL sin calcinar.

WC
03

Biochars from butiá wastes for CO₂ uptake

Guilherme Luiz Dotto¹ & Isaac dos Santos Nunes¹

E-mail de correspondencia: guilherme_dotto@yahoo.com.br

This work intended to valorize butiá pomace (*Butia capitata*) using pyrolysis. Different fractions of the pomace, like fibers, endocarps, almonds, and deoiled almonds, were characterized and submitted to pyrolysis at 700 °C. After pyrolysis, gas, bio-oil, and biochar fractions were collected and characterized, being the solid (biochar) applied to uptake CO₂ (Figure 1). The results revealed that biochar, bio-oil, and gas yields depended on the type of pomace fraction (fibers, endocarps, almonds, and deoiled almonds). The higher bio-oil yield was obtained by almonds (72.1 %), while the higher gas yield was produced by deoiled almonds (50.5 %). On the other hand, the higher biochar yield was obtained by endocarps (31.9 %). Besides, the generated gas fraction at 700 °C presented an H₂ content higher than 80 % regardless of the butiá fraction used as raw material. The biochars, in turn, presented surface areas reaching 220.4 m² g⁻¹ and a good potential to uptake CO₂. For instance, the endocarp-derived biochar presented a CO₂ adsorption capacity of 66.43 mg g⁻¹ at 25 °C and 1 bar, showing that this material could be an effective adsorbent to capture this greenhouse gas. Furthermore, this capacity was maintained for 5 cycles. The results highlighted that pyrolysis could provide a green solution for butiá agro-industrial wastes, generating H₂ and an adsorbent for CO₂.

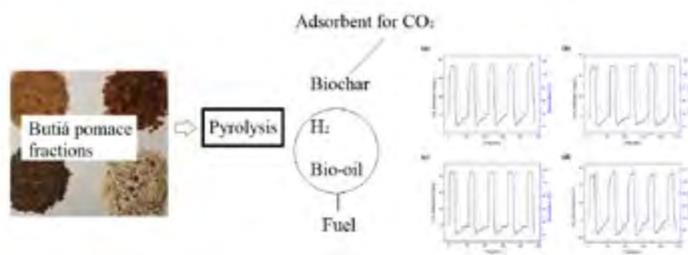


Figure 1. Scheme of the Butiá wastes valorization.

Fuente: Elaboración propia.

El rol de un catalizador y sus centros activos

Simón Yunes
Micromeritics

E-mail de correspondencia: simon.yunes@micromeritics.com

La ciencia hoy día y en especial la catálisis, tiene un impacto directo en la economía mundial y sobre todo en el medio ambiente energético, lo cual afecta de una manera muy positiva nuestro ecosistema ambiental. El catalizador, durante su vida activa, debe seguir un protocolo muy estricto para lograr el objetivo por el cual fue diseñado. La caracterización tanto física como química del ente catalítico, son etapas obligatorias a llevarse a cabo previo a cualquier reacción. En este trabajo se presentan varios pasos a seguir de manera de conocer las propiedades del catalizador y predecir tanto su actividad como su selectividad en una reacción determinada. El inicio de todas las etapas comienza con el conocimiento de las propiedades texturales y estructurales el soporte elegido para la preparación del catalizador. El área superficial por ejemplo del soporte, indica la facilidad de cargar ciertos elementos metálicos, a veces, que formarán la fase activa y asegurar la dispersión y disponibilidad de éstos a interactuar con las moléculas reactantes y así producir el producto deseado. Por otra parte, el tamaño de los poros del soporte también juega un papel no menos impor-



Esquema de un catalizador durante la reacción

Figura 1. Esquema de un catalizador durante la evaluación.

Fuente: *Elaboración propia.*

tante que el primero; estos actúan como un tamiz que permiten la difusión de las moléculas del reactante hacia la fase activa que normalmente se encuentra dispersa dentro de ellos en el soporte. Por otra parte, conocer las propiedades químicas del catalizador, es otro objetivo a lograr previo a la reacción. Cabe destacar la técnica de Reducción a Temperatura Programable (RTP) entre muchas otras técnicas, que predicen la estabilidad y dispersión de la fase activa durante la reacción y alargar la vida activa del catalizador. Estas mismas técnicas deben ser la guía a seguir antes de cualquier reacción catalítica como luego de la desactivación del catalizador. Es de suma importancia elucidar las causas que han provocado la desactivación del catalizador, de manera de poder controlar las condiciones a las cuales se llevará a cabo la reacción para evitar la pronta desactivación y así alargar la vida activa del catalizador.

Por tanto, esta presentación revelará algunas de las técnicas disponibles a realizar durante tan importante proceso de estudio de las propiedades de cualquier catalizador, tanto previo a la reacción como luego de la desactivación de éste.

WC
05

CO₂ capture and storage in the naval sector: onboard solutions for possible applications

Alessandro Erto¹

E-mail de correspondencia: aleserto@unina.it

The widespread concern for climate change related to Greenhouse Gas (GHG) emissions from both stationary and mobile sources has recently also involved the maritime sector. Main GHG shipboard emissions include Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Black Carbon (BC) and Dinitrogen Oxide (N₂O), CO₂ having the greatest global warming potential and climate impact in terms of emission amounts. According to the third International Maritime Organization (IMO) greenhouse gas study [1], international shipping contributes with approximately 2.4% of global anthropogenic GHG emissions; due to the increasing importance of maritime transportation in the global economy, this share is expected to increase until 17% in the next future in absence of adequate countermeasures [2]. At date, however, regulations for atmospheric emission control are related only

¹ Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università di Napoli "Federico II", P.le Tecchio 80, 80125 Napoli, Italia

to SO_x and NO_x (MARPOL 73/78- Annex VI, Prevention of air pollution from ships) [1].

For GHG emissions, in 2018 IMO has proposed at least a 50% reduction of the annual emissions from shipping sector by 2050 compared to 2008 levels [1].

In this scenario, Carbon Capture and Storage approaches may give a relevant contribution to the decarbonization of shipping [8]. Many different CO₂ capture technologies have been developed for stationary sources, among those post-combustion processes seem to be the most promising approach for a near-term emissions mitigation based on plants retro-fitting [3,4]. On contrary, few options for post-combustion CO₂ capture from exhaust gases have been proposed for naval applications so far. The main obstacles for onboard implementation of such systems are mainly related to size and weight, for the well-known space limitations of vessels, which may lead to non-negligible increases in ship construction and operational costs; hence, the individuation of an efficient and optimized CO₂ capture technology is still ongoing.

A possible option is the use of solid sorbents based on cyclic CO₂ capture/regeneration processes [3].

Among the large variety of sorbents currently available, chemically reactive alkali metal carbonates, such as the harmless, largely available and cost effective Potassium Carbonate (K₂CO₃), are able to convert CO₂ into bicarbonates under humid conditions and temperatures below 100 °C [3]. The reaction can be easily reverted with exposure to temperatures lower than 200 °C [3], so that the sorbent can be regenerated and reutilized after separation of concentrated CO₂.

References

1. (2017). *Transportation Research Part D: Transport and Environment* (Part A), 4
2. International Maritime Organization (IMO), (2017). International Convention for the prevention of Pollution from Ships (MARPOL). International Maritime Organization [Online]. [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
3. Rehmatulla, N., Calleya, J., Smith, T., (2017). The implementation of technical energy efficiency and CO₂ emission reduction measures in shipping, *Ocean Engineering* 139:184-197 . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801817302160>
4. Shi, Y., (2016) Reducing greenhouse gas emissions from international shipping: Is it time to consider market-based measures? *Marine Policy* 64: 23-134. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X15003541>

Síntesis verde de nanocompuestos de bismuto y su aplicación en adsorción y fotocatalisis

Esmeralda Mendoza Mendoza¹

E-mail de correspondencia: esmeralda.mendoza@uaslp.mx

La investigación que se realiza actualmente en el área de síntesis de nanomateriales dirige esfuerzos sólidos y trascendentes al diseño de técnicas sencillas, eficaces, económicas, versátiles, de alto rendimiento químico, de temperatura ambiente o moderada, etc., que permitan el control y satisfagan las propiedades fisicoquímicas para determinada aplicación. Aunado a lo cual, existe la motivación progresiva relacionada con la búsqueda e implementación de metodologías viables y responsables con el medio ambiente, denominadas *Rutas de Química Verde (Green Chemistry Routes)*. Este tipo de rutas permiten la obtención de nanocompuestos con propiedades similares o superiores a sus análogos obtenidos por metodologías más complejas.

En esta plática se presentará el diseño e implementación de protocolos de síntesis sencillos y verdes, que se emplearon con éxito en la preparación de diversos nanocompuestos de bismuto (BiOI , BiVO_4 y Bi_2WO_6) prístinos y decorados con grafeno y/o plata con aplicaciones en adsorción y fotocatalisis. Tales nanocompuestos mostraron propiedades sobresalientes en la adsorción y degradación de diferentes contaminantes orgánicos (colorantes y fármacos), inactivación de microorganismos (*E. coli*) en soluciones acuosas y producción de hidrógeno (H_2). La fotoactivación de los nanocompuestos se realizó con lámparas de muy baja potencia y basadas en LEDs (Light Emitting Diodes), que representa una tecnología poco utilizada y altamente viable en fotocatalisis.

¹ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6 Zona Universitaria Poniente CP. 78210 San Luis Potosí.

WC
07

Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from heavy oil streams by adsorption in activated carbons

Francisco Murilo Tavares Luna¹
Diana Cristina Silva de Azevedo
Célio L. Cavalcante Jr.
E-mail: celio@gpsa.ufc.br

Activated carbon is a worldwide used adsorbent because of its intrinsic porous structure, adsorption capacity, and surface chemical composition. Some advantages such as low-energy demand, possibility of adsorbent regeneration, broad availability of adsorbents and possibility of adsorption from the liquid phase on activated carbons make this an interesting field of research. Activated carbons may be used for separation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Heavy Mineral Oils (HMO). The assessment of PAHs content is important for evaluating commercial products from heavy oil processing, especially those most likely to cause environmental impacts. In this way, batch and column experiments could be performed to obtain fundamental data and process parameters for PAHs removal processes, which may be easily scaled up using the methodology herewith outlined. Experimental data and simulation models for adsorption of PAHs from synthetic mixtures and commercial heavy oil samples using activated carbons will be discussed in terms of fluid-particle phenomena and continuous processes in adsorption columns.

¹ Grupo de Pesquisas em Separações por Adsorção (GPSA), Departamento de Engenharia Química (DEQ), Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, bl. 709. 60760-400 – Fortaleza, CE, Brazil

Carbones activados como soportes para la inmovilización de enzimas con aplicaciones ambientales y tecnológicas

Diana Paola Vargas Delgadillo

Luis Oveimar Barbosa Jaimes¹

E-mail de correspondencia: dppvargasd@ut.edu.co

Los carbones activados son materiales porosos que, gracias a sus propiedades y versatilidad, han sido utilizados en procesos de descontaminación ambiental mostrando eficiencia en la adsorción de diferentes sustancias [1], así mismo se han empleado en aplicaciones tecnológicas de importancia mundial, tales como: el almacenamiento de gases de interés energético, electrodos para supercondensadores, remoción de olores y sabores indeseados en la industria de alimentos y bebidas, liberación controlada de medicamentos, procesos de desintoxicación en humanos, entre otros. Si bien su uso como adsorbentes directos es de gran interés científico, diferentes estudios han demostrado que estos materiales presentan propiedades estructurales, texturales y químicas que los convierten en soportes ideales de catalizadores químicos y biológicos como las enzimas [3].

Las enzimas catalizan diferentes procesos de biotransformación. Son eficientes, versátiles, amigables con el medio ambiente, y presentan quimio, estéreo y regio selectividad y especificidad. Entre el gran número de enzimas existentes, se destacan las peroxidasas por la eficiencia catalítica que exhiben en la degradación de colorantes y las lipasas, por su versatilidad a la hora de catalizar una gran variedad de reacciones químicas, entre ellas la transesterificación para la generación de biodiésel.

Sin embargo, a pesar de las interesantes propiedades que exhiben las enzimas como posibles catalizadores industriales, su aplicación en procesos de relevancia es limitado, debido a la baja estabilidad que tienen en condiciones drásticas o extremas (pH, temperatura y solventes orgánicos) de reacción y a la elevada solubilidad en medios acuosos que dificultan su recuperación del medio de reacción. De allí, que en las últimas dos décadas se haya publicado un importante número de artículos científicos relacionados con la búsqueda de estrategias para la estabilización de enzimas, entre las que se cuenta la inmovili-

¹ Dpto. de Química, Grupo de investigación en materiales porosos con aplicaciones ambientales y tecnológicas (GIMPOAT), Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta Cl 42 1-02. Ibagué, 730006299, Colombia.

zación enzimática sobre una gran variedad de soportes de diferente naturaleza físico-química [3].

Si bien, se han empleado un gran número de matrices para la inmovilización de enzimas desde el punto de vista económico, tienen en común su elevado costo comercial, razón por la cual se hace necesaria la búsqueda de materiales que presenten una alternativa frente a soportes convencionales de elevado valor, en este sentido los carbones activados pueden convertirse en una opción viable para mejorar las limitaciones de las enzimas, aprovechando las propiedades de estos sólidos carbonosos y la facilidad de producirlos, usando como precursores residuos agrícolas.

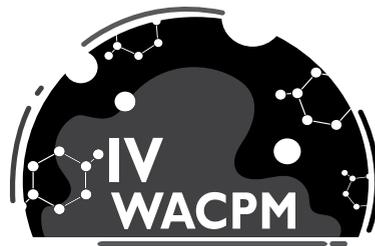
De acuerdo con lo anterior, resulta interesante presentar en el marco del IV *Workshop on Adsorption, Catalysis and Porous Materials*, algunos estudios que se han desarrollado en el grupo de investigación GIMPOAT de la Universidad del Tolima, en torno a la inmovilización de peroxidasas y lipasas sobre carbones activados, preparados a partir de residuos agrícolas, dando origen a biocatalizadores que se han empleado en la degradación de sustancias contaminantes y en la síntesis de biodiésel.

Referencias

1. Azam, K., Shezad, N., Shafiq, I., Akhter, P., Akhtar, F., Jamil, F., Shafique, S., Park, Y.K., Hussain, M (2022). A review on activated carbon modifications for the treatment of wastewater containing anionic dyes. *Chemosphere*, 306:135566. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135566.
2. Bijoy, G., Rajeev, R., Benny, L., Jose, S., Varghese A (2022). Enzyme immobilization on biomass-derived carbon materials as a sustainable approach towards environmental applications. *Chemosphere*, 307, (Part 1):135759. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135759.
3. Feng S., Hao Ngo H., Guo, W., Chang, S.W., Nguyen D.D., Cheng, D., Varjanie, S., Leif, Z., Liug Y. (2021). Roles and applications of enzymes for resistant pollutants removal in wastewater treatment. *Bioresource Technology*. 335, 125278. doi: 10.1016/j.biortech.2021.125278.

Agradecimientos

A la Universidad del Tolima por la financiación a proyectos de investigación desde la Vicerrectoría de Investigación-Creación, Innovación, Extensión y Proyección Social de la institución.



ORAL

Membranas de Polixilosano y Organoarcilla para la remoción de cromo VI en solución acuosa

K. Y. Álvarez-Rivera¹

A.P. Montiel-Carrillo¹

A. Jacobo-Azuara¹

G. González-Guerra¹

D. Rocha-Amador²

R. Rodríguez-Pérez¹

E-mail de correspondencia: aazuara@ugto.mx

El desarrollo de nuevos materiales para su aplicación en procesos de remediación ambiental se ha ido desarrollando en los últimos años, entre los materiales que han despertado interés en la academia y en el área tecnológica, se encuentran los materiales híbridos los cuales se caracterizan por tener diversas aplicaciones dadas sus características fisicoquímicas debido a la sinergia de la fase orgánica y la fase inorgánica o de nanoestructura. En este trabajo se sintetizó un ionómero a partir de la hibridación de un polisiloxano y una organoarcilla catiónica [1, 2] mediante un proceso de policondensación, obteniéndose una Membrana Híbrida (MH). Entre las principales ventajas del material son: su alta estabilidad térmica y química a temperaturas moderadas, su robustez en medios ácidos, alcalinos, oxidantes o reductores, la capacidad de intercambio iónico, entre otras. Estas características fisicoquímicas pueden ser utilizadas en procesos de remediación ambiental para la eliminación de compuestos tóxicos en agua, mediante procesos como la adsorción. En este trabajo se utilizaron las membranas híbridas para remover Cromo VI en agua, mediante un proceso de equilibrio Batch a temperatura ambiente y en un intervalo de pH entre 2 y 10. Las pruebas de cinética de adsorción se realizaron a concentraciones iniciales de 20, 50 y 100 ppm a $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y pH ácido. Los datos experimentales de equilibrio y cinética de adsorción fueron interpretados satisfactoriamente con el modelo de la isoterma de Langmuir y el modelo de pseudosegundo orden, respectivamente. La máxima capacidad de adsorción de las MH's fue de 48 mg/g para pH = 4 y de 23 mg/g a pH = 10. El porcentaje de remoción osciló entre el 85 y 97 %. Las pruebas de TGA mostraron la presencia del polímero y del surfactante catiónico a temperaturas entre 250 a 650 $^{\circ}\text{C}$, los resultados de DRX muestran que no hay modificación en el espacio basal de la estructura laminar de la arcilla. Las pruebas termodinámicas se realizaron en un intervalo de temperatura entre 15 y 45 $^{\circ}\text{C}$, los resultados del DG y DS mostraron un proceso espontáneo y reversible,

1 Dpto. de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n Col. Noria Alta, 36050, Guanajuato, México

2 Dpto. de Farmacia, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n Col. Noria Alta, 36050, Guanajuato, México

lo que supone que el mecanismo de adsorción predominante es por atracciones electrostáticas tipo Van der Waals entre el anión dicromato y la carga positiva de la MH debido a la presencia de los grupos aminos del surfactante.

Referencias

1. Hussain F, Hojjati M, Okamoto M, Gorgan R (2006) Review article: Polymer-matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application: An Overview, *Journal of Composite Materials*, 1(25):20-22. DOI:10.1177/0021998306067321
2. Takemura K, Hosokawa T, Tamura K, Inoue H. (1996), Polymer-clay composites, Society of Polymer Science Japan-China, Seminar on Advanced Engineering Plastics Polymers, Alloys and Composites, 32-35.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo en la caracterización de los materiales al Laboratorio de Servicios de espectroscopía, cromatografía y calorimetría, del Departamento de Química.

WO
02

Geopolímeros a base de Metacaolín como adsorbentes novedosos para la remoción de contaminantes en agua

K. Miranda- Germán¹

S. P. Arredondo¹

A. Jacobo-Azuara²

R. Corral¹

I. Hernández-Cervantes²

R. Zárraga²

E-mail de correspondencia: aazuara@ugto.mx

Hoy en día, la presencia de compuestos tóxicos en agua derivados del aumento de las actividades antropogénicas ha provocado una disminución de la calidad de agua potable. Entre los contaminantes de mayor interés se encuentran los metales pesados, debido a su toxicidad para el medio ambiente y la salud [1]. A diferencia de los contaminantes orgánicos no son biodegradables, tienden a acumularse en organismos vivos y muchos iones son tóxicos o cancerígenos [2]. Las principales fuentes de contaminación por metales pesados en sistemas acuosos son las descargas de aguas residuales provenientes de las actividades

1 Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa, Fuentes de Poseidón, 81210, Los Mochis, Sin., México

2 Dpto. de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Col. Noria Alta 36250, Guanajuato., Gto., México

mineras, metalúrgicas y agrícolas. Dentro de los de particular interés en el tratamiento de aguas residuales se incluyen zinc, cobre, níquel, mercurio, cadmio, plomo y cromo [3]. La adsorción es uno de los procesos utilizados para la remoción de este tipo de contaminantes debido a su versatilidad y rentabilidad, así como por la disponibilidad de diversos adsorbentes [9]. En este trabajo se sintetizó un geopolímero a partir de un precursor base metacaolín, mediante la técnica de activación alcalina para obtener enlaces Si-O-Si y Al-O-Al en su estructura según lo observado por FT-IR. Las pruebas de equilibrio y cinética de adsorción se obtuvieron en una columna de adsorción operada a flujo continuo = 25 °C, pH = 4 y una velocidad de flujo de 30 ml/min. El porcentaje de remoción fue aproximadamente del 95 % para todos los metales. Los datos experimentales de equilibrio de adsorción se interpretaron satisfactoriamente con el modelo de adsorción de Langmuir. La cinética de adsorción para Zn^{2+} , Cd^{2+} y Pb^{2+} sobre los geopolímeros presenta linealidad con una cinética de segundo orden, lo cual indica que la velocidad de adsorción depende de la reacción entre el adsorbato y el adsorbente y no en su transferencia de masa.

Referencias

1. Srivastava N. K. and Majumder C. B. (2008) Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater. *J. Hazard. Mater.*, 151(1): 1–8. doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.09.101
2. Shehata A. M. A. (2003) Removal of lead ions from industrial waste water by different types of natural materials *Water Research*, 37(7), 1678–1683. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00554-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00554-7)

WO
03

Síntesis de nanoesferas de carbono con alto contenido de nitrógeno para la adsorción de plomo en agua

Svetlana Kashina¹

Jacobo-Azuara

Rosario Galindo²

R. Zarraga¹

José Marco Balleza-Ordaz³

S.J. Segovia-Sandoval¹

E-mail de correspondencia: aazuara@ugto.mx

1 Dpto. de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta S/N, 36050, Guanajuato, México

2 CONACYT cátedra, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta S/N, 36050, Guanajuato, México

3 División de Ciencias e Ingenierías, Lomas del Bosque 3103, Lomas del Campestre, 37150, León, Gto. México

Es bien sabido que dopar materiales con heteroátomos puede mejorar sus propiedades porque insertarlos en la matriz de carbono conduce inevitablemente a cambios estructurales y provoca una distribución de carga desigual en la matriz de carbono e induce cambios en las propiedades fisicoquímicas, como la capacidad de adsorción. El N₂ es un átomo altamente electronegativo y alejará la densidad de electrones de las estructuras de carbono adyacentes, creando una redistribución de carga. En el caso de los adsorbentes, esto significa que los compuestos serán útiles para una gama más amplia de productos químicos. Las nanoesferas de carbono (CNS), una forma relativamente nueva de carbono a nanoescala, se utilizan ampliamente en la administración de fármacos, la catálisis heterogénea y el envasado de catalizadores. Mediante el uso de precursores adecuados, se pueden producir esferas de carbono heteroatómicas con una estructura porosa única a través de una extensión del método de Stöber. En trabajos anteriores, describimos una síntesis en un solo paso de CNS y evaluamos su capacidad de adsorción de Cu (II) y Pb (II). El principal problema del trabajo anterior era obtener partículas esféricas con un diámetro de unos 600-700 nm de forma que no pudiéramos definir el material como una nanoestructura según la definición clásica. Además, el contenido de nitrógeno era bajo.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue reducir el diámetro del SNC y aumentar el contenido de nitrógeno utilizando diferentes estrategias. Además, se investigó la capacidad de adsorción de materiales recién sintetizados. En este estudio, CNS se sintetizó por sol-gel utilizando polivinilpirrolidona y etilendiamina como precursores de nitrógeno. Se caracterizaron los materiales y se evaluó su capacidad de adsorción.

Se ha demostrado que el tamaño de partícula de las esferas puede reducirse proporcionando una barrera estérica a la nucleación o añadiendo un reticulante. Además, los materiales recién sintetizados muestran una mayor capacidad de adsorción de Pb (II), lo que puede beneficiar su aplicación industrial.

Referencias

1. Wang, H., Shao, Y., Mei, S., Lu, Y., Zhang, M., Sun, J. K.,... & Yuan, J. (2020). Polymer-derived heteroatom-doped porous carbon materials. *Chemical Reviews*, 120(17), 9363-9419. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c00080>

2. Kashina, S., Galindo, R., Jacobo-Azuara, A., Palestino, G., & Munoz-Sandoval, E. (2022). Carbon Nanospheres as a Heavy Metal Adsorbent from Water. *Chemical Engineering Transactions*, 91, 541-546.

3. Liu, J., Qiao, S. Z., Liu, H., Chen, J., Orpe, A., Zhao, D., & Lu, G. Q. (2011). Extension of the Stöber method to the preparation of monodisperse resorcinol-formaldehyde resin polymer and carbon spheres. *Angewandte Chemie*, 123(26), 6069-6073 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201102011>

4. Wickramaratne, N. P., Xu, J., Wang, M., Zhu, L., Dai, L., & Jaroniec, M. (2014). Nitrogen enriched porous carbon spheres: attractive materials for supercapacitor electrodes and CO₂ adsorption. *Chemistry of Materials*, 26(9), 2820-2828. DOI:10.1021/cm5001895

Adsorption of bisphenol A by granular activated carbon prepared with different silicates as binders

Cláudio Cassavela¹

Paulo Mourão^{2*}

Isabel Cansado²

José Castanheiro²

Luís Ribeiro³

Francesca Pagnanelli⁴

E-mail de correspondencia: *claudiotjcassavela25@gmail.com;*
pamm@uevora.pt

The population growth has led to a significant increase in the production of plastic materials, namely all those related to packaging, coatings and utensils, for different purposes, and in particular those made of polycarbonate and epoxy resin. These production processes almost always involve a substance, Bisphenol A (4,4'-(propane-2,2-diyl)diphenol), whose studies have shown to have negative effects on human health [1]. These arise from its migration mainly into packaged foods, solids and liquids, and also in the processes of manufacturing, disposal and recycling, as a result of its physical and chemical degradation. Thus, the presence of this chemical substance in the environment, air or water, is a problem that must be mitigated or resolved, while these types of plastic materials are not replaced.

In this work, we explore one of the most efficient approaches, according to the literature, in these remediation processes, which is the adsorption [2], particularly when it is possible to use adsorbents from precursors of renewable origin and low commercial value, mainly by-products of biomass origin. In this case, Figure 1, we used an activated carbon (AC) of lignocellulosic origin that was agglomerated using a set of binders (Ludox® AS-40, Ludox® AM, Ludox® HS₃₀), environmentally and economically favourable, of siliceous origin. Apart from these variables, the type of binder, the thermal conditioning of the adsorbent granules (in an inert atmosphere and under physical activation), their physical and chemical characterization, and the adsorption of bisphenol A from the aqueous phase, were studied and correlated with the kinetic aspects, temperature, pH, among others.

1 Projeto LIFE BIOAs–LIFE19 ENV/IT/000512, Universidade de Évora, Évora, Portugal

2 Universidade de Évora, Dpto. de Química e Bioquímica, MED, IIFA, ECT, Évora, Portugal

3 REQUIMTE/LAQV, Dpto. de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Porto, Portugal

4 Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, 00185, Rome, Italy



Figure 1. Process flow diagram of the preparation and use of adsorbent materials.

Fuente: *Elaboración propia.*

References

1. Bisphenol A. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol> (Accessed on 9/08/2022)
2. J. Silvestre-Albero, M. Martínez-Escandell, J. Narciso, A. Sepúlveda-Escribano, M. Molina-Sabio. (2021). The scientific impact of Francisco Rodríguez-Reinoso in carbon research and beyond, *Carbon*, 179 275-287 <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.04.015>

Acknowledgements

The authors are grateful for the partial funding of this work by the LIFE BIOAs project (LIFE19 ENV/IT/000512) and to W. R. Grace & Co.-Conn. (Columbia, MD, USA) for supplying some of the silicates.

WO
05

Síntesis de materiales adsorbentes a partir de restos óseos de pez diablo para la remoción de fluoruros, cadmio y triclosán de soluciones acuosas

Hilda Guadalupe Cisneros Ontiveros¹

Nahum Andrés Medellín Castillo²

Alfredo Israel Flores Rojas³

Geiler Abadallán Acosta Doporto²

E-mail de correspondencia: hilda.cisneros95@gmail.com

En los últimos años, la contaminación del agua ha tomado gran importancia en la sociedad debido a las problemáticas asociadas con la salud humana. Hoy

1 Multidisciplinary Postgraduate Program in Environmental Sciences, Faculty of Chemical Sciences, Engineering and Medicine, Autonomous University of San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 221, Lomas Los Filtros, 78397 San Luis Potosí, SLP MÉXICO.

2 Center for Research and Postgraduate Studies, Faculty of Engineering, Autonomous University of San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 8, CP 78260, San Luis Potosí, SLP, MÉXICO.

3 Environmental Agenda, Autonomous University of San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 221, Lomas Los Filtros, 78397 San Luis Potosí, SLP MÉXICO.

en día, los fluoruros, Cd^{2+} y Triclosán (TCS) son una problemática ambiental en San Luis Potosí, debido a que se encuentran a una concentración mayor al límite máximo permisible de la NOM-127-SSA-1994 [1] en algunos cuerpos de agua y ha causado daños a la salud como fluorosis dental y ósea, daños al sistema nervioso y sistema endocrino. El pez diablo ha provocado una problemática ambiental y social debido a la invasión causada por su capacidad de adaptación, su alta tasa de reproducción y características biológicas que le favorecen en el sitio de su establecimiento [2]. Por lo anterior, se propone como plan de manejo el aprovechamiento del Pez Diablo empleando sus huesos como material adsorbente de fluoruros, Cd^{2+} y TCS a partir de la síntesis de carbonizados en una atmósfera limitada de oxígeno [3]. En este estudio se emplearon peces de la laguna Marlan, los cuales fueron eviscerados y limpiados con soluciones acuosas de peróxido. La síntesis de Carbonizados de Hueso (CH) se propuso a partir de un diseño de experimento D-Optimal, se establecieron 13 experimentos variando la temperatura y el tiempo de síntesis y se midió la capacidad de adsorción (q) de fluoruros, Cd^{2+} y TCS como variables de respuesta. Las pruebas de adsorción de los contaminantes se realizaron en adsorbedores en lote con una concentración inicial de fluoruros, Cd^{2+} y TCS de 20, 400 y 25 mg/L, respectivamente, a un pH constante de 7.0 y 25 °C. La capacidad de adsorción (q) se determinó mediante un balance de masa. Los resultados del ANOVA para las pruebas revelaron que la temperatura de síntesis es significativa sobre la capacidad de adsorción ($p < 0.05$) ya que disminuye al aumentar la temperatura, mientras que el tiempo no afecta la respuesta. Por otro lado, las q de fluoruros, Cd^{2+} y TCS variaron en los intervalos de 1.12 a 7.41, 24 a 124 y 0.25 a 6.26 mg/g, respectivamente. Las máximas q se encontraron a temperaturas de 600 y 700 °C y tiempos de calcinación 1 y 3h. Finalmente, se concluye que los CH de pez diablo son una alternativa para la remoción de fluoruros, Cd^{2+} y TCS del agua.

Referencias

1. Diario Oficial de la Federación. (2000). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y Consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, D.F, México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=22/11/2000#gsc.tab=0
2. Mendoza, R., Contreras, S., Ramírez, C., Koleff, P., Álvarez, P., Aguilar, V. (2007). Los peces diablo. *Biodiversitas* 70:1-5
3. Leyva Ramos, R., Medellín Castillo, N.A. y Flores Cano J.V. (2015). Carbonizado de Hueso: Adsorbente Preparado a partir de Residuos de Huesos de Animales. Adsorción de Fluoruro en Solución Acuosa. *Boletín del Grupo Español Carbón*, 36: 2-5.

Agradecimientos

Proyecto CONACyT PN-3947-2018 y CB-286990-2018.

Prototipo lego de un panel solar giratorio para comunidades indígenas

Clara Sarith Amaya Mármol¹

Oscar Guillermo Espinosa González²

E-mail de correspondencia: csamaya@uniguajira.edu.co

La ubicación de un panel solar juega un papel importante al momento de su instalación, pues lo que se busca, es obtener por mayor tiempo la potencia nominal que este ofrece, es decir que cuando se compra un panel solar de 300W, lo que el fabricante está diciendo es que esta es la cantidad de energía por hora que será capaz de producir este panel en condiciones óptimas, ósea un día completamente despejado y que el ángulo de incidencia del sol al panel sea el mejor. En Colombia se han estado realizando estudios sobre la cantidad de radiación solar que impacta nuestro territorio desde el año 1976, así lo refleja el anexo: promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día) [1], publicado en la base de archivos del atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia, este atlas pertenece al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)[2] y es desarrollado y actualizado por nuestro gobierno con el apoyo de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Las estaciones automáticas satelitales que fueron calibradas con el patrón nacional en la implementación de 497 sensores, arrojaron con precisión la disponibilidad de la radiación global y del brillo solar en el territorio nacional.

De estos estudios se conoce que la radiación solar en el municipio de Manauare es capaz de producir entre 5.5 y 8KWh/m² de energía [1], municipio al cual pertenece la comunidad indígena La Raya, que fue el lugar de muestra y población para el estudio de viabilidad, diseño, elaboración y prueba de este proyecto en el departamento de La Guajira.

El objetivo principal de este proyecto fue hacer de la instalación del panel un escenario perfecto, es decir es que los paneles recibieran luz directa las 12 horas del día en los 365 días al año, es por eso que se desarrolló un sistema de seguidor de luz a bajo costo, que pudiera ser instalado por cualquier persona de la comunidad indígena y que satisficiera las mismas necesidades que hoy suple un sistema de electricidad convencional, para esto se realizó una estudio estadístico de los consumos eléctricos de cada vivienda, teniendo en cuenta la cantidad de personas que la habitan y la cantidad de electrodomésticos y luminarias que poseen.

Muchas de las comunidades indígenas en el departamento de La Guajira son de difícil acceso, en su mayoría los caminos no están pavimentados, se encuen-

¹ Programa de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Guajira, Km 5, Riohacha-Maicao, Colombia

tran en malas condiciones permitiendo que solo accedan vehículo con transmisión 4x4, además algunos caminos son tan angostos que solo permiten el acceso de motos y bicicletas, es por esto y otros inconvenientes económicos que todavía hay comunidades indígenas sin acceso a la electricidad y los que cuentan con ella, son redes inestables e inseguras. El sistema desarrollado no solo se puede adquirir a un bajo presupuesto, sino que es lego, es decir que puede ser ensamblado por cualquier persona que pueda leer e incluso que pueda interpretar y relacionar varias imágenes.

Referencias

1. IDEAM. Anexo: promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país, Colombia. (2017) p. 8. <https://es.scribd.com/document/520988667/6-Anexo-Promedios-mensuales-de-brillo-solar>
2. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

WO
07

Evaluación experimental de los efectos de residuos de catalizadores (hierro, aluminio, y cloro) en la cinética de degradación de matrices de polipropileno

Eduardo Espinosa Fuentes¹

Joaquin Hernandez Fernandez²

E-mail de correspondencia: eduardo.espinosaf@unilibre.edu.co

La síntesis de polipropileno a nivel industrial se realiza mediante la reacción de propileno monómero con catalizadores heterogéneos de Ziegler-Natta, durante el proceso las matrices poliméricas se contaminan con residuos de metales y algunos no metales a niveles traza (generalmente Ti, Fe, Al y Cl), los cuales alteran el comportamiento térmico de polímero, variando su energía de degradación. Para este análisis se tomaron varias muestras poliméricas contaminadas con los elementos citados y vírgenes para evaluar el comportamiento de la energía de degradación en procesos pirolíticos auto-catalizados por los residuos del catalizador. Para el análisis térmico se usó un termogravímetro marca Perkin Elmer TGA7, para el análisis elemental se usó un espectroscopio de fluorescencia de rayos X marca Malvern Panalytical Axios FAST y un equipo de análisis elemental marca Zetium polymer edition. Para el análisis matemático

¹ Dpto. de Ingeniería., Universidad Libre-seccional Barranquilla, Sede Carrera 46 No. 48-170, Barranquilla, 080002, Colombia

² Dpto. de Química, Universidad de Cartagena, Campus San Pablo, Cartagena, 130005, Colombia

de las tendencias de los datos se usaron los modelos termodinámicos de Coats-Redfern y Horowitz and Metzger.

Referencias

1. S. A. Al-Bayat, R. A. H. Al-Uqaily, and N. J. Jubier. (2020). Using the Coats-Redfern Method during Thermogravimetric Analysis and Differential Scanning Calorimetry Analysis of the Thermal Stability of Epoxy and Epoxy/Silica Nanoparticle Nanocomposites, *Journal of Southwest Jiaotong University*, 55(4) DOI: 10.35741/issn.0258-2724.55.4.2

2. Y. Yan, Wu, T., Lester, W., Tang, L., Meng, Y., Fang, Y., et al., (2019). The kinetics studies and thermal characterisation of biomass. *Energy Procedia*, 158 357-363. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.115>

Agradecimientos

Research Center in Polymers, Catalysts and Analytical Chemistry, CePo-Cat&A, Cartagena, Colombia.

WO
08

Evaluación del MOF-5 como material adsorbente para la remoción de cadmio y plomo presentes en solución acuosa

Miguel Mauricio Aguilera Flores^{1,2}

Cindy Lizeth Hernández Román¹

Verónica Ávila Vázquez¹

Nahum Andrés Medellín Castillo^{2,3}

E-mail de correspondencia: maquileraf@ipn.mx

mmaf1@hotmail.com.

El Plomo (Pb) y el Cadmio (Cd) se denominan Elementos Potencialmente Tóxicos ya que son persistentes en el ambiente, no tienen importancia biológica significativa como elementos traza y en bajas concentraciones son capaces de causar múltiples daños a la salud humana y al ambiente. El cuidado de los sistemas acuáticos en el mundo crece debido a la escasez de agua dulce. Por lo tanto, se deben implementar técnicas y herramientas para la remoción de contaminantes en agua, lo que abre las puertas a la investigación y evaluación

1 Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, México.

2 Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava 201, Col. Zona Universitaria Poniente 78000, San Luis Potosí, México

3 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava No. 8, Col. Zona Universitaria Poniente 78290, San Luis Potosí, México

de nuevos materiales capaces de adsorber estos compuestos en el agua como los materiales conocidos como estructuras metal orgánica (*Metal-Organic Frameworks*), los cuales son materiales sólidos microporosos de gran variedad que tienen la capacidad para almacenar de forma reversible moléculas y iones dentro de sus poros y al tener componentes orgánicos en su estructura aumenta las posibilidades de modificaciones en su diseño [1]. Uno de ellos es el MOF-5, el cual en este trabajo fue sintetizado vía solvotérmica [2], y utilizado como material adsorbente para la remoción de Pb y Cd en una solución acuosa, partiendo de una concentración inicial de 200 mg/L respectivamente. Los experimentos se llevaron a cabo a temperatura ambiente y a 50 °C durante un lapso de 5 h. Posteriormente, se analizó la concentración remanente mediante absorción atómica. En el estudio de Isotermas de adsorción se utilizaron concentraciones de 20, 40, 60, y 100 mg/L de Pb y Cd. La caracterización del MOF-5 se realizó mediante las técnicas de FTIR, SEM y DRX antes y después de las pruebas de adsorción. Los resultados mostraron que el MOF-5 tiene una estructura bien definida, tiene una capacidad adsorción (q_e) de 297.88 y 197.87 mg/g y una capacidad de adsorción máxima (Q_{max}) de 3,125.90 mg/g y 302.72 mg/g para Pb y Cd, respectivamente. Los datos de adsorción fueron descritos satisfactoriamente por el modelo de Isoterma de Langmuir, y la cinética de adsorción fue ajustada a un modelo cinético no lineal de pseudo-segundo-orden con valor de K_2 de 181.191 g/mg-min y 19.57 g/mg-min para Pb y Cd, respectivamente. Por lo tanto, el MOF-5 es un material adsorbente prometedor aplicado para la remoción de Cd y Pb en solución acuosa.

Referencias

1. Yaghi, O. M. Li, H. (1995) Hydrothermal Synthesis of a Metal-Organic Framework Containing Large Rectangular Channels, *Journal of the American Chemical Society*, 117 (1995) 10401-10402
2. Rivera J. M., Rincón S., Ben C., Youssef, Zepeda A. (2016) Highly Efficient Adsorption of Aqueous Pb(II) with Mesoporous Metal-Organic Framework-5: And Equilibrium and Kinetic Study, *Journal of Nanomaterials*, 8095737

Modificación de la superficie del biochar al contacto con volátiles de pirólisis de biomasa pretratada con ácido fosfórico

Carlos Martínez-Smit¹

Marlon Bastidas-Barranco¹

Manuel García-Pérez²

Farid Chejne³

E-mail de correspondencia: cdmartinez@uniguajira.edu.co

El craqueo de los volátiles de los procesos termoquímicos de biomasa es de gran interés, siendo estos, fuente de compuestos líquidos o gaseosos de gran interés. El subproducto carbonizado (biochar) de estos procesos usado como fuente de estas moléculas, como soporte del catalizador de Ni y su modificación en la superficie, es el objetivo del presente estudio. La biomasa pretratada con H_3PO_4 fue pirolizada a 300 °C (BC₃₀₀) y 600 °C, la primera fue usada como fuente de compuestos volátiles, y la segunda como soporte del catalizador de Ni. El pretratamiento con ácido favorece el rendimiento de carbonizado, llegando incluso a duplicarlo, y logrando también una desvolatilización a menor temperatura.

El biochar para ser usado como catalizador (NiBC₆₀₀S) se elabora con una solución de etanol a 0.2 Mol/l de Ni y una calcinación en atmosfera inerte por 4 horas a 600 °C. Es en este material es donde los volátiles entran en contacto con el Ni para su craqueo cambiando la superficie del biochar (Ver Figura 1.)

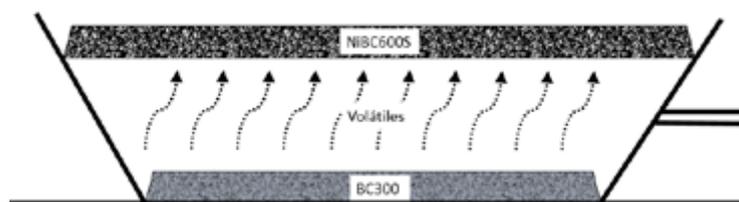


Figura 1. Proceso propuesto

Fuente: Elaboración propia.

¹ Facultad de Ingeniería, Grupo DestaCar, Universidad de la Guajira, Km 5 Vía Maicao, Riohacha, Guajira, 440001, Colombia

² Department of Biological Systems Engineering, Washington State University, Pullman, WA 99164, USA

³ Grupo de Investigación Termodinámica Aplicada y Energías Alternativas TAYEA, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Cra 80 No. 65-223, Medellín, 050034, Colombia

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Proyecto “Estrategia de transformación del sector energético colombiano en el horizonte 2030” financiado con la convocatoria 788 de Minciencias: Ecosistema Científico. Contrato número FP44842-210-2018 y a la Alianza para la Investigación sobre la Biomasa y la Sostenibilidad (ABISURE-Universidad Nacional de Colombia), código Hermes 53024 por su apoyo en la realización de este estudio. El primer autor reconoce el apoyo especial dado por la Universidad de La Guajira y la Comisión Fulbright Colombia, en su programa de Estudiante Doctoral Colombiano, cohorte 2020.

WO
11

Carbones activados obtenidos de la pirólisis de residuos de llantas, pino pátula y eucalipto útiles para la adsorción de CO₂. Un estudio comparativo

Siby I. Garces Polo¹

Gabriel de Jesús Camargo Vargas²

Rafael Nikolay Agudelo Valencia²

Liliana Giraldo Gutiérrez³

Jenny Paola Rodríguez⁴

Juan Carlos Moreno Piraján⁴

E-mail de correspondencia: siby.garces@unilibre.edu.co

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha considerado la captura y almacenamiento de CO₂ como una opción dentro de las estrategias de mitigación para estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera [1]. La adsorción de CO₂ es la etapa inicial de este proceso de captura.

Este trabajo exploró la obtención de monolitos de carbones activados preparados por activación química con H₃PO₄ de biocarbones derivados de residuos lignocelulósicos de semillas de pino pátula y eucalipto. También se estudió la preparación de materiales carbonosos a partir de llantas usadas, trituradas y

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Barranquilla, 080002, Colombia

2 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Bogotá, 111711, Colombia.

3 Dpto. de Química., Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

4 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria. Cra.30 N.º 45-06. Bogotá, 111711, Colombia

oxidadas con HNO_3 . Los sólidos en polvo de partida fueron caracterizados en términos fisicoquímicos. Posteriormente, se obtuvieron monolitos por la técnica de compactación uniaxial. Se encontraron mejores propiedades mecánicas con la montmorillonita como material aglomerante.

Las diferencias en las características texturales encontradas entre los carbones activados muestran el efecto del material precursor sobre las propiedades finales del sólido. En cuanto al sólido obtenido a partir de neumáticos, no se observan valores de los altos parámetros texturales, evidenciando el bajo ataque tanto del tratamiento químico como térmico. En los carbones activados en polvo derivados de residuos lignocelulósicos se observó la presencia de estructuras mesoporosas.

Los resultados de IR muestran la presencia de picos característicos para sólidos carbonosos, asociados a grupos funcionales como alcoholes y ácidos carboxílicos y de estructuras $-\text{CH}_3$ o $-\text{CH}_2-$ de especies alifáticas para los derivados de residuos lignocelulósicos. Los espectros Raman mostraron dispersión para los carbones activados preparados. Se observó la presencia de estructuras de grafeno. Los carbones activados de semillas de pino pátula y eucalipto muestran un gran potencial para ser aplicados como adsorbentes, por lo que en este trabajo estos materiales se utilizaron en la adsorción de CO_2 a bajas presiones hasta 1 atm y bajas temperaturas (0, 15 y 20 °C) donde se demostró que se favorece la capacidad de adsorción, lo que sugiere el uso potencial de estos materiales en tecnologías de captura de CO_2 como procesos de precombustión [2].

Referencias

1. IPCC. In B. Metz, O. Davidson. H. C. De Coninck, M. Loos & L. A. Meyer (Eds.). (2005) IPCC Special Report on carbon dioxide capture storage. Working Group III of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Cambridge, the U.K., and New York, NY, USA.

2 Garcés, S.I. (2016) Elimination and recovery of CO_2 present in gaseous effluents through adsorption and dry reforming of methane. Doctoral Thesis, Universidad Pública de Navarra, España.

Agradecimientos

A la Universidad Libre Seccional Barranquilla y la Universidad de los Andes por los recursos y apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación

Cinética de adsorción de CO₂ en materiales carbonosos obtenidos de un subproducto de desecho agrícola

Sergio Acevedo¹

Liliana Giraldo²

Juan C. Moreno-Piraján³

E-mail de correspondencia: sergio.acevedo@unad.edu.co

Se prepararon materiales carbonosos a partir del Cuesco de Palma Africana, un subproducto considerado desecho agrícola del procesamiento del aceite de palma que se produce en Colombia en altas cantidades, y mediante la impregnación con sales metálicas deshidratantes. A los materiales adsorbentes obtenidos se les realizó la caracterización textural, la capacidad de adsorción de (CO₂) considerado el principal gas efecto invernadero, obteniéndose valores entre 175-274 mg/g⁻¹ como se observa y corrobora en la Figura 1 y Tabla 1, estos resultados son interesantes por tal razón se decidió estudiar la cinética del proceso de adsorción en estos sólidos ajustando los datos experimentales a tres modelos: pseudo primer y pseudo segundo orden junto con difusión intraparticular [1].

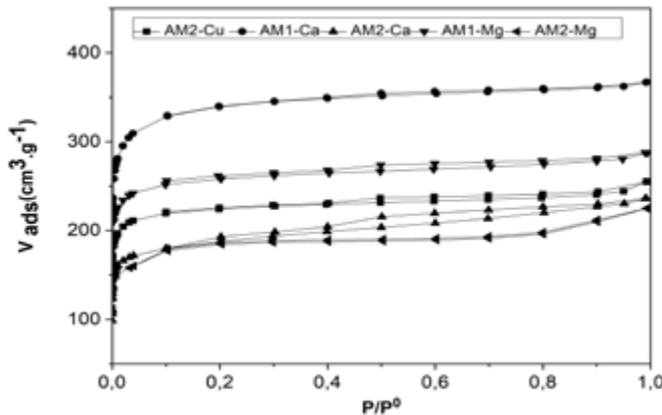


Figura 1. Isothermas de adsorción de N₂ [2]

Fuente: Elaboración propia.

1 Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 5 N.º 1-08, Sogamoso, 152210, Colombia

2 Dpto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Cra 30 N.º 45-03. Bogotá, 111711, Colombia

3 Dpto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes. Cra. 1ª N.º 18A-10. Bogotá, 111711, Colombia.

Tabla 1. Parámetros obtenidos de la cantidad de CO₂ adsorbida

Adsorbente	Capacidad de Adsorción CO ₂ (mg g ⁻¹)	V _n (cm ³ g ⁻¹)	E ₀ (kJ mol ⁻¹)	Ancho de poro (Å ^o)
AM2-Cu	180	0.42	32.4	4.47
AM1-Ca	215	0.47	31.2	4.58
AM2-Ca	195	0.45	32.0	4.45
AM1-Mg	175	0.39	29.3	4.90
AM2-Mg	274	0.65	28.2	4.98

Fuente: Elaboración propia.

Referencias

1. Recio-Ruiz, M. D. C., Ruiz-Rosas, R., Rodriguez-Mirasol, J., Cordero, T., & Rosas Martínez, J. M. (2022). Caracterización de la fracción sólida de la pirólisis de residuos lignocelulósicos. <https://hdl.handle.net/10630/24038>

2. M. Thommes, K. Kaneko, A.V. Neimark, J.P. Olivier, F. Rodriguez-Reinoso, J. Rouquerol, K.S.W. (2015) Sing, Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report), *Pure and Applied Chemistry*, 87 1051-1069.

WO
13

Carbonización hidrotérmal de Residuos de Cosecha de la Caña de azúcar (RAC): Efecto de la temperatura y la relación agua/RAC sobre el poder calorífico, la combustión y la remoción de metales alcalinos, alcalinotérreos, hierro y cloro

Alexander Portilla¹

Juan Sarmiento¹

David Marulanda¹

Jhon Jerez¹

Juan Guerrero¹

Carmen Forero²

Juan Barraza¹

E-mail de correspondencia: portilla.edgar@correounivalle.edu.co

¹ Escuela de Ingeniería Química, Universidad del Valle, Cali-Colombia

² Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad del Valle, Cali-Colombia

Los Residuos Agrícolas de Corte de caña de azúcar, biomasas residuales abundantes en el Valle del Cauca que se encuentran en el Suroccidente de Colombia con alto contenido de materiales alcalinos, fueron carbonizados hidrotérmicamente para lograr un combustible sólido que pudiera ser utilizado en procesos de combustión de la región. Se seleccionaron tres valores de temperatura (200 °C, 250 °C y 300 °C) y relación másica agua/biomasa (5, 7.5 y 10). Las muestras originales y los hidrocarbonizados obtenidos se evaluaron desde el punto de vista del desempeño térmico y del combustible a través de análisis próximo, último y termogravimétrico. Se encontró que parámetros como el Índice de Combustión, la Variación de Masa y el Rendimiento Másico disminuyen con el incremento de temperatura. Con base en los resultados experimentales, el hidrocarbonizado obtenido a las condiciones de operación de 200 °C y relación másica agua/biomasa de 10, a pesar de exhibir un bajo poder calorífico, presenta los valores más altos para el Índice de Combustión y el Rendimiento másico (5.15 y 94.19 %, respectivamente). La remoción de algunos metales alcalinos y alcalinotérreos, fueron significativas para potasio y calcio, superiores al 57.91 % y 52.95 %, mientras que para el hierro y cloro valores superiores del 30.56 % y 84.31 % respectivamente fueron posibles. Este trabajo presenta resultados prometedores para la utilización de RAC en procesos de combustión como reemplazo parcial del bagazo y el carbón, combustibles actualmente usados en las calderas de la región geográfica del río Cauca.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa Colombia Científica como fuente de financiación, en el marco de las convocatorias Ecosistema científico, contrato No. FP44842- 218-2018, al grupo de investigación Ciencia y Tecnología del Carbón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle y a la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad del Valle.

Microesferas de TiO₂ con recubrimiento de ciclodextrina reticulada de larga durabilidad para la degradación fotocatalítica de bisfenol A

Esmeralda García-Díaz¹

Danning Zhang^{2,3}

Yilin Li⁴

Rafael Verduzco^{2,4}

Pedro J.J. Alvarez^{2,3}

E-mail de correspondencia: esmeralda.garcia@correo.buap.mx

El tratamiento fotocatalítico del agua tiene un potencial significativo para desinfectar y degradar los contaminantes orgánicos recalcitrantes, al mismo tiempo que minimiza la necesidad de agregar productos químicos, pero los enfoques actuales tienen una eficiencia energética deficiente debido, en parte, a la utilización ineficiente de especies Reactivas de Oxígeno (ROS) fotogeneradas. Los recubrimientos orgánicos como la ciclodextrina (CD) pueden adsorber los contaminantes objetivo y acercarlos a la superficie del fotocatalizador para mejorar la eficiencia de utilización de ROS, pero los recubrimientos en sí son susceptibles al ataque de ROS. Aquí, informamos sobre un polímero de CD fluorado resistente a ROS (CDP) que puede adsorber contaminantes y resistir la degradación por ROS, lo que produce un material más eficiente para el tratamiento de agua de “atrapar y eliminar”. Producimos el CDP a través de la polimerización por condensación de β-ciclodextrina y tetrafluorotereftalonitrilo, lo que resultó en una película de CD reticulada y unida covalentemente que es mucho más estable que los enfoques anteriores que involucran la sorción física. Optimizamos el grosor del recubrimiento en las microesferas de TiO₂ para mejorar la eficiencia de la degradación de contaminantes y descubrimos que aumentar el contenido de CDP mejoró la adsorción de BPA, pero también ocluyó los sitios fotocatalíticos y obstaculizó la degradación fotocatalítica. El contenido óptimo de CDP fue del 5 % en peso, y esta composición óptima de CDP-TiO₂ tuvo una capacidad de adsorción de BPA de $36,9 \pm 1,0 \text{ mg g}^{-1}$ en comparación con $24,1 \pm 1,1 \text{ mg/g}^{-1}$ para el TiO₂ recubierto con CD (CDTiO₂) y $21,9 \pm 1,5 \text{ mg g}^{-1}$ para TiO₂ desnudo. CDP-TiO₂ exhibió una pérdida mínima de fotoactividad después de 1000 h

1 Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, Puebla 72570, México.

2 NEWT

3 Dep. of Civil & Environmental Engineering

4 Dep. of Chemical and Biomolecular Engineering, Rice University, Houston, Texas 77005, United States.

de uso repetido en agua DI bajo radiación UVA (365 nm, $3,83 \cdot 10^6 \text{ E L}^{-1} \text{ s}^{-1}$), y no se detectó liberación de carbono orgánico del recubrimiento. El tratamiento fotocatalítico con CDP-TiO₂ solo mostró una pequeña disminución en la eficiencia de eliminación de BPA en el efluente secundario después de cuatro ciclos de 3 h, del 80,2 % al 71,7 %. Por el contrario, CD-TiO₂ y P25 (TiO₂ comercial) eliminaron solo el 29,8 % y el 6,2 % de BPA después de 4 ciclos, respectivamente. En conjunto, las microesferas de CDP-TiO₂ representan materiales prometedores para su uso potencial en el tratamiento fotocatalítico del agua.

Referencias

1. Zhang, D. Lee, C. Javed, H. Yu, P. Kim, J.H. Alvarez, P.J.J. (2008) Easily recoverable, micrometer-sized TiO₂ hierarchical spheres decorated with cyclodextrin for enhanced photocatalytic degradation of organic micropollutants. *Environ. Sci. Technol.* 52 : 12402-12411.
2. Alsaiee, A. Smith, B.J. Xiao, L. Ling, Y. Helbling, D.E. Dichtel, W.R. Rapid removal of organic micropollutants from water by a porous b-cyclodextrin polymer, *Nature*, 529 : 190-194.

Agradecimientos

E. García-Díaz agradece a COMEXUS el otorgamiento de la beca Fulbright García-Robles para investigadores.

WO
15

Efecto de la temperatura de activación, tiempo de residencia y relación de impregnación en la síntesis de carbones activados sobre la capacidad de adsorción del insecticida Lufenuron

David Michael Nuñez Vargas¹

Juan Manuel Barraza-Burgos¹

Luis Carlos Díaz Muegue²

E-mail de correspondencia: nunez.david@correounivalle.edu.co

El constante uso de plaguicidas como principal medida de control o eliminación de plagas presentes en cultivos de palma de aceite se ha convertido en un riesgo para el ambiente y la salud humana. Los plaguicidas pueden eliminarse o

¹ Escuela de Ingeniería Química., Universidad del Valle, Cl. 13 N.º 100-00, Cali, 760034, Colombia.

² Centro de Investigación y Desarrollo de Valledupar CIDVA, Fundación Universitaria del Área Andina, Transv. 22 Bis N.º 4-105, Valledupar, 200005, Colombia.

reducirse a través de procesos de adsorción. En este trabajo se utilizó hueso de palma de aceite africana (residuo agroindustrial), para sintetizar Carbones Activados (CA) y usarlos como adsorbentes del insecticida Lufenuron. Mediante activación química de dos etapas se utilizaron temperaturas de activación entre 750 y 850 °C, tiempos de residencia entre 0.5 y 1.5 horas y relaciones de impregnación KOH/carbonizado entre 1:1 y 3:1 con un flujo de CO₂ de 201 cm³/min. La primera etapa de carbonización se realizó a 700 °C y tiempo de residencia de 30 min en atmosfera inerte de nitrógeno con un flujo de 1061 cm³/min y tasa de calentamiento de 10 °C/min para ambas etapas del proceso. Posterior a la activación, el CA resultante se sometió a un proceso de lavado con agua destilada y 1 ml de ácido sulfúrico con el fin de neutralizar el pH y eliminar cualquier residuo del agente activante (KOH) presente en la superficie del material. Se utilizaron dos modelos de isoterma de adsorción de Langmuir y Freundlich. Los resultados mostraron que el modelo de Freundlich presentó el mejor ajuste con los datos experimentales, significa que el Lufenuron se adsorbe como una monocapa y que no existe una fuerte competencia entre las moléculas del insecticida y el agua en el proceso de ocupar los poros de la superficie del carbón activado (adsorción). Los coeficientes de correlación, R² fueron mayores a 0.994. También, se encontró que tanto la temperatura de activación, tiempo de residencia y relación de impregnación son variables influyentes en el rendimiento de carbón activado. Se encontró que en el proceso de adsorción del insecticida se obtuvo mejor capacidad máxima de adsorción (q_{max}) con el CA sintetizado a mayor temperatura de activación y tiempo de residencia, pero menor relación de impregnación.

Agradecimientos

Los autores agradecen la beca dada para la realización de los estudios doctorales del estudiante David Nuñez, en el programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad del Valle, Cali-Colombia por el programa “Becas de Excelencia Doctoral del Bicentenario (corte I)” de MinCiencias-Colombia.

Diseño de biomateriales basados en *P. stutzeri* - Materiales del carbón para la remoción de hidrocarburos de emulsiones de aceite en salmuera como propuesta para el tratamiento de aguas producidas

Karol Zapata Acosta¹

Francisco Carrasco Marín²

Sergio Lopera Castro¹

Camilo Franco Ariza¹

Benjamín Rojano³

Farid Cortes Correa¹

E-mail de correspondencia: kzapata@unal.edu.co

El agua de producción es el mayor subproducto de la industria petrolera, se dice que por cada barril de crudo se producen subsecuentemente tres barriles de agua, y en campos maduros la relación puede elevarse a 1:15. Legislativamente el agua debe ser tratada antes de su disposición, ya sea para procesos de reinyección al pozo o vertimiento a cielo abierto con el fin de eliminar contaminantes, sobretodo el gotas de crudo a condición de miscibilidad (<8000 mg.L-1), de modo que se mitiguen además de los problemas operacionales durante la reinyección, todos los efectos tóxicos al ecosistema asociados al vertimiento [1, 2]. Este trabajo tuvo como objetivo inmovilizar una cepa degradadora de hidrocarburos sobre carbones activados y xerogeles de carbono y evaluar la capacidad de los bio-complejos para adsorber y catalizar hidrocarburos de sistemas emulsionados O/W simulando Aguas Producidas por la Industria del Petróleo y Gas. Los carbones activados se prepararon a partir de semillas de frutas, mientras que los xerogeles de carbón se prepararon mediante el método sol-gel, acoplado a carbonización y funcionalización (ácida, básica y neutra), las propiedades químicas y porosas de los materiales de carbón se evaluaron mediante SEM, XPS, pHpzc, adsorción de N₂ y porosimetría de mercurio, y los biomateriales fueron sintetizados usando *P. stutzeri*, una cepa degradadora de hidrocarburos previamente aislada e identificada de ambientes relacionados con crudo. Por último, se desarrollaron pruebas de remoción y biocatalisis de hidrocarburos usando Crudo y sistemas BTF (Benceno, Tolueno y Fenol). Los materiales básicos y neutros inmovilizaron la cepa de *P. stutzeri* por fisisorción a través de interacciones electrostáticas y los espacios macroporoso e (10⁸-10⁹ UFC/g), mientras

1 Dpto. de Procesos y Energía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra 80 N.º 65 - 223, Medellín, 050034, Colombia

2 Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Granada, Av. del Hospicio, 1. Granada, 18010, España

3 Escuela de Química, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra 65 N.º 59A - 110, Medellín, 050034, Colombia

que los materiales ácidos inhibieron el crecimiento bacteriano. La remoción de hidrocarburos aromáticos BTF fue más eficiente usando materiales (60–100 %) y biomateriales (16–84 %) que el microorganismo libre (1–47 %) y las eficiencias de remoción del Crudo fueron de hasta 100 % usando biomateriales, el mecanismo de remoción se da a través de la formación de una biomolécula conformado por microorganismos-material-hidrocarburo, que involucra procesos adsorptivos con el uso de materiales carbonosos y catalíticos que fueron verificados por cromatografía a través del seguimiento de productos de reacción. Este trabajo, se trata de una investigación inédita en el país, que de masificarse podría convertirse en una tecnología limpia y promisoría para el tratamiento del mayor subproducto de la industria de los hidrocarburos.

Referencias

1. Franco Ariza C., Martínez, M. Benjumea, P. Patiño, E. Cortés, F. (2014) Water Remediation Based on Oil Adsorption Using Nanosilicates Functionalized with a Petroleum Vacuum Residue. *Adsorpt. Sci. Technol.* 32:197–208.

WO
18

Dual-Purpose materials based on Carbon Xerogel Microspheres (CXM) for delayed-release of Cannabidiol (CBD) and subsequent aflatoxin removal

Karol Zapata Acosta¹

Farid B. Cortes Correa¹

Benjamín A. Rojano²

Francisco Carrasco-Marin³

Jaime Gallego⁴

M. Alejandra Hernández¹

Camilo A. Franco¹

E-mail de correspondencia: kzapata@unal.edu.co

Humanity has used the cannabis plant for thousands of years in almost all cultures for medicinal, recreational, and ritual purposes [1, 2]. The main objective

1 Dpto. de Procesos y Energía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra. 80 N.º 65 – 223, Medellín, 050034, Colombia

2 Escuela de Química, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra 65 N.º 59A – 110, Medellín, 050034, Colombia

3 Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Granada, Av. del Hospicio, 1. Granada, 18010, España

4 Instituto de Química, Universidad de Antioquia, Cl 67 N.º 53 – 108, Medellín, 050010, Colombia

of this study is to develop a novel dual-purpose material based on carbon xerogel microspheres (CXM) that permits the delayed release of cannabidiol (CBD) and the removal of the aflatoxin. The CXM were prepared by the sol-gel method and were functionalized with phosphoric acid (CXMP) and melamine (CXMN). The support and the modified materials were characterized by scanning electronic microscopy (SEM), N₂ adsorption at -196 °C, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and ζ-potential. For the loading of the cannabidiol (CBD) in the porous samples, batch – mode adsorption experiments at 25 °C were performed varying the concentration of CBD. The desorption kinetics was performed at two conditions for simulating the gastric (pH of 2.1) and intestinal (pH of 7.4) conditions at 37 °C based on in-vitro CBD release. Posteriorly, the samples obtained after desorption were evaluated as aflatoxin removal, which was evaluated through adsorption experiments at pH = 7.4 and 37 °C. The adsorption isotherms of CBD showed a type I (b) behavior, being the adsorbed uptake higher for the support than for the modified materials with P and N. Meanwhile, the desorption kinetics of CBD at gastric conditions indicated release values lower than 8%, and the remaining amount was desorbed at pH = 7.4 in three hours until reaching 100% based on the in-vitro experiments. The results of aflatoxin showed a total removal in less than 30 min for all the materials evaluated. This study opens a broader landscape to develop dual-purpose materials for the delayed release of CBD, improving its bioavailability, and allowing the aflatoxin removal at gastric conditions.

References

1. Gaoni, Y.; Mechoulam, R. (1964) Isolation, Structure, and Partial Synthesis of an Active Constituent of Hashish. *J. Am. Chem. Soc.*, 86(8): 1646–1647.
2. Cortes, F.; Zapata, K.; Rojano, B.; Carrasco-Marín, F.; Gallego, J.; Hernandez, M.; Franco, C. (2019). Dual-Purpose Materials based on Carbon Xerogel Microspheres (CXM) for Delayed-Release of Cannabidiol (CBD) and Subsequent Aflatoxin Removal. *Molecules.*, 24(18), 1 – 13 DOI: 10.3390/molecules24183398

Acknowledgment

The authors would like to acknowledge Fondo Nacional de Financiamiento Para La Ciencia, La Tecnología Y La Innovación “Francisco José De Caldas”, Agencia Nacional de Hidrocarburos, Colciencias and Universidad Nacional de Colombia for their support provided in Agreement 064 of 2018.

Adsorción de CO₂ en materiales preparados a partir semilla de guanábana (*Annona muricata*)

Jhoan Miguel Camargo López¹

José J. Martínez¹

Sergio A. Acevedo²

María Helena Brijaldo Ramírez¹

E-mail de correspondencia: jhoan.camargo@uptc.edu.co

Uno de los principales gases causantes del efecto invernadero es el CO₂, el cual ha sido foco de investigaciones para disminuir sus emisiones; aunque existen varios procesos para su captura, la mayoría son costosos energéticamente y económicamente, una alternativa viable es el uso de carbón activado[1], obtenido a partir de biomasa lignocelulósica provenientes de la agroindustria de acuerdo con economía circular, con el fin de cerrar los bucles ambientales y económicos. De esta manera haciendo uso de semillas de Guanábana se llevó a cabo la preparación de carbones activados con sales de CaCl₂ y MgCl₂[2] a concentraciones de 5 y 8 % p/v con cambio en la rampa de calentamiento con el fin de modificar su textura [3] e identificar su efecto en la adsorción de CO₂ como se observa en la Figura 1 asociado a otras características como los grupos superficiales, obteniendo valores de adsorción de dióxido de carbono entre 27- 51 cm³/g⁻¹

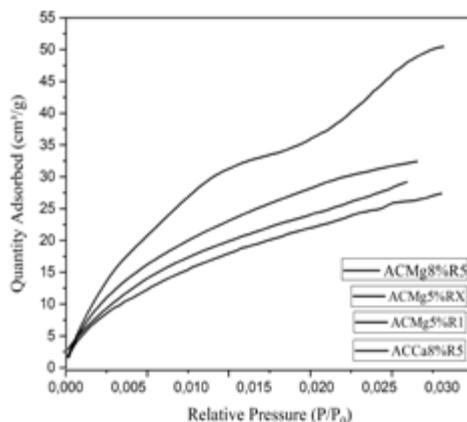


Figura 1. Isotermas de adsorción de CO₂

Fuente: Elaboración propia

1 Escuela de Ciencias Químicas., Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Av. Central Norte N.º 39-115 Tunja, 150003, Colombia

2 Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 5 N.º 1-08, Sogamoso, 152210, Colombia

Referencias

1. P. Pramanik, H. Patel, S. Charola, S. Neogi, and S. Maiti (2021) High surface area porous carbon from cotton stalk agro-residue for CO₂ adsorption and study of techno-economic viability of commercial production *J. CO₂ Util.* 45: 101450, <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101450>
2. Acevedo Corredor, S. A. Activación química de cuesco de palma africana (*Elaeis Guineensis*) con soluciones de sales metálicas en la preparación de carbones activados para la adsorción de CO₂ 147, 2019. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76752>
3. Thommes M. et al., Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, 87(9–10):1051–1069, 2015, doi: 10.1515/pac-2014-1117.

Agradecimientos

Agradecemos a la convocatoria VIE-UPTC No. 19 Dirección de Investigaciones 2021 “Aportando a la agenda 2030 -Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)” por el apoyo al proyecto SGI 3254.

WO
20

Síntesis de heterojuntas p-n de BiOI/Bi₂WO₆ y su actividad fotocatalítica con LEDs visibles

Abraham Aram López Cano¹

Esmeralda Mendoza Mendoza^{1,2}

Roberto Leyva Ramos¹

E-mail de correspondencia: esmeralda.mendoza@uaslp.mx

Se sintetizaron exitosamente heterojuntas p-n de BiOI (BI) y Bi₂WO₆ (BW) a través de metodologías de química verde. Se obtuvieron diversas relaciones de BI/BW: 1:2, 1:1 y 2:1 (% en peso). Se realizaron decoraciones en la heterojunta 1BI/1BW con plata (Ag) y grafeno (NG), siguiendo protocolos verdes. La caracterización de las heterojuntas por DRX y Raman confirmó la coexistencia de las fases BI y BW con simetría tetragonal y ortorrómbica, respectivamente, además de la presencia de Ag-NPs y G. El Eg de las heterojuntas se encontró en el intervalo de 1.90-2.72 eV, mientras que en Ag/1BI/1BW y NG/1BI/1BW fue de 1.72-1.84 eV. El pH_{PTE} en Ag/1BI/1BW, NG/1BI/1BW y Ag/NG/1BI/1BW resultó de 3.1, 3.5 y 2.4,

¹ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Dr. M. Nava 6, San Luis Potosí, SLP, 78210, México

² Investigadores por México, CONACYT, México

mientras que el resto de las heterojuntas obtenidas mostraron carga superficial negativa en el intervalo de pH analizados.

El estudio de la fotodegradación de tetraciclina (TC) en solución acuosa, usando las diversas heterojuntas p-n puras y decoradas, reveló que Ag/1BI/BW alcanzó la actividad catalítica más alta, consiguiendo un porcentaje de degradación de TC) del 81 % en 120 min bajo irradiación con LEDs azules de baja potencia, 19 W. El consumo de energía del proceso resultó significativamente inferior, 0.0475 kWh, en comparación con lo reportado en literatura para el uso de lámparas de Xe, Hg, etc. Se encontró que la dosis de catalizador, la concentración inicial TC y el pH de la solución tienen un efecto importante en la actividad fotocatalítica de Ag/1BI/1BW. Además, las pruebas con agentes secuestrantes confirmaron que los y son las especies oxidativas principales causantes la degradación de TC. Se analizó el reuso de las heterojuntas y se determinó el grado de mineralización de TC por TOC.

Referencias

1. Huang, X.; Guo, Q.; Yan, B.; Liu, H.; Chen, K.; Wei, S.; Wu, Y.; Wang, L. (2020). Study on photocatalytic degradation of phenol by BiOI/Bi₂WO₆ layered heterojunction synthesized by hydrothermal method. *Journal of Molecular Liquid*.322:114965. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114965>
2. Fu, H., Pan, C., Zhang, L., & Zhu, Y. (2007). Synthesis, characterization and photocatalytic properties of nanosized Bi₂WO₆, PbWO₄ and ZnWO₄ catalysts. *Materials Research Bulletin*.
3. Sharma, N., Pap, Z., Székely, I., Focsan, M., Karacs, G., Nemeth, Z., ... Hernadi, K. (2021). Combination of iodine deficient BiOI phases in the presence of CNT to enhance photocatalytic activity towards phenol decomposition under visible light. *Applied Surface Science*. 565:150605 <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150605>
4. Malathi A.; Yiseul Y.; Hyeon J.J.; Sanghun Y.; Hyeon L.; Jayaraman T. ;Seung J.L.;Myong Y. C.; (2021). Solvent-mediated synthesis of BiOI with a tunable surface structure for effective visible light active photocatalytic removal of Cr (VI) from wastewater. *Environmental Research* 197, 11080. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111080>
5. Chen, J.; Hu, C.; Deng, Z.; Gong, X.; Su, Y.; Yang, Q.; Zhong, J.; Li, J.; Duan, R. (2019). Insight into visible light-driven photocatalytic performance of direct Z-scheme Bi₂WO₆/BiOI composites constructed in -situ. *Chemical Physics Letters*. 716:134-141

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) que brindaron el apoyo financiero para esta investigación a través de los proyectos CB-2016-285350 e INFRA-2018-294130.

Modelo para la determinación de la incidencia del carbón de bajo rango en la conductividad térmica del suelo

Orieta Ortiz Benavides¹

Ramiro Ramirez Pisco²

E-mail de correspondencia: odortiz@unal.edu.co

Hay poca información disponible de los efectos del carbón de bajo rango sobre la conductividad térmica del suelo, a pesar de que esta propiedad juega un papel importante en la acumulación y transferencia de calor y agua a través del suelo, en consecuencia, influyen en el crecimiento de las plantas y los procesos bioquímicos del suelo. El objetivo de este estudio fue comparar la conductividad térmica medida y predicha por el modelo como una función de la dosis de carbón de bajo rango, textura del suelo, cuarzo y otros minerales, densidad aparente, densidad de partículas, contenido de agua, porosidad llena de aire y contenido de materia orgánica. Las mediciones se llevaron a cabo en un suelo salino sódico recolectado en el Departamento del Cesar, Colombia. Se trataron las parcelas de 20 m² con proporciones de 0, 2 y 4 t/ha de carbón de bajo rango, designado como C₀, C₁ y C₂ respectivamente. A continuación, se compararon las conductividades térmicas medidas con las predichas utilizando un modelo analítico. El modelo requiere características del suelo fácilmente disponibles, como la textura del suelo, la densidad aparente del suelo y el contenido de agua. Los resultados mostraron que la conductividad térmica fue más alta en suelo sin aplicación de carbón de bajo rango y disminuyó significativamente en las parcelas donde se aplicó el carbón, puede explicarse debido al aumento de la porosidad y el contenido de aire y además que esta enmienda muestra una conductividad térmica considerablemente más baja que otros componentes del suelo. Se encontró una concordancia satisfactoria entre las conductividades térmicas medidas y predichas por el modelo para todas las parcelas. El R², RMSE y MRE entre los valores de conductividad térmica medidas y predichas por el modelo fueron 0,63, 0,17 (W m⁻¹ K⁻¹) y 52,6 %, respectivamente. El modelo utilizado mostró una razonable sensibilidad de la conductividad térmica sobre la cantidad de cuarzo en el suelo. La mejor concordancia entre los valores predichos por el modelo analítico y la conductividad térmica medida se obtuvo utilizando la media geométrica de la materia orgánica del suelo salino sódico y el carbón de bajo rango y después de la reducción del contenido de cuarzo en la fracción de arena (2–0,05 mm) de 100 al 72 %. Estos resultados implican que la aplicación de

¹ Universidad Nacional de Colombia, Km 9 vía Valledupar-La Paz, La Paz-Cesar, Colombia

² Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Carrera 65 N.º 59A-110, Medellín, Colombia

diferentes tasas de carbón de bajo rango puede ayudar a regular la temperatura del suelo, que es un determinante esencial del crecimiento de las plantas y los procesos y funciones del suelo.

WO
22

Adsorción multicomponente de fluoruro y As(V) sobre carbonizado de hueso de pez pleco sintetizado en un horno rural

Sergio A. Cruz-Briano¹

Nahum Medellín-Castillo^{1,2}

Pablo Delgado³

Guillermo Castro¹

Hilda G. Cisneros-Ontiveros¹

Alfredo I. Flores-Rojas¹

E-mail de correspondencia: *sear-11@live.com.mx*

En el presente trabajo se estudió la capacidad del carbonizado de hueso de peces pleco (CH) sintetizado en un horno rural a 580 °C por 1.5 h para adsorber fluoruros y As(V) de manera simultánea. La adsorción de fluoruros y As(V) sobre CH reveló que a una concentración de fluoruro en el equilibrio de 60 mg/L, la capacidad de adsorción de fluoruro sobre CH disminuyó de 16.55 a 12.50 mg/g, al aumentar la concentración de As(V) de 0 a 800 µg/L. Por otro lado, la adsorción de As(V) decreció de 140.2 a 32.7 µg/g al aumentar la concentración de fluoruro de la solución de 0 a 100 mg/L, a una concentración de As(V) en el equilibrio de 300 µg/L. En el difractograma de CH se identificaron los picos distintivos de la hidroxiapatita que se encuentran en los ángulos de difracción 2θ de 25.9°, 31.7°, 46.7° y 49.5° [1]. El difractograma de CH aumentó la cristalinidad con la incorporación de fluoruro sobre la estructura y se logró identificar la fluorapatita, y para el caso de As(V) se logró identificar la haidingerita. Por lo que, ambos contaminantes se adsorbieron sobre CH, pero la razón de la disminución de la adsorción de As(V) en presencia de fluoruro sobre CH podría atribuirse a que la concentración de As(V) es varios ordenes de magnitud menor que la concentración de fluoruro por lo que no compite por los sitios de adsorción [2,3], además, CH tiene una mayor selectividad por el fluoruro [3]. Se concluyó que el

1 Agenda Ambiental, Programa Multidisciplinario en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 221, Zona Universitaria S.L.P., 78290, México.

2 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 8, Zona Universitaria, S.L.P., 78290, México.

3 Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carr. San Luis-Matehuala Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., 78321, México

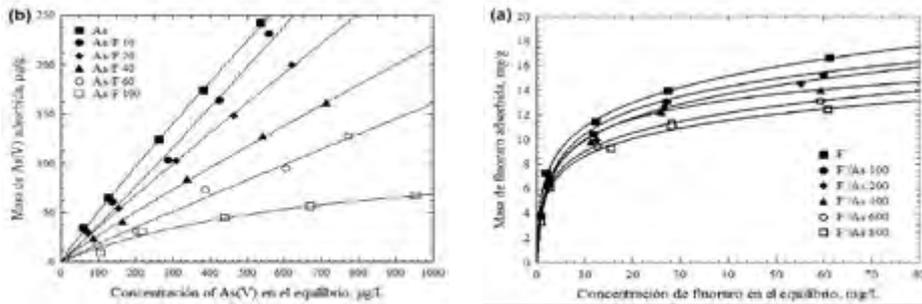


Figura 1. Isotherma multicomponente adsorción de a) fluoruro y b) As(V) sobre CH, T= 25°C.

Fuente: Elaboración propia

carbonizado de hueso de pez pleco puede ser una alternativa para la remoción de fluoruros y As(V) en agua.

Referencias

1. M. Kashif, J. Young-Kima, G. Shinb, Y. Choi, (2020). Effect of pyrolysis conditions on characteristics and fluoride adsorptive performance of bone char derived from bone residue, *J. Water Process Eng.*, 37 101499.M.
2. L.R. Brunson, D.A. Sabatini, (2009) An evaluation of fish bone char as an appropriate arsenic and fluoride removal technology for emerging regions. *Environ. Eng. Sci.* 26 (12): 1777-1784. <https://doi.org/10.1089/ees.2009.0222>
3. T.B. Mlilo, L.R. Brunson, D.A. Sabatini, (2010) Arsenic and Fluoride Removal Using Simple Materials, *J. Environ. Eng.*, 391-398. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29EE.1943-7870.0000154>

WO
23

Efecto de la pirólisis lenta en las características texturales del biochar y carbón activado obtenidos a partir de cuesco de palma

Marlon F. Córdoba Ramírez¹

Jader Aleán Valle¹

Farid Chejne²

Carlos Gómez²

E-mail de correspondencia: jdalean@uniguajira.edu.co

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km 5 vía Maicao, Riohacha, 440002, Colombia

² Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Cra 80 N.º 65-223, Medellín, 050041, Colombia

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la temperatura de pirólisis lenta en las características texturales (área superficial, volumen de poros, distribución de tamaño de poros) del biochar y carbón activado obtenido a partir de cuesco de palma africana. Para esto, se obtuvo biochar a diferentes temperaturas (220 – 700 °C) mediante pirólisis lenta en atmosfera inerte de nitrógeno; el biochar obtenido fue sometido posteriormente a activación física en atmosferas de dióxido de carbono y vapor de agua, a una temperatura de 850 °C y distintos tiempos (1-6 horas). Los resultados obtenidos muestran que el aumento de la temperatura de pirólisis tiene efectos importantes en las características del biochar obtenido, destacando aumentos significativos en el contenido de carbono (hasta 83 %) a temperaturas más altas, aumentos importantes en el área superficial y volumen de microporos, siendo la máxima área y volumen de microporos en el char (656m²/g y 0.274 m³/g respectivamente) se presentan a temperaturas más altas (700 °C) producto de las reacciones secundarias de liberación de volátiles a dichas temperaturas; a su vez, es significativo el efecto en el carbón activado obtenido posteriormente, lográndose las mayores áreas (2653 m²/g). Durante la activación, el tiempo del proceso es uno de los factores más relevantes, encontrando aumentos en el área superficial a medida que se aumenta el tiempo del proceso. Siendo la máxima de 2653 m²/g y 1.291 cm³/g respectivamente para la activación con dióxido de carbono durante 6 horas, y para la activación con vapor de agua de 783 m²/g y 0.44 cm³/g durante 2 horas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto “Estrategia de Transformación del Sector Energético Colombiano en el Horizonte 2030” financiado por la convocatoria 788 de ecosistemas científicos de Colciencias, contrato número FP44842-210-2018 por el apoyo en la realización de este estudio. Los autores también agradecen a la red “*Alliance for Biomass and Sustainability Research*–ABISURE-Universidad Nacional de Colombia”, código Hermes 53024, por su apoyo en la realización de este estudio. Los Autores Marlon Cordoba Ramirez y Jader Aleán agradecen a la Dirección de Investigaciones de la Universidad de La Guajira por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Síntesis novedosa de heteroestructuras tipo $\text{Bi}_2\text{WO}_6/\text{BiVO}_4$ y su aplicación en la fotodegradación de contaminantes orgánicos en agua

Sonia Judith Segovia Sandoval¹

Esmeralda Mendoza Mendoza^{2,3,4}

Araceli Jacobo Azuara¹

E-mail de correspondencia: sonia_segovias@hotmail.com

La degradación de contaminantes orgánicos en el agua mediante fotocatalisis ha recibido mucha atención, ya que este proceso es una técnica eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Sin embargo, aún sigue siendo un reto desarrollar nuevos semiconductores eficientes que respondan a la luz visible con una alta actividad fotocatalítica. Entre los diversos semiconductores novedosos, los óxidos a base de bismuto (Bi_2O_3 , BiVO_4 , Bi_2WO_6 , Bi_2MoO_6 , etc.,) parecen ser buenos candidatos, ya que son química y térmicamente estables y no son tóxicos [1]. Además, su actividad fotocatalítica puede ser aún potencializada mediante la unión de dos semiconductores (heteroestructuras). En este trabajo, se preparó exitosamente la heteroestructura de tipo $\text{Bi}_2\text{WO}_6/\text{BiVO}_4$ (BWO/BVO) mediante un método de síntesis verde y novedoso de sales fundidas asistida por metátesis. La heteroestructura BWO/BVO se decoró con nanopartículas de Ag (6 %) y grafeno (3 %). Se evaluó la actividad fotocatalítica de las heteroestructuras en la degradación del colorante Rodamina B (RhB) y Tetraciclina (TC) como contaminantes orgánicos modelo utilizando como fuente de iluminación luz LED azul. Cabe mencionar que los LEDs son económicos, no son tóxicos, tienen una larga vida útil y consumen poca energía en comparación con las lámparas convencionales. Los estudios de DRX y Raman confirmaron que la fase monoclinica (BVO) y ortorrómbica (BWO) coexisten en las heteroestructuras, además se confirmó la presencia de la Ag. La heteroestructura 6Ag/BWO/BVO alcanzó una degradación de RhB de 100 % en 120 min. Las pruebas de los atrapadores revelaron que la degradación de RhB es inducida principalmente por las especies oxidativas h^+ y $\bullet\text{OH}$. Por otra parte, las heteroestructuras 3G/BWO/BVO, 6Ag/BWO/BVO y 3G/6Ag/BWO/BVO degradaron 70, 72 y 67 % de TC en 40 min, lo que se atribuye a la separación efectiva del par fotoinducido.

1 División de Ciencias Naturales y Exactas, Dpto. de Química, Universidad de Guanajuato, Col. Noria Alta S/N, Guanajuato, GTO. 36050, México.

2 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Dr. M. Nava 6, San Luis Potosí SLP 78210, México.

3 Microscopia de Alta Resolución, Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Sierra Leona 550, San Luis Potosí SLP, 78210, México.

4 Investigadores por México-CONACYT

Referencias

1. T. Saison, N. Chemin, C. Chaneéac, O. Durupthy, V. Ruaux, L. Mariey, F. Maugeé, P. Beaunier, J.P. (2011) Jolivet, Bi₂O₃, BiVO₄, and Bi₂WO₆: Impact of surface properties on photocatalytic activity under visible light, *J. Phys. Chem. C.* 115 5657–5666.

Agradecimientos

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) a través de los proyectos CB-2016-285350 e INFRA-2018-294130 proporcionó el apoyo financiero para esta investigación. Dirección de Apoyo a la Investigación y Posgrado (DAIP), Universidad de Guanajuato.

WO
25

Modificación química de adsorbentes verdes para mejorar su capacidad de adsorción de plomo de una solución acuosa

Sonia Judith Segovia-Sandoval¹

María Selene Berber-Mendoza¹

Nahúm Andrés Medellín-Castillo¹

Paola Elizabeth Díaz Flores²

Roberto Leyva Ramos³

Raúl Ocampo-Pérez²

Araceli Jacobo Azuara⁴

Gallegos García Marisol¹

E-mail de correspondencia: *selene.berber@uaslp.mx*

Desde hace varias décadas, la contaminación del agua por metales pesados se ha convertido en un gran problema ambiental y de salud. El plomo es uno de los metales más distribuidos y encontrados en medio acuoso. La intoxicación con plomo en el hombre puede ocasionar presión arterial alta, disfunción severa de riñones, entre otros, además en niños causa problemas de desarrollo neurológico [1]. Existen diferentes métodos de tratamiento para remover metales pesados

1 Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP 78210, México

2 Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP 78210, Mexico

3 Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP 78210, México.

4 Dpto. de Química, Universidad de Guanajuato, Col Noria Atlas S/N, Guanajuato, Gto. 36050, México.

en solución acuosa; entre ellos, el proceso de adsorción mostró ser un método económicamente viable y efectivo [2].

Se han estudiado residuos agrícolas como adsorbentes, por sus características químicas superficiales que han mostrado tener capacidad de remover metales pesados. Sin embargo, es necesario modificarlos para incrementar sus capacidades de remoción. En este trabajo se modificó cáscara de coco (CC), cáscara de nuez (CN) y semilla de uva (SU) con ácido cítrico (AC) para la remoción de Pb(II) en solución acuosa. Los materiales se modificaron con una solución de AC a diferentes niveles de concentración. Se estudió los efectos de la concentración de la solución del AC, el pH y la presencia de otras especies. El efecto de la concentración del AC para la modificación de la CC y CN mostró que la capacidad de adsorción disminuyó en el orden siguiente $3M > 2M > 1M$. Al aumentar la concentración del AC, la capacidad de adsorber Pb(II) incrementó, ya que aumentó los sitios carboxílicos en la superficie del material y por lo tanto más sitios activos disponibles para enlazar el ion metálico. En cuanto a la SU, la capacidad de adsorción disminuyó en el orden siguiente $3M \approx 1M > 2M$. En cuanto al efecto del pH de la solución se encontró que al aumentar el pH de 2 a 5 aumenta hasta 34, 32 y 38 veces la capacidad de adsorción de la CC_{3M}, CN_{3M} y SU_{1M} respectivamente, debido al aumento de las atracciones electrostáticas entre la superficie de los materiales y el Pb(II) en solución, por lo que a pH de 5 se alcanza la máxima capacidad de adsorción. La presencia de otras especies no afectó significativamente la capacidad de adsorción de Pb(II) sobre los materiales. La máxima capacidad de CC_{3M}, CN_{3M} y SU_{1M} para adsorber Pb(II) en solución acuosa fue de 171 mg/g, 162 mg/g y 302 mg/g respectivamente. La modificación con AC incrementó significativamente la adsorción del Pb(II), además de que sus propiedades químicas y el pH de la solución juegan un papel importante en el proceso de adsorción.

Referencias

1. L. Largitte, P. Lodewyckx, (2015), Modeling the influence of the operating conditions upon the sorption rate and the yield in the adsorption of lead (II). *Micropor. and Mesopor. Mat.*, 202, 147-154.
2. T. G. Kebede, A. A. Mengistie, S. Dube, T. TI. Nkambule, M.M. Nindi, (2018), Study on adsorption of some common metal ions present in industrial effluents by Moringa stenopetala seed powder. *Journal of Environmental Chemical Engineering.*, 6(1): 1378-1389.

Diseño de materiales basados en celulosa para la remoción de contaminantes emergentes tipo parabeno provenientes de la industria en Manizales mediante procesos de adsorción

Ana Marcela Ruiz Montilla¹

Yaned Milena Correa²

Julio Andrés Cardona³

Juan David Rivera⁴

E-mail de correspondencia: ana.ruiz33184@ucaldas.edu.co

Los contaminantes emergentes, son sustancias químicas que se encuentran en bajas concentraciones, carecen de normatividad o regulación ambiental y generan afectaciones graves a la salud. Los sistemas convencionales de tratamiento de aguas no eliminan eficientemente este tipo de contaminantes, por ende, retornan a los hogares bioacumulándose en los organismos. Recientes investigaciones describen a los parabenos como disruptores endocrinos¹, es decir, sustancias químicas cuya estructura es similar a la de las hormonas por lo cual se mimetizan en los receptores de las células, produciendo alteraciones como cáncer de mama y próstata, infertilidad, obesidad, Alzheimer y Parkinson. Entre las mejores alternativas de remoción de contaminantes emergentes se encuentra el proceso de adsorción², el cual usa materiales económicos, abundantes y susceptibles de modificación mediante la incorporación de grupos funcionales, por ejemplo la celulosa, biopolímero que se encuentra en un porcentaje superior al 70 % de la composición de la materia vegetal³. En este trabajo de investigación se evaluó la adsorción de Metilparabeno con materiales basados en celulosa.

Se utilizó como materia prima celulosa y microcelulosa comercial. Se dispersó 1g de celulosa (y microcelulosa por separado) en agua al 7,1 % en peso, se añadió lentamente ácido sulfúrico hasta una concentración de 64 % en peso. La suspensión ácida se hidrolizó a 100 °C durante una hora con agitación mecánica (100 rpm), siguiendo el protocolo modificado de Espino-Pérez⁴. El exceso de ácido se eliminó mediante ciclos de lavado agua-centrifugación. Posteriormente, se ajustó el pH hasta 4.3 y se llevó a un sistema de destilación cerrada, adicionando 10 equivalentes en peso de celulosa, finalmente el material se lavó con agua y etanol, seco a 80 °C en estufa y almaceno para la posterior caracterización. El proceso de adsorción se evaluó mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector ultravioleta visible (HPLC-UV), con una columna

1, 2, 3, 4 Dpto. de Química., Universidad de Caldas, Cl. 65 #26-10, Manizales, Colombia, 111711, Colombia

C₁₈, de dimensiones: 10 µm, 25 cm x 1,4 cm, a una longitud de onda de 254 nm. La separación se realizó en medio isocrático con fase móvil agua-Acetonitrilo (60:40) y flujo de 1,0 mL/min. Se obtuvieron 3 materiales con adsorciones entre 78 y 80 % de Metilparabeno, siendo mayor la adsorción con celulosa respecto a microcelulosa.

Referencias

1. Vale, F., Sousa, C. A., Sousa, H., Santos, L. & Simões, M. (2022). Parabens as emerging contaminants: Environmental persistence, current practices and treatment processes. *J. Clean. Prod.* 347.
2. Correa-Navarro, Y. M., Giraldo, L. & Moreno-Piraján, J. C. (2020) Biochar from fique bagasse for remotion of caffeine and diclofenac from aqueous solution. *Molecules* 25, 1–17.
3. Gonzáles-Gonzáles, R. B., Flores-Contreras, E. A. & Roberto Parra-Saldivar, H. M. N. I. (2022) Bio-removal of emerging pollutants by advanced bioremediation techniques. *Sci. Total Environ.* 15, 113936.
4. Espino-Pérez, E., Domenek, S., Belgacem, N., Sillard, C. & Bras, J. (2014) Green process for chemical functionalization of nanocellulose with carboxylic acids. *Biomacromolecules* 15, 4551–4560.

Agradecimientos

Vicerrectoría de investigaciones y posgrados Universidad de Caldas–Fondo de becas Manizales más innovadora.

WO
28

Uso de carbón activado y *Scedosporium apiospermum* en la descontaminación y bioremediación de aguas contaminadas con paracetamol

Valentina Bernal¹

Liliana Giraldo²

Juan Carlos Moreno Piraján¹

E-mail de correspondencia: v.bernal2@uniandes.edu.co

El paracetamol es un fármaco ampliamente utilizado en diferentes medicamentos debido a sus propiedades analgésicas y antipiréticas. Sin embargo, actualmente se considera un contaminante emergente debido a su aparición en aguas residuales, subterráneas y superficiales. Esto representa un riesgo toxicológico para la fauna acuática y los seres humanos, debido a que este fármaco

¹ Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia

² Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Cra 30. N.º45-06. Bogotá, 111711, Colombia.

Tabla 1. Características físicas del carbón activado preparado a partir de cáscara de mangostino

Muestra						
	S_{BET} $m^2 \cdot g^{-1}$	C	V_{mic} $cm^3 \cdot g^{-1}$	Ancho de Poro/nm	V_p $cm^3 \cdot g^{-1}$	Ancho de Poro/nm
AC	1304	207	0,473	1,600	0,964	1,007

Fuente: Elaboración propia

puede bioacumularse en cultivos y tejido adiposo de animales que hacen parte de la cadena alimenticia humana [1]

Varias metodologías se han evaluado para eliminar este compuesto del agua, algunos de ellos son la degradación electrocatalítica y fotocatalítica, ozonización, adsorción y biodegradación [1]. Los dos últimos fueron abordados en este trabajo. En una primera parte, se realizó la adsorción de Paracetamol desde solución acuosa en un carbón activado preparado a partir de cascara de mangostino y activación química con ácido fosfórico a 450 °C (las características físicas se resumen en la Tabla 1). Se determinó el efecto de la temperatura en la capacidad de adsorción. Posteriormente, la solución remanente de Paracetamol fue puesta en contacto con colonias del hongo *Scedosporium apiospermum* y se evaluó la cantidad degradada de fármaco después de 24 horas de contacto y el efecto sobre este parámetro de la temperatura de incubación del sistema.

La máxima capacidad de adsorción fue 0,76 mmol/g⁻¹ a 14 °C. Así mismo, usando el hongo *Scedosporium apiospermum* se obtuvo que el mínimo porcentaje de degradación fue 13 % a 45 °C.

Referencias

1. Y. Jari, N. Roche, M. C. Necibi, S. El Hajjaji, D.Dhiba, & A. Chehbouni. (2022) Emerging pollutants in moroccan wastewater: Occurrence, Impact, and removal technologies. *Journal of Chemistry*, 2022 1-24. <https://doi.org/10.1155/2022/9727857>

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Microbiológicas del Departamento de Biología de la Universidad de los Andes, así como a la profesora Martha Vives, por el suministro de las colonias del hongo *Scedosporium apiospermum* usado en esta investigación.

Filtro de oxidación catalítica para control ambiental de COVs

Yuliana Torres Montoya¹

Ornel padilla²

Alexander Santamaria²

Andrés Muñoz¹

Gilmar Saenz¹

E-mail de correspondencia: yuliana.torres@hatch.com

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son un conjunto de hidrocarburos con una elevada presión de vapor, altamente perjudiciales para la salud y el medio ambiente [1]. Los oxidantes catalíticos son una de las tecnologías para eliminarlos a bajas temperatura [2]. Varias investigaciones proponen la sustitución de metales nobles para la producción de catalizadores, por otros menos costosos y más robustos como los óxidos de metales de transición [3]. Se buscó, a través de nanotecnología, preparar catalizadores tipo perovskitas; buscando fortalecer la competitividad nacional en cuanto al desarrollo de tecnologías y al uso sostenible de los recursos naturales. El desarrollo de este proyecto se ha llevado a cabo en tres frentes de trabajo:

1. Síntesis de catalizador y evaluación catalítica: Tres tipos de catalizadores tipo perovskitas fueron sintetizados a partir de métodos de autocombustión, y posteriormente soportados usando un método de inmersión en una suspensión del catalizador (slurry).
2. Se diseñaron equipos piloto para producir en mayor cantidad los monolitos de catalizador soportado tipo perovskita, para los procesos de síntesis (sistema tipo *Flame-assisted spray technology*) e impregnación de monolitos, además de pruebas de desempeño.
3. Ingeniería para piloto de filtro catalítico y pruebas de desempeño: Equipo de tiro forzado para el tratamiento de 80 CFM de aire contaminado con COVs, con concentraciones entre 100 y 2000 ppm, con integración energética.

Referencias

1. EPA, Volatile Organic Compounds Impact on Indoor Air Quality. 2017., <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality>
2. F. Khan and A. K. Ghoshal, (2000) Removal of Volatile Organic Compounds from Polluted air *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 13(6):527-545., [https://doi.org/10.1016/S0950-4230\(00\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0950-4230(00)00007-3)

¹ Procesos, Energía y Medio Ambiente, O&G, Hatch S.A.S, Calle 75 N.º 48A-27, Medellín, Colombia. Código postal: 050034

² Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente/Instituto de Química, Universidad de Antioquia UdeA, Medellín, Colombia. Código postal: 050010

3. L. W.B., W. J. X. and G. H., (2009) Catalytic combustion of VOCs and non-noble metal catalysts 148: 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2009.03.007>

4. O. Padilla, J. Munera, J. Gallego and A. Santamaria (2022). Approach to the Characterization of Monolithic Catalysts Based on La Perovskite-like Oxides and Their Application for VOC Oxidation under Simulated Indoor Environment Conditions *Catalysis* 12(2):168. DOI:10.3390/catal12020168

WO
30

Estudio de las características fisicoquímicas del carbonizado de hueso y su interacción con glifosato

Diego Felipe Hernández Barreto¹

Liliana Giraldo²

Juan Carlos Moreno Piraján¹

E-mail de correspondencia: df.hernandez14@uniandes.edu.co¹

El glifosato es un pesticida de amplio espectro utilizado comúnmente en la agricultura y jardinería para prevenir el crecimiento de hierbas y plantas que no son de benéficas. No obstante, actualmente existe controversia frente al uso de este producto químico, pues en 2015 la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) lo clasificó como posible cancerígeno en humanos, por lo que múltiples países prohibieron su uso[1]. En Colombia se encuentran registradas por lo menos 90 formulaciones que contienen glifosato como agente activo por lo que es un producto de alto consumo agrícola en el país[2]. Esto genera preocupación pues es foco de contaminación de distintos ecosistemas y fuentes hídricas, debido a residuos provenientes de este tipo de actividades.

Una de las técnicas utilizadas para la remediación de fuentes hídricas contaminadas con glifosato es la adsorción con materiales porosos, en donde se resalta el uso de adsorbentes como el carbón activado, las zeolitas y las arcillas[3]. Por su parte los carbonizados de hueso son materiales porosos con aplicabilidad en el área de la adsorción en fase acuosa, y se caracterizan por estar compuestos principalmente de carbono e hidroxiapatita[4]. Este último compuesto contiene distintos grupos funcionales que pueden interactuar con otras moléculas como el glifosato. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar las características fisicoquímicas y texturales de los carbonizados de hueso y su relación con la interacción con glifosato.

Se prepararon carbonizados de hueso a distintas condiciones de pirólisis utilizando un diseño de experimentos de cribado definitivo y variando la tempera-

¹ Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

² Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Cra. 30. N.º 45-06. Bogotá, 111711, Colombia

tura, la rampa de calentamiento, el tiempo de permanencia, el tamaño de partícula y la atmósfera. Se determinaron propiedades fisicoquímicas y texturales como el área superficial BET, el volumen de poro, la distribución de tamaño de poro, el contenido de cenizas, el radio Ca/P y Ca/C y el punto de carga cero. Finalmente, la interacción entre la superficie y el glifosato se estudió por medio de calorimetrías de inmersión, con lo que se encontró afinidad entre los grupos superficiales de la hidroxiapatita y la molécula de glifosato.

Referencias

1. IARC *Monograph of Glyphosate* y. (2015). World Health Organization <https://www.iarc.who.int/featured-news/media-centre-iarc-news-glyphosate/>
2. ICA *Registros plaguicidas registrados-24 de abril 2020*; ;
3. Mayakaduwa, S.S., Kumarathilaka, P., Herath, I., Ahmad, M.; Al-Wabel, M. Ok, Y.S. Usman, A. Abduljabbar, A.; Vithanage, M. (2015). Equilibrium and kinetic mechanisms of woody biochar on aqueous glyphosate removal. *Chemosphere*. 144, 2516–2521. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.07.080
4. Côrtes, L.N., Druzian, S.P. Streit, A.F.M., Sant'anna Cadaval Junior, T.R., Collazzo, G.C., Dotto, G.L. (2019) Preparation of carbonaceous materials from pyrolysis of chicken bones and its application for fuchsine adsorption. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019, 26(28), 28574–28583. DOI: 10.1007/s11356-018-3679-2

Agradecimientos

D.F.H. B agradece a la Universidad de los Andes, específicamente al fondo de apoyo para estudiantes doctorales.

WO
31

Pinturas a base de cal modificadas con materiales carbonosos para la captura y almacenamiento de CO₂ en zonas urbanas

Daniel López Suarez¹

Karol Zapata Acosta¹

Farid B. Cortes Correa¹

Camilo A. Franco¹

E-mail de correspondencia: dalopezsu@unal.edu.co

Una de las alternativas tecnologías para el control de emisiones de gases de efecto invernadero en las zonas urbanas son el uso de materiales adsorbentes que permitan capturar gases como el CO₂. Este tipo materiales tiene un gran potencial de aplicación, dado que pueden recubrir una gran variedad de superfi-

¹ Dpto. de Procesos y Energía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra 80 N° 65 – 223, Medellín, 050034, Colombia

cies (concreto, asfalto, madera, etc.), haciéndolo un complemento ideal para los procesos constructivos de edificaciones y una solución que permite disminuir la concentración de CO₂ a través de su captura [1]. En este trabajo se presenta el desarrollo de un material modificado para la captura y almacenamiento de CO₂, que podría ser empleado como base principal de las pinturas que se utilizan comúnmente para recubrir las superficies de las viviendas y los edificios, permitiendo de esta manera, la implementación masiva la tecnología. Los resultados obtenidos permitieron identificar que la incorporación de materiales CK en la cal comercial, generan un incremento en la capacidad de adsorción de CO₂ hasta de 262 %, debido a la mayor presencia de sitios activos, generando una mayor afinidad.

Referencias

1. A. Muñoz-Muñoz, O. Y. Moreno-Moreno, L. d. P. Castro-Molano, H. Escalante-Hernandez, S. Céspedes-Zuluaga, K. Zapata-Acosta, *et al.*, Nanoadsorbentes para captura de dióxido de carbono (CO₂): un enfoque a la purificación del biogás. *Revista Ion*, 33(1), 57-66, 2020. DOI:10.18273/revion.v33n1-2020006

WO
32

Estudio de la adsorción de carotenos presentes en el aceite de palma sobre una arcilla de origen colombiano activada mediante tratamiento ácido

Neyda Arcila¹

Diana López

Andrés Moreno

E-mail de correspondencia: neyda.arcila@udea.edu.co

La activación ácida de minerales arcillosos ha sido un tema de especial interés académico y comercial, ya que permite obtener materiales con mayor superficie específica, porosidad y acidez superficial [1,2]; por lo cual, este tipo de materiales son útiles en procesos de adsorción, como por ejemplo en el blanqueamiento de aceites comestibles. Colombia es el cuarto productor a nivel mundial de aceite de palma y cuenta actualmente con una industria creciente de refinación de aceites vegetales comestibles. Esta industria importa los materiales adsorbentes para suplir la demanda de la tierra de blanqueo requerida para el proceso de refinación. Lo anterior debido a que, el país no tiene una producción nacional de este tipo de adsorbentes, que cuenten con las especificaciones técnicas re-

¹ Grupo de Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente-QUIREMA, Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Código postal 050010. Medellín, Colombia.

queridas para obtener un aceite comestible de alta calidad; una razón para ello puede estar asociada a la ausencia de yacimientos probados y de buena calidad de minerales como montmorillonita de calcio, paligorskita y sepiolita, los cuales se emplean tradicionalmente para el blanqueamiento de aceites [3]. No obstante, de acuerdo con investigaciones reportadas en la literatura, se considera que existen otros minerales arcillosos disponibles localmente con uso potencial en dicha industria. En el presente trabajo se evaluó el efecto del tratamiento ácido de una arcilla colombiana con contenido de esmectita en la adsorción de carotenos presentes en el aceite de palma. La arcilla se activó con concentraciones diferentes de ácido. Las pruebas de blanqueamiento se realizaron con diferentes dosis de adsorbente, temperatura y tiempo de contacto. Los resultados mostraron que la eficiencia del blanqueo aumenta con la concentración de ácido, el tiempo de contacto, la temperatura y la dosis de arcilla. Los datos experimentales se analizaron utilizando los modelos cinéticos, los cuales se ajustaron muy bien al modelo cinético pseudo-segundo orden.

Referencias

1. F. Hussin, M.K. Aroua, W.M.A.W. Daud. (2011) Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review. *Chem. Eng. J.* 170(1), 90–106. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.03.065>
2. Madejova P. (2013) Chapter 10.0. Acid activation of clay minerals. *Clay Sci., Clay Science*, :263–287. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098258-8.00013-4>
3. W. Zschau, Bleaching, in: *Introd. to Fats Oils Technol.*, 2nd ed., AOCS Press, 2000: pp. 158–178.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Antioquia (UdeA).

WO
33

Evaluación de la entalpía de inmersión de carbones activados en mezclas binarias de benceno, tolueno, ciclohexano y hexano

Diana Hernández¹

Liliana Giraldo¹

Juan Carlos Moreno Piraján²

E-mail de correspondencia: dichernandezmo@unal.edu.co

Se determinó la entalpía de inmersión de cinco carbones activados con diferencias en sus propiedades texturales y químicas en mezclas binarias de: benceno-ci-

¹ Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria Cra 30. -45-06. Bogotá, 111711, Colombia

² Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N° 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

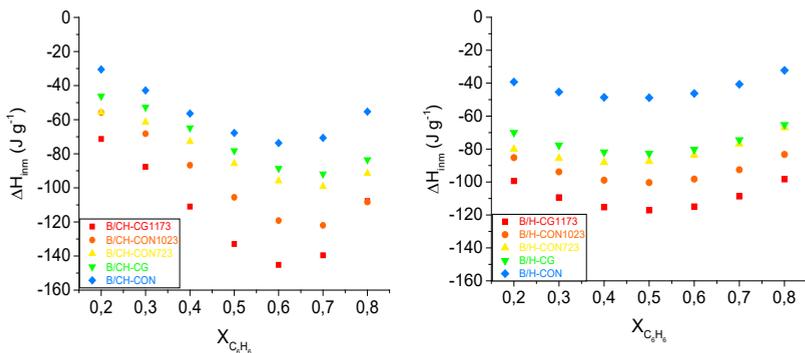


Figura 1. Se presentan las curvas obtenidas para la entalpía

Fuente: Elaboración propia

clohexano (B/CH: benceno soluto, ciclohexano solvente), benceno-hexano (B/H: benceno soluto, hexano solvente), tolueno-ciclohexano (T/CH: tolueno soluto, ciclohexano solvente), tolueno-hexano (T/H: tolueno soluto, hexano solvente) y ciclohexano-hexano (CH/H: ciclohexano soluto, hexano solvente) a diferentes concentraciones en términos de fracciones molares iniciando en 0,2 y finalizando en 0,8, esto con el fin de evidenciar el efecto de la interacción soluto-solvente-sólido en la medida en que se va aumentando la concentración de soluto.

En la Figura 1 Se presentan las curvas obtenidas para la entalpía de inmersión de CG1173, CON1023, CON723, CG y CON en soluciones de a) benceno-ciclohexano (B/CH: benceno soluto, ciclohexano solvente) y b) benceno-hexano (B/H: benceno soluto, hexano solvente) en función de la fracción molar de benceno.

Se observó que la entalpía de inmersión se hace más exotérmica de manera directamente proporcional con la cantidad de soluto en las fracciones molares de menor valor, pero a partir de 0,6 para la inmersión en B-CH y de 0,5 para la inmersión en B-H, esta tendencia comienza a cambiar y se muestra una disminución de la energía liberada, dado que se inicia el proceso de desplazamiento de las moléculas del solvente por las moléculas de soluto.

Referencias

1. F. Stoeckli, A. Slasli, D. Hugi-Cleary, A. Guillot. (2002). The characterization of microporosity in carbons with molecular sieve effects. *Microporous Mesoporous Mater.* 51 197–202. [https://doi.org/10.1016/S1387-1811\(01\)00482-6](https://doi.org/10.1016/S1387-1811(01)00482-6)
2. B. Rubahamya, K.S. Kumar Reddy, A. Prabhu, A. Al Shoaibi, C. Srinivasakannan, Porous carbon screening for benzene sorption, *Environ. Prog. Sustain. Energy.* 38(1) 93–99. DOI:10.1002/ep.12925

Agradecimientos

Los autores agradecen al convenio Marco entre la Universidad de Los Andes y la Universidad Nacional de Colombia y al acta de acuerdo establecido por los Departamentos de Química de ambas Universidades.

Modificación térmica de materiales tipo MOF mediante método de microondas y presión autógena

José Manuel Martínez Gil^{1,2,3,5}

Ricardo Vivas Reyes²

Marlón José Bastidas Barranco³

Liliana Giraldo⁴

Juan Carlos Moreno-Piraján^{5*}

E-mail de correspondencia: jmartinezgil@uniguajira.edu.co

En el presente trabajo se reporta la síntesis y caracterización textural, estructural y morfológica de los materiales MW-MOF-199 y MW-ZIF-8, mediante modificación térmica con microondas y presión autógena de las basolitas con marcos MOF-199 y ZIF-8. Los MOFs se modificaron utilizando el equipo MOWAVE 50. Las condiciones de la modificación térmica fueron: 200 °C con agitación 600 rpm, en un tiempo total de 4 horas. El análisis textural mediante Sortómetro: Quantachrome IQ2 Instruments, mostró cambios superficiales de materiales microporosos a mesoporosos. Los materiales MW-MOF-199 y MW-ZIF-8 se caracterizaron estructuralmente por espectroscopia infrarroja (FTIR), espectroscopia Raman y difracción de rayos X (DR-X). La caracterización morfológica se llevó a cabo mediante SEM-EDS y AFM. La importancia de elaborar este tipo de materiales reside en que al alterar sus propiedades superficiales, estructurales y morfológicas se convierte en soportes, que, mediante el anclaje o impregnación de sitios activos como lipasas, mejorar su estabilidad térmica para ser aplicadas en reacciones de transesterificación de aceites o grasas para diésel verde, ecodiesel y/o biodiesel.

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

2 Grupo de Investigación Química Cuántica y Teórica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Cartagena.

3 Grupo de Investigación Desarrollo de Estudios y Tecnologías Ambientales del Carbono (DESTACAR). Facultad de Ingenierías. Universidad de La Guajira.

4 Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Calorimetría Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia.

5*Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Investigación en Sólidos Porosos y Calorimetría, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Evaluación de la refrigeración solar por adsorción bajo condiciones climáticas de La Guajira

Marlon Bastidas Barranco¹

Gail Gutiérrez Ramírez¹

Darío Serrano Florez¹

E-mail de correspondencia: *marlonjoseb@uniguajira.edu.co*

El cambio climático ha generado una presión permanente para reemplazar tecnologías con fuentes derivadas de combustibles fósiles, por fuentes de energía renovable. Esto ha impulsado el desarrollo tecnologías emergentes para diferentes procesos de producción. Colombia también ha hecho esfuerzos por estar a la vanguardia de la transición energética y se ha vinculado en diferentes líneas de desarrollo buscando descarbonizar los procesos. Una de estas líneas de trabajo es la refrigeración, siendo la tecnología de refrigeración por adsorción la que puede representar soluciones más robustas cuando se opta por las energías renovables como fuente esencial de trabajo. Este trabajo tiene como objetivo operar teóricamente un sistema de refrigeración solar por adsorción bajo diferentes condiciones de variabilidad climática interanual y diferentes pisos térmicos. El sistema de refrigeración solar muestra buenos rendimientos en periodos de sequía a nivel del mar, aunque las altas temperaturas baja los rendimientos de generación de frío; por otro lado, a mayores alturas se baja el rendimiento de la refrigeración debido a que se pierde horas de radiación solar, aunque las temperaturas ambientales son más bajas.

Referencias

1. Camargo, A.J., Quintero, J.G., Ávila, L.A., Gutierrez, G.A., (2019). Potencial Termodinámico de un Refrigerador Intermitente por Adsorción bajo las Condiciones Climáticas de Riohacha, en Colombia. *Inf. Tecnol.* 30(5), 139-146. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500139>
2. Hassan, H.Z., Mohamad, A.A., Alyousef, Y., Alansary, H.A. (2015) A review on the equations of state for the working pairs used in adsorption cooling systems. *Renew.Sustain. Energy Rev.* 45, 600-609. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.008>
3. Mohammadi, K., Goudarzi, N., (2018) Study of inter-correlations of solar radiation, wind speed and precipitation under the influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) in California. *Renew. Energy.* 120, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.069>
4. Oka, K., Mizutani, W., Ashina, S., (2020). Climate change impacts on potential solar energy production: A study case in Fukushima, Japan. *Renew. Energy*, 153, 249-260

¹ Grupo DESTACAR. Programa Ingeniería Mecánica, Universidad de La Guajira, km 5, vía a Maicao, Riohacha, Colombia

Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa Colombia Científica como fuente de financiación, en el marco de las convocatorias Ecosistema Científico, contrato No. FP44842-218-2018; de igual manera a la Universidad de La Guajira por apoyar financieramente procesos complementarios al proyecto SENECA.

WO
36

Almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) en carbones activados derivados de la cáscara de coco en Riohacha, La Guajira

Yury Florez Hernandez¹

Marlon Bastidas Barranco²

Juan Moreno Pirajan³

José Martínez Gil⁴

E-mail de correspondencia: yiflorez@uniguajira.edu.co

La presente propuesta de investigación se fundamenta en el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) en carbones activados derivados de la cáscara de coco, para efectos de este propósito se tiene como objetivo principal preparar los carbones activados a partir de la cáscara de coco analizando sus propiedades texturales y químicas para correlacionarlo con la capacidad de almacenamiento de los gases antes mencionados.

Se efectuarán diferentes procesos metodológicos en el que se determinarán los principales parámetros experimentales, del desarrollo de la estructura porosa, propiedades texturales y fisicoquímicas de la cáscara de coco, mediante la carbonización a diferentes temperaturas; observando el desarrollo de los poros y demás parámetros superficiales del proceso de carbonización, se establecerán las isotermas que permitirán analizar los mecanismos de adsorción mediante la aplicación de diferentes modelos termodinámicos; posteriormente, se evaluará el desempeño de los carbones activados obtenidos a partir de la cáscara de coco para su implementación como materia de almacenamiento de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂).

1 Grupo DESTACAR, Estudiante Maestría en Cambio Climático, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia

2 Grupo DESTACAR, Programa Ingeniería Mecánica, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia

3 Grupo de Sólidos Porosos, Departamento de Química, Universidad de los Andes, Cra. 1 #18a-12, Bogotá, Cundinamarca

4 Grupo Catálisis y Materiales Programa de Biología, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia

Con el almacenamiento de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) en los carbones activados derivados de la cáscara de coco, se contribuye a mitigar los efectos e impactos generados en la atmósfera debido al aumento y acumulación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), principalmente por las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) proveniente del actual consumo energético del que depende la humanidad en su totalidad, por el uso de combustibles fósiles. Con esta investigación se crea la necesidad o la alternativa de almacenar energía en forma de metano (CH_4).

Referencias

1. Luna, D., Gonzalez, A., Gordon, M., and Martín, N. (2007). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. *ContactoS* 64, 39–48.
2. Arango, D. (2018). Obtención de carbones activados a partir del cisco de café y el cuesco de la palma africana para aplicaciones en el área de energía. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4522>
3. López, L. (2013). *Activación de carbones para aplicación en almacenamiento de gas natural vehicular (metano)*. Universidad Nacional de Colombia.

WO
37

Adsorción de tetraciclina en solución acuosa sobre paligorskita natural

Brenda Naranjo¹

Roberto Leyva-Ramos*

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

Durante estos últimos años se han detectado concentraciones altas de contaminantes que aún no son regulados y que causan una problemática importante para la salud humana y el medio ambiente. La Tetraciclina (TC) es uno de estos contaminantes emergentes con relevancia en el agua. Este fármaco, es un antibiótico de amplio espectro [1] utilizado para tratar enfermedades en humanos y también para engorde de animales [2]. En este trabajo se estudió la adsorción de TC en solución acuosa sobre Paligorskita (Pal), que es una arcilla natural de estructura fibrosa. La Pal se caracterizó por DRX, SEM, fisisorción de N_2 y potencial Zeta. Además, se evaluó la importancia del pH, la temperatura y la fuerza iónica de la solución en la capacidad de adsorción. Los resultados indicaron una capacidad máxima de adsorción de 159 mg/g a $\text{pH} = 7$ y $T = 25^\circ\text{C}$, la cual es 1.3 veces mayor que a $\text{pH} = 5$ (118 mg/g) y 1.7 veces más alta que a $\text{pH} = 3$ (90 mg/g), que se debió al e interacciones mediante puentes de hidrogeno de la TC con los grupos silanol (Si-OH) de la Paligorskita. El efecto del pH de la solución (Figura 2) demostró que las interacciones electrostáticas ocurren mayormente en el $\text{pH} =$

1 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M. Nava No.6, San Luis Potosí, SLP 78210, México.

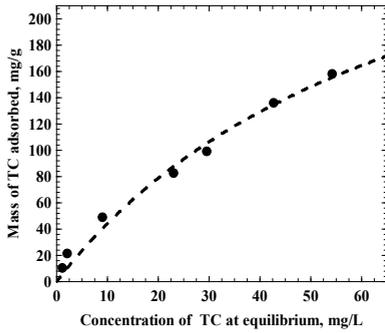


Figura 1. Isoterma de adsorción de TC sobre Paligorskita a pH = 7 y T = 25 ° C. Las líneas muestran la predicción del modelo Redlich-Peterson

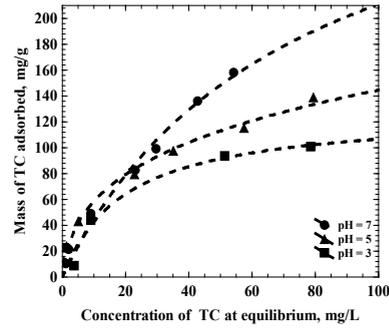


Figura 2. Efecto de pH en la adsorción de TC sobre Paligorskita a I = 0.01 N y T = 25 ° C

Fuente: Elaboración propia

7 debido a que la especie de TC predominante es zwitteriónica. Por el contrario, con los otros pH 3 y 5, las atracciones electrostáticas se ven afectadas a consecuencia de que la carga superficial de la Pal es cercana a su punto isoelectrico (2.3) a esos pH. Finalmente, el efecto de temperatura demostró que la adsorción de TC sobre Paligorskita es endotérmica puesto que la capacidad de adsorción aumentó con la temperatura.

Referencias

1. Klein NC, Cunha BA. (1995) Tetracyclines. *Med Clin North Am.*;79(4):789-801.
2. Y.J. Dai, K.X. Zhang, X.B. (2019) Meng, and cols, new use for spent coffee ground as an adsorbent for tetracycline removal in water. *Chemosphere*, 215 :163-172

WO
38

Activación de materiales de carbón con CO₂ para la adsorción de ampicilina en solución acuosa

Israel Ortiz-Anaya¹
Roberto Leyva-Ramos¹
Damarys H. Carrales-Alvarado^{1, 2}
Paola E. Diaz-Flores^{3*}
E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

- 1 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M. Nava No.6, San Luis Potosí, SLP 78210, México.
- 2 Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, C/Marie Curie 2, L10, Madrid 28049, España.
- 3 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP 78321, México

En el presente trabajo se estudió el equilibrio de adsorción del antibiótico Ampicilina (AMP) sobre una Fibra Comercial de Carbón Activada (ACF) y un Carbón Comercial Activado (AC) en solución acuosa, evaluando el efecto de las propiedades fisicoquímicas y de textura de los materiales de carbono (CMs). Además, se analizó a detalle la cinética de adsorción de AMP sobre la ACF considerando diferente velocidad de agitación. La ACF fue activada térmicamente en una atmósfera de CO_2 a 800 °C durante 150, 300 y 450 minutos, obteniéndose como resultado las muestras ACF-150, ACF-300 y ACF-450, respectivamente. Los adsorbentes se caracterizaron fisicoquímicamente mediante fisisorción de N_2 , microscopia electrónica de barrido y determinación de sitios ácidos y básicos. A una concentración en el equilibrio de 550 mg/L de AMP, la capacidad de adsorción aumentó de acuerdo la siguiente tendencia: $\text{ACF-450} \approx \text{ACF-300} > \text{ACF-150} > \text{ACF} > \text{F400}$. Además, se encontró que la capacidad de adsorción por AMP incremento linealmente con respecto a las propiedades de textura de los adsorbentes. Las variables de pH y temperatura se evaluaron en la capacidad de adsorción de F400 y ACF por AMP. A 25 °C, la máxima capacidad de adsorción experimental para F400 y ACF fue de 289 mg/g y 450 mg/g a pH 7 y 5, respectivamente. Esta se ve desfavorecida de acuerdo con el pH, que promueve interacciones electrostáticas repulsivas a pH ácidos en F400 y a pH básicos para ACF. Además, se elucidó que el mecanismo de adsorción por AMP es principalmente gobernado por interacciones dispersivas $\pi - \pi$ en el intervalo de pH de 5 a 9. Por otro lado, se determinó que la velocidad de adsorción de AMP sobre F400 y ACF es dominada por la difusión en el volumen del poro. La difusividad efectiva de AMP dentro de los poros de F400 es de $4.36 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$, mientras que, para ACF la difusividad efectiva es dependiente de factores de restricción de exclusión, fricción y adsorción.

Agradecimientos

Al Instituto de Catálisis y Petroquímica (ICP) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, por realizar la activación de las ACF. DHCA agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT, México por la beca postdoctoral número 2018- 000022-01EXTV-00519, 2019-000029-01EXTV-00057.

Adsorción de Cadmio (II) en solución acuosa sobre hidrocarbonizado de lirio acuático modificado con ácido cítrico

Carolina Vázquez Mendoza¹

Roberto Leyva Ramos¹

Nahum A. Medellín Castillo²

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

En este trabajo se estudió la adsorción de Cd(II) en solución acuosa sobre hidrocarbonizado de Lirio Acuático (*Eichhornia crassipes*). El lirio acuático se hidrocarbonizó y modificó con ácido cítrico 1 M para obtener un material designado como HCLA-AC. Este se caracterizó mediante técnicas de fisorción de N₂, FTIR, Potencial Zeta, SEM y titulación de sitios ácidos y básicos. Además, se estudió el efecto de pH, temperatura y fuerza iónica en la capacidad del HCLA-AC para adsorber Cd(II) y se elucidaron los mecanismos de adsorción involucrados. La caracterización reveló que el material es de carácter ácido teniendo como principales sitios ácidos los grupos carboxílicos y la adsorción de Cd(II) se lleva a cabo en estos sitios ácidos. El mecanismo de adsorción predominante es la atracción electrostática. La capacidad del HCLA-AC aumentó incrementando el pH (Ver Figura 1) y la temperatura. El incremento de la capacidad de adsorción con el pH se atribuyó al aumento de las atracciones electrostáticas entre

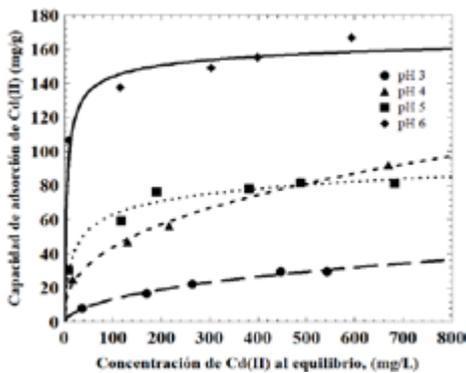


Figura 1. Efecto del pH de la solución en la capacidad del HCLA-AC para adsorber Cd(II) a T = 25 °C.

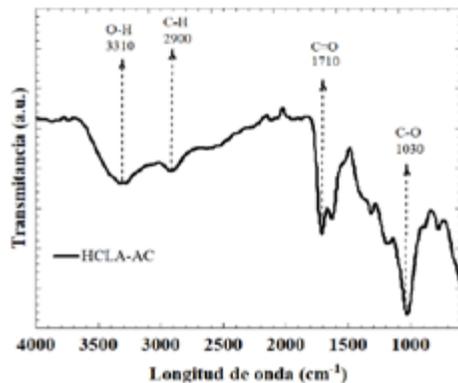


Figura 2. Espectro en el infrarrojo del HCLA-AC.

1

¹ Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, UASLP, Av. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP, 78230, México.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

la superficie de los materiales y el catión Cd^{2+} en solución acuosa [1]. La máxima capacidad del HCLA-AC para adsorber $\text{Cd}(\text{II})$ fue de 160 mg/g. En la Figura 2 se incluye el espectro FTIR del HCLA-AC, corroborando la presencia de los grupos carboxílicos en el HCLA-AC.

Referencias

Emam, A. A., Faraha, S. A. A., Kamal, F. H., Gamal, A. M., Basseem, M. (2020) Modification and characterization of Nano cellulose crystalline from Eichhornia, crassipes using citric acid: An adsorption study. *Carbohydrate Polymers*, 15(240): 116202. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116202

WO
40

Adsorción de clorfenamina sobre carbones activados comerciales

J.A. Martínez-Espinosa¹,

D.E. Villela-Martínez²,

R. Leyva-Ramos²,

D.H. Carrales Alvarado²,

D.I. Medina¹

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.com; dora.medina@tec.mx

En este trabajo se estudió la adsorción de Clorfenamina (CFA) sobre tres carbones activados comerciales (CAs): Megapol M (MM), Micro 10 (M10) y Gama B (GB). Se realizó la caracterización textural y química de dichos materiales, encontrando que son carbones micro-mesoporosos [1], con altas áreas específicas (766-1107 m^2/g). La caracterización química reveló que estos materiales son de distinta naturaleza ya que los valores del punto de carga cero (pH_{PCC}) fueron 2.9, 9.5 y 10.2 para MM, M10 y GB, respectivamente. Asimismo, la cuantificación de sitios activos usando el método de titulación de Boehm, determinó que la cantidad de sitios ácidos decreció en el orden siguiente: $\text{MM} > \text{M10} > \text{GB}$, confirmando que el MM es de carácter ácido, mientras que M10 y GB son de naturaleza básica, lo cual concuerda con su pH_{PCC} .

El estudio del equilibrio de adsorción de CFA sobre los CAs mostró que el carbón MM presentó la mayor capacidad de adsorción a $\text{pH} = 7$ (298.4 mg/g) y por esta razón, el estudio se enfocó al carbón MM. Dicha capacidad de adsorción se atribuyó a su gran número de sitios ácidos [2] con respecto a los otros dos CAs. El efecto del pH en la capacidad del MM para adsorber CFA se investigó en un intervalo de pH entre 5 y 11 y se encontró que la capacidad del MM para adsorber

1 Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Atizapán de Zaragoza, Estado de México, 52926, México. ²Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M. Nava No.6, San Luis Potosí SLP 78210, México.

CFA se incrementó notablemente aumentando el pH. A pH=11 se obtuvo la mayor masa de CFA adsorbida de 508 mg/g. Por otra parte, los efectos temperatura y fuerza iónica no presentaron influencia significativa en la capacidad de adsorción del MM por la CFA. Además, el calor isostérico de adsorción indica que la adsorción de CFA es endotérmica y se debe a interacciones físicas [3]. Finalmente, se realizaron mediciones de Potencial Zeta (PZ) para MM y MM saturado con CFA (MM-CFA) a diferentes concentraciones iniciales de CFA (100, 500, 700 mg/g) y pH (3, 5, 7, 9 y 11). El PZ del MM decreció incrementando el pH, mientras que el PZ de MM-CFA se incrementó aumentando la concentración de CFA. Esta tendencia se observó a todo el intervalo de pH, excepto a pH = 11 donde el PZ de MM-CFA resultó más negativo que el PZ del MM, ya que la molécula de CFA se encuentra como CFA^{2+} hasta pH de 4, en el intervalo de pH 4–9 se encuentra como CFA^+ y a partir de pH 9 tiene una carga neutra, y la CFA adsorbida neutraliza la carga negativa de MM. Por lo tanto, las mediciones de PZ mostraron que las interacciones electrostáticas son el principal mecanismo de adsorción de CFA de pH 3 a 9 y las interacciones dispersivas π - π a pH = 11.

Referencias

- [1] M. Thommes, K. Kaneko, A.V. Neimark, J.P. Olivier, F. Rodriguez-Reinoso, J. Rouquerol, K.S.W. Sing, (2015) Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, 87 1051-1069. <https://doi.org/10.1515/pac-2014-1117>
2. C.B. García-Reyes, J.J. Salazar-Rábago, M. Sánchez-Polo, M. Loredó-Cancino, R. Leyva-Ramos. (2021) Ciprofloxacin, ranitidine, and chlorphenamine removal from aqueous solution by adsorption. Mechanistic and regeneration analysis. *Environ. Technol. Innov.* 24 102060. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102060>
3. U. Ortiz-Ramos, R. Leyva-Ramos, E. Mendoza-Mendoza, (2022) A. Aragón-Piña, Removal of tetracycline from aqueous solutions by adsorption on raw Ca-bentonite. Effect of operating conditions and adsorption mechanism. *Chem. Eng. J.* 432 : 13442. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.134428>

Equilibrio de adsorción de Cadmio (II) en solución acuosa sobre microesferas de xerogeles orgánicos con sepiolita y vermiculita

Génesis D. Valdez García¹

Damarys H. Carrales Alvarado

Roberto Leyva Ramos

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

La contaminación del agua es un serio problema que crece día con día, específicamente la contaminación por metales pesados causada por fuentes antropogénicas y naturales afecta la seguridad alimentaria y la salud pública. Metales como el cadmio, plomo, cobre y níquel pueden causar alteraciones a nivel enzimático, renal, respiratorio y digestivo, entre otros. Una de las técnicas más eficientes para la eliminación de estos contaminantes en solución acuosa es la adsorción [1]. Por lo que, el objetivo de este trabajo es evaluar la adsorción de Cd(II) en solución acuosa sobre microesferas de xerogel orgánico (SX-O) con presencia de arcillas (sepiolita SX-Sep y vermiculita SX-Ver), y elucidar el mecanismo de adsorción. Los materiales fueron caracterizados por microscopía electrónica de barrido (SEM), fisisorción de N₂, cuantificación de sitios activos, punto isoeléctrico, espectroscopia infrarroja y análisis termogravimétrico. La caracterización evidenció la morfología esférica de los SX-O (Figura 1) y el carácter ácido de la superficie de los materiales se corroboró determinando que la cantidad de sitios

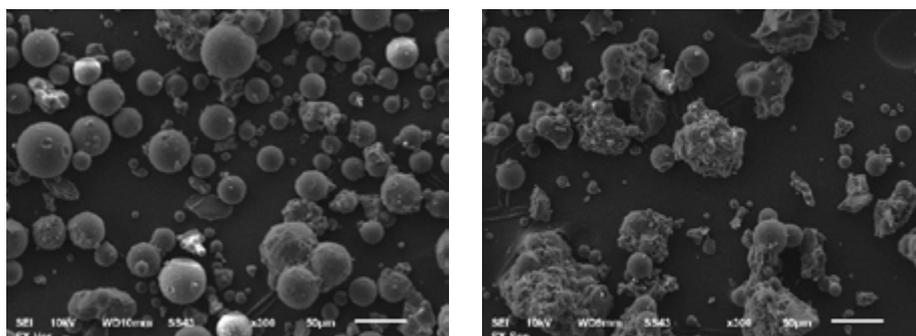


Figura 1. Fotomicrografías de los materiales a) SX-Sep y b) SX-Ver.

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Ave. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí S.L.P. México, C.P. 28210.

ácidos es mayor que la de sitios básicos. Además, se encontró que la capacidad de ambos materiales para adsorber Cd(II) depende de sus propiedades fisicoquímicas, siendo el SX-Sep el material que presentó mayor capacidad para adsorber Cd(II). El mecanismo de adsorción incluye la interacción electrostática entre el catión metálico y la superficie del adsorbente cargada negativamente. Además, se propone que la presencia de la arcilla en el SX-O involucra una contribución parcial por intercambio iónico. Por otro lado, al variar el pH de la solución de 5 a 7, la capacidad de adsorción se incrementó 3 veces. Además, se encontró que el aumento de la fuerza iónica de la solución causa una disminución de la cantidad adsorbida, lo cual revela que las fuerzas electrostáticas afectan significativamente el proceso de adsorción.

Referencias

1. Cooney, D.O. *Adsorption Design for Wastewater Treatment*. Lewis Publishers, 1998.

WO
42

Eliminación de sulfametoxazol y diclofenaco en solución acuosa sobre una organobentonita preparada con bromuro de hexadeciltrimetilamonio

Uziel Ortiz Ramos¹

Roberto Leyva Ramos¹

Esmeralda Mendoza Mendoza^{1,2}

E-mail de correspondencia: rlr@uaslp.mx

En este trabajo se estudió la adsorción de sulfametoxazol (SMX) y diclofenaco (DCF) en solución acuosa sobre una organobentonita modificada con el tensoactivo catiónico bromuro de hexadeciltrimetilamonio (OBHDTMA). La organoarcilla se caracterizó por las técnicas de DRX, FT-IR, TGA, fisisorción de N₂ y potencial Zeta. Además, se analizó el efecto del pH, fuerza iónica y temperatura de la solución sobre la capacidad de OBHDTMA para adsorber SMX y DCF, y también se realizaron estudios de reversibilidad de la adsorción. La caracterización reveló que la adsorción del tensoactivo ocurrió en el espacio interlamilar, pero también sobre la superficie externa de la bentonita (Bent), y las interacciones electrostáticas, así como el intercambio catiónico controlan la adsorción. El

1 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP, 78230, México² Investigadores por México-CONACYT, México

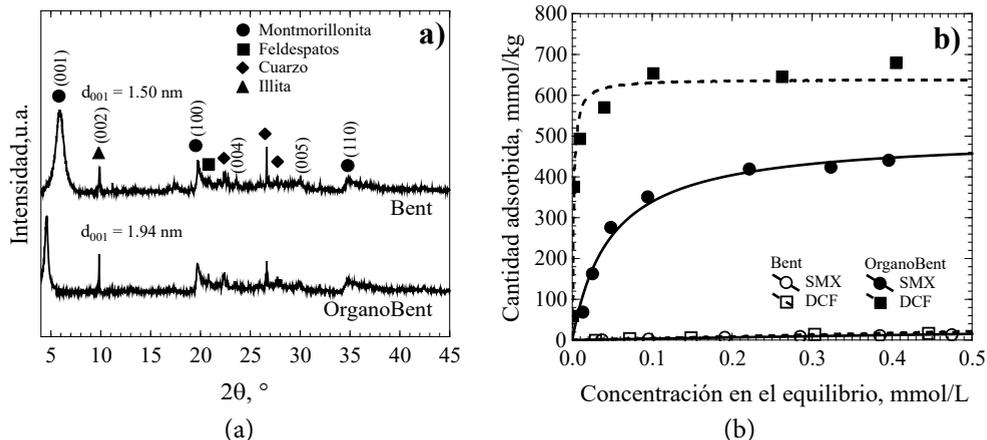


Figura 1. a) Difractogramas de rayos-X obtenidos para Bent y OrganoBent. b) Isotermas de adsorción de DCF y SMX sobre Bent y OrganoBent a $T = 25$ °C y $\text{pH} = 7$.

espacio basal (001) incrementó de 1.50 hasta 1.94 nm (Figura 1a) lo cual es consistente con el trabajo presentado por Leyva-Ramos y cols. [1]. A $\text{pH} = 7$ y $T = 25$ °C, la máxima capacidad de OBHDTMA para adsorber SMX y DCF fue 447 y 637 mmol/kg, respectivamente (Figura 1b); y fue 36.3 y 36.8 más alta que la capacidad de adsorción de Bent, respectivamente. El incremento en la capacidad de adsorción está relacionado con lo siguiente: i) la atracción electrostática entre la superficie positiva de OBHDTMA y las especies negativas de SMX y DCF e ii) las interacciones hidrofóbicas entre SMX y DCF y las cadenas alquílicas hidrofóbicas del tensoactivo. Además, la adsorción de SMX y DCF sobre OBHDTMA fue reversible demostrando que mecanismos físicos gobiernan la adsorción.

Referencias

1. Leyva Ramos, R., Jacobo-Azuara A., Martínez-Costa J.I. Organoclays. Fundamentals and Applications for Removing Toxic Pollutants from Water Solution. In: J.C. Moreno-Piraján, L. Giraldo-Gutierrez, F. Gómez-Granados, editor. *Porous Materials. Theory and Its Application for Environmental Remediation*. Switzerland; Springer; 2021 p. 341–363.

Preparación de carbón activado a partir de cáscara de nuez de marañón por activación química. Caracterización física y química

Oscar Javier Fonseca Bermúdez¹

Rocío Sierra¹, Liliana Giraldo²

Juan Carlos Moreno-Piraján³

E-mail de correspondencia: oj.fonseca21@uniandes.edu.co

El sector de la energía tiene como objetivo conseguir la descarbonización y avanzar en una transición energética que, entre otras medidas, facilite el impulso de las energías renovables y reduzca el papel de las fuentes de origen fósil [1]. Es por lo anterior, que para el almacenamiento o captura de gases de interés, se plantea el uso de materiales porosos con características absorbentes. En la búsqueda de soluciones renovables, se opta por utilizar material lignocelulósico que permita la producción de carbones activados. Se prepararon carbones activados por pirólisis de cáscara de nuez de marañón, residuos lignocelulósicos, por activación química mediante impregnación con solución 50 % p/p de ácido fosfórico a diferentes temperaturas (1073, 1123 y 1173 K) y un tiempo de residencia de 3 h. La caracterización morfológica se llevó a cabo por medio del análisis SEM-EDS y a partir de isothermas de adsorción de nitrógeno se obtuvieron los parámetros texturales de los carbones activados: área superficial, volumen de microporo y diámetro promedio de poro, las cuales se relacionan con las entalpías de inmersión. El estudio mediante técnicas de equilibrio como las titulaciones tipo Boehm, así como técnicas espectroscópicas como el Infrarrojo (IR) permitieron observar la química superficial del material. Se obtuvieron carbones activados con características microporosas y se relacionó la influencia de la temperatura con la porosidad y la química superficial de los materiales producidos.

Referencias

1. M. Mohan, V.K. Sharma, E.A. Kumar, V. Gayathri, Hydrogen storage in carbon materials—A review. *Energy Storage*, 1(2), (2019) e35. <https://doi.org/10.1002/est2.35>

¹ Dpto. de Ingeniería Química., Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º 18A – 12, Bogotá, Colombia

² Dpto. De Química., Universidad Nacional de Colombia, Cra. 30 N.º 45 – 03 Bogotá, 111711, Colombia

³ Dpto. de Química., Universidad de Los Andes, Cra. 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia

Carbón activado para almacenamiento de Hidrógeno. Optimización de condiciones de preparación

Ximena García¹

Claudia Ulloa²

Alejandro Karelovic

Francisca Troncoso

Daniel Parra

Karin Walter

E-mail de correspondencia: xgarcia@udec.cl

Se prepararon Carbones Activados (CA) por activación química a partir de carbón bituminoso de la región del Biobío, Chile. Se estudió el efecto del agente activante (NaOH, KOH), método de adición (mezclado físico, impregnación húmeda), razón hidróxido:carbón (3:1, 4:1, 5:1), temperatura (650-800 °C) y tiempo de activación (0.5, 1.5, 2.0 h), sobre el área superficial, volumen de microporos y capacidad de adsorción de hidrógeno. Adicionalmente, se evaluó el efecto de un tratamiento térmico a alta temperatura (1700 °C, 2h) post activación y la incorporación de nitrógeno, a fin de modificar las propiedades superficiales y electrónicas del material [1,2]. Nitrógeno fue agregado desde NH₃ mediante síntesis hidrotérmica (parámetros estudiados: concentración de NH₃ y tiempo de síntesis).

Las condiciones óptimas de preparación difieren según el agente de activación. No obstante, para ambos, el mejor resultado se obtuvo al mayor tiempo de activación (2 h) y una relación hidróxido:carbón de 4:1. Las principales diferencias se observaron para la temperatura de activación y el método de preparación, siendo 650 °C e impregnación húmeda las condiciones más exitosas para NaOH, y 750 °C y mezclado físico para KOH. Usando estas condiciones, se obtuvieron áreas BET de hasta 2700 m²/g, con una alta razón V_{micro}/V_{total} (0.91) y capacidad máxima de adsorción de H₂ de 3.6 % p/p (a 77K, 1 bar).

No se apreció efecto positivo del tratamiento térmico a alta temperatura sobre la capacidad de adsorción de H₂ del CA. En el caso de N, se observó un leve efecto favorable en la capacidad de almacenamiento de hidrógeno con el contenido de N. Este efecto resultó inferior a lo reportado en literatura [3], debido al mayor contenido inicial de N del precursor usado en este estudio (1,1 % p/p vs 0,3 % en [3]). Actualmente se encuentran en desarrollo estudios en los cuales

1 Laboratorio de Carbonos y Catálisis (CarboCat), Dpto. de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Casilla 160-c, correo 3, Concepción, Chile.

2 Dpto. De Ingeniería Ambiental Centro EULA, Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, correo 3, Concepción, Chile.

se investiga la adición de materiales promotores (metales), y próximamente, el efecto de mayores presiones y temperaturas, sobre la capacidad de almacenamiento de H₂ de los CA obtenidos.

Referencias

1. Ströbel, R., Garche, J., Moseley, P. T., Jörissen, L., & Wolf, G. (2006) Hydrogen storage by carbon materials. *Journal of Power Sources*, 159(2),: 781–801. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2006.03.047>
2. Zhao, W., Luo, L., Chen, T., Li, Z., Zhang, Z., Wang, H., Rao, J., Feo, L., & Fan, M. (2008) Synthesis and characterization of Pt-N-doped activated biocarbon composites for hydrogen storage. *Composites Part B:Engineering*. 161:464–472. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.12.122>
3. Luo, L., Chen, T., Zhao, W., and Fan, M. (2017) Hydrothermal doping of nitrogen in bamboo-based super activated carbon for hydrogen storage. *BioResources*,12(3) 6237–6250.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento del programa FONDEF (Proyecto ID20110008) de ANID-Chile, también a los Dres. Néstor Escalona (PUC) y Gina Pechi (UdeC) y sus equipos, por su colaboración en ensayos de adsorción de H₂ y N₂.

WO
46

Efecto de los iones y pH en las ftalocianinas de fe durante la reacción de reducción de oxígeno

Cesar Zuñiga¹

Angelica Gatica¹

Walter Orellana²

Jose Zagal¹

Federico Tasca¹

E-mail de correspondencia: federico.tasca@usach.cl

Los macrociclos de hierro del tipo MN₄, se encuentran entre los catalizadores de metales no preciosos más prometedores para la reacción de reducción de oxígeno (ORR). Sin embargo, estos catalizadores no son eficientes en medios ácidos, experimentando una significativa pérdida de actividad. Algunos autores, han indicado que los factores más significativos en relación a la disminución de la actividad en la ORR, podrían estar asociados a la (i) desmetalación del catalizador y (ii) envenenamiento del sitio activo por aniones del electrolito soporte. Sin embargo, aún se mantiene en constante debate la influencia de ambas propuestas. Para dilucidar esta controversia, se propuso en esta investigación uti-

¹ Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile

² Dpto. de Ciencias Físicas, Universidad Andres Bello, Sazié 2212, 837-0136, Santiago, Chile

lizar electrodos de grafito (0.194 cm^2) modificados con tintas de ftalocianina de hierro adsorbidas sobre nanotubos de carbono (FePC-CNT, relación 1:1 en peso). Posteriormente, se estudió el comportamiento electrocatalítico del catalizador en 4 electrolitos diferentes (es decir, HCl, H_2SO_4 , CH_3COOH y NaOH) por medio de voltamperometría cíclica, curvas de polarización y espectroscopia de impedancia electroquímica. Concomitantemente, para profundizar en aspectos teóricos del experimento, se simuló mediante DFT (dinámicas moleculares *ab initio*) moléculas agua, cationes y aniones, para explicar y visualizar los fenómenos físicos de adsorción y energías de interacción generados en el sitio activo. Los análisis electroquímicos evidenciaron que la presencia de distintos electrolitos soporte impactan directamente en la actividad catalítica, cantidad de electrones transferidos y mecanismos de reacción para la ORR. En este contexto, el anión Cl^- resulta ser el más perjudicial envenenando el sitio activo e incrementando abruptamente la formación de peróxido, mientras que, la presencia de OH^- permiten conservar inalteradamente las propiedades catalíticas iniciales durante el transcurso del experimento, sugiriendo una nula interacción entre el HO^- y el centro catalítico. Los estudios mediante DFT revelaron que el proceso de desmetalación es improbable, debido a la elevada energía requerida para el mismo proceso (3.6 eV) en medio ácido y alcalino. A su vez, la simulación de adsorción de cada ion en el centro de Fe, compite con la coordinación del oxígeno e impediría el proceso catalítico, modificando el paso determinante de la tasa de ORR y el producto final de la reacción, lo que es consistente con los resultados experimentales. Por lo tanto, estos resultados indican, que el proceso más perjudicial en la desactivación de los catalizadores del tipo MN4 es la presencia de aniones que envenenan el sitio activo y no un proceso de desmetalación inducido por la naturaleza del electrolito soporte.

WO
47

Entalpía isostérica de adsorción de CO_2 : efecto de la curvatura y la química superficial en materiales SBA-15.

Isaac J. Pérez Hermosillo¹

Reyna Ojeda-López*

J. Marcos Esparza-Schulz

E-mail de correspondencia: rol@xanum.uam.mx

La entalpía isostérica de adsorción de CO_2 ha sido evaluada en materiales SBA-15 considerando el efecto de la curvatura y la composición química. Para

¹ Laboratorio de Físicoquímica de Superficies. Dpto. de Química. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I), 09310, CDMX, México.

analizar el comportamiento de esta función de estado en las teorías de adsorción, se han obtenido datos experimentales asociados a las estructuras porosas SBA-15 [1] desde las perspectivas i) estructural, tipo de interconexiones entre los elementos huecos que constituyen la red porosa, ii) morfológica, forma o geometría de los poros y posible rugosidad y iii) química superficial, tipo de grupos funcionales asociados a las paredes porosas [2]. El tamaño de los poros y la química superficial fueron controlados por diferentes temperaturas de calcinación y procesos hidrotermales, respectivamente. El aumento de la temperatura de calcinación provocó una disminución de i) el área superficial específica, ii) el tamaño de los poros y iii) la concentración de grupos silanol. La entalpía isostérica de adsorción del CO₂ se evaluó mediante isotermas de adsorción a 263, 268 y 273 K y la ecuación de Clausius-Clapeyron [3]. El análisis de los resultados permitió concluir que en los sistemas SBA-15/CO₂, la entalpía isostérica de adsorción se incrementa cuando i) mejora la concentración de grupos silanol y ii) aumenta el tamaño del poro; es decir, cuanto mayor es la curvatura (menor es el diámetro del poro), mayor es la interacción entre grupos silanol adyacentes y menor es la entalpía isostérica de adsorción del CO₂; mientras que cuanto menor es la curvatura (mayor es el diámetro del poro), mayor es la entalpía isostérica de adsorción del CO₂.

Referencias

1. D. Zhao, J. Feng, Q. Huo, N. Melosh, G.H. Fredrickson, B.F. Chmelka, G.D. Stucky. (1998) Triblock copolymer syntheses of mesoporous silica with periodic 50 to 300 angstrom pores. *Science*. 279 (5350) (1998), 548-552. DOI: 10.1126/science.279.5350.548
2. R. Ojeda-López, I.J. Pérez-Hermosillo, J.M. Esparza-Schulz, A. Cervantes-Urbe, A. Domínguez-Ortiz. (2015) SBA-15 materials: calcination temperature influence on textural properties and total silanol ratio. *Adsorption*, 21 : 659-669.
3. O.L.I. Brown. The Clausius-Clapeyron equation. *J. Chem. Educ.* 28(8) (1951), 428-429.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) por el soporte brindado. También agradecen a los proyectos “Medios porosos y superficies: preparación y caracterización” y “Medios porosos y superficies: modelos, simulación, adsorción y fenomenología capilar” (UAM-I, Fisicoquímica de Superficies); a la Secretaría de Educación Pública (SEP-PRODEP) el apoyo otorgado al Cuerpo Académico “Fisicoquímica de Superficies” (UAM-ICA-031) a través del proyecto No. 12413235. IJPH agradece por el apoyo con la beca número 485432. Agradecemos al Dr. Armando Domínguez-Ortiz por todo el soporte académico en este proyecto.

Evaluación de las condiciones para una adecuada amino-funcionalización de materiales SBA-15 con APTES.

Reyna Ojeda-López¹

Enrique Vilarrasa-García²

Iris N. Serratos-Alvarez¹

Marcos Esparza-Schulz

E-mail de correspondencia: rol@xanum.uam.mx

Los materiales mesoporosos ordenados (MMO), SBA-15 [1], son materiales prometedores para usarse como soporte, debido principalmente a su distribución hexagonal con tamaños de poro promedio en la región de los mesoporos, alta área superficial específica, estabilidad térmica y sobre todo la química superficial rica en grupos silanol (-OH). Pensando en la adsorción de CO₂, esta última propiedad permite que los materiales sean modificados con diferentes aminas, lo que conlleva a un aumento en la captura de CO₂. En este trabajo se han explorado diferentes condiciones de funcionalización para determinar las más adecuadas para generar materiales con una mayor capacidad de captura de CO₂. Una de las principales características deseables para estos materiales es la cantidad de grupos silanol superficiales, ya se ha demostrado que el aumento en

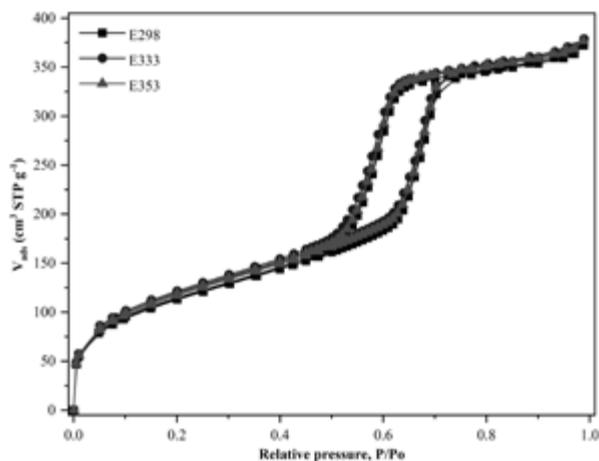


Figura 1. SBA-15 funcionalizado con APTES a 298, 333 y 353 K.

1 Laboratorio de Físicoquímica de Superficies (FQS). Dpto. de Química. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I), 09310, CDMX, México

2 Laboratório de Pesquisa em Adsorção e Captura de CO₂ (LPA). Dpto. de Engenharia Química. Universidade Federal do Ceará (UFC), 60455-760-Fortaleza, CE - Brasil

la temperatura de calcinación disminuye la concentración de estos grupos, por ello se han recomendado temperaturas inferiores a los 550 °C [1], explorando 350, 450 y 550 °C. Entre metanol, etanol y tolueno, el etanol resulta ser el solvente más amigable y con resultados dentro de los valores reportados en la literatura. También se demostró que la temperatura de funcionalización (298, 333 y 353 K) no afecta las propiedades texturales de los materiales (Figura 1) y tampoco modifica la capacidad de adsorción de CO₂, lo que permite un ahorro energético considerable en la modificación de los materiales SBA-15.

Referencias

1. D. Zhao, J. Feng, Q. Huo, N. Melosh, G.H. Fredrickson, B.F. Chmelka, G.D. Stucky. (1989) Triblock copolymer syntheses of mesoporous silica with periodic 50 to 300 angstrom pores. *Science*. 279 (5350) : 548-552. DOI: 10.1126/science.279.5350.548
2. R. Ojeda-López, I.J. Pérez-Hermosillo, J.M. Esparza-Schulz, A. Cervantes-Urbe, (2015). A. Domínguez-Ortiz. SBA-15 materials: calcination temperature influence on textural properties and total silanol ratio. *Adsorption*, 21, 659-669. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10450-015-9716-2>

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) por el soporte brindado. También agradecen a los proyectos “Medios porosos y superficies: preparación y caracterización” y “Medios porosos y superficies: modelos, simulación, adsorción y fenomenología capilar” (UAM-I, Físicoquímica de Superficies); a la Secretaría de Educación Pública (SEP-PRODEP) el apoyo otorgado al Cuerpo Académico “Físicoquímica de Superficies” (UAM-ICA-031) a través del proyecto No. 12413235. Agradecemos al Dr. Armando Domínguez-Ortiz por todo el soporte académico en este proyecto.

Remoción de NO_3^- a través de biomateriales sintetizados a partir de quitosano y cáscara de naranja

Alfredo Israel Flores Rojas³

Paola Elizabeth Díaz Flores^{1,2}

Nahúm Andrés Medellín Castillo^{1,3}

Gladis Judith Labrada Delgado⁴

E-mail de correspondencia: *paola.diaz@uaslp.mx*

El nitrógeno es el nutriente más importante para el desarrollo de los cultivos [1] pero también en algunas formas químicas puede ser considerado uno de los más graves problemas ambientales en los sistemas acuáticos con impactos serios a la salud humana, así como problemas de eutrofización. [2,3]. En este trabajo se presenta la síntesis de un biomaterial elaborado a partir de quitosano y cáscara de naranja mediante el método de reticulación iónica y su evaluación en pruebas de adsorción de NO_3^- presente en soluciones acuosas. La caracterización de los biomateriales consistió en técnicas de microscopía electrónica de barrido (MEB), espectrometría en infrarrojo (FT-IR), fisisorción de N_2 , análisis termogravimétrico (TGA), punto de carga cero (PCC), distribución de carga, efecto del tiempo de contacto en la capacidad de hinchamiento y adsorción. Las pruebas de adsorción de NO_3^- fueron realizadas a temperaturas de 25 y 35 °C y a valores de pH de la solución de 4, 5, 6 y 7 a fin de optimizar parámetros para maximizar la capacidad de adsorción. Los datos experimentales fueron ajustados con los modelos matemáticos de las isothermas de Freundlich y Langmuir. La caracterización indica que se obtuvo PCC de 3.9, porcentaje de hinchamiento de 208.5 %, área específica de 0.2 m² g⁻¹. Las pruebas experimentales demostraron que la máxima capacidad de adsorción fue de 8.9 mg g⁻¹ a 25 °C a pH 4.

Referencias

1. Olivares, J., Bedmar, E. J., & Sanjuán, J. (2013). Biological nitrogen fixation in the context of global change. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 26(5), 486–494.
2. Kheshti, Z., Azodi Ghajar, K., Altaee, A., & Kheshti, M. R. (2019). High-Gradient Magnetic Separator (HGMS) combined with adsorption for nitrate removal from aqueous solution. *Separation and Purification Technology*, 212, 650–659.
3. Jain, S., Bansiwale, A., Biniwale, R. B., Milmlle, S., Das, S., Tiwari, S., & Siluvai Antony, P. (2015). Enhancing adsorption of nitrate using metal impregnated alumina. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(4), 2342–2349. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.08.009>

1 PMPCA, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Ave. Manuel Nava 201, 2do piso Zona Universitaria, C.P.78210, S.L.P., México.

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carretera San Luis-Matehuala, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78321, México.

3 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 8, Zona Universitaria, C.P.78290, S.L.P., México.

4 Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. Cam. a la Presa de San José 2055, Lomas 4ta Secc, 78216 San Luis, S.L.P.

Optimización de la extracción química a escala piloto del quitosano a partir de los desechos de camarón para su uso como coagulante natural

Diana Marcela Fúquene Yate^{1,2}

Luis Eduardo Beltrán García³

Rubens de Oliveira Reche⁴

Juan Alberto Torres-Luna⁵

Rafael Alberto Fonseca⁶

E-mail de correspondencia: *diana-fuquene@unipiloto.edu.co*

El consumo de pescado y camarón en Colombia ha aumentado más del 100 % comparado con los datos de hace una década [1]. Esto implica, asimismo, el aumento de los desechos generados durante su beneficio. En el caso específico de los mariscos, se desecha el 75 % como exoesqueletos o cáscaras [2]. Por lo que es necesario revisar alternativas sostenibles para el aprovechamiento de dichos residuos antes de que se descompongan y generen contaminación ambiental. Se sabe que las cáscaras de camarón son fuente potencial para la obtención de quitosano, el cual puede ser empleado como coagulante para mejorar la calidad del agua. En este sentido, el uso de un coagulante natural minimizaría el uso de coagulantes químicos, los cuales tienen efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente [3]. La producción de quitosano del exoesqueleto del camarón se logra por medio de extracción biológica o química. Esta última vía, es la más usada, ya que, disminuye los tiempos y mejora la calidad del quitosano resultante, sin embargo, se necesita mejorar el grado de desacetilación. Por lo tanto, la presente investigación se centró en el mejoramiento de la extracción química, para lo cual se adicionó una etapa de precocido antes de seguir con las etapas propuestas por Tafur y Quevedo [4]. Los resultados mostraron un aumento de 4 puntos porcentuales en el grado de desacetilación. Aun cuando el aumento del porcentaje es relativamente bajo, esto puede mejorar la remoción de los contaminantes por coagulación, lo que permitirá inferir que a mayor grado

1 Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Piloto de Colombia, Cra 9A N.º 45A – 44, Bogotá, 110231, Colombia

2 Estudiante de Doctorado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Cll. 222 N.º55-07 Bogotá, Colombia

3 Facultad de Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Cll. 222 N.º55-07, Bogotá, Colombia.

4 Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, Plaza Tiradentes, 416 Centro Inconfidentes – MG, 37576-000, Brasil

5 Facultad de Ciencias, Programa de Química, grupo de investigación Sostenibilidad Ambiental, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Cll. 222 N.º55-07 Bogotá, Colombia

6 Facultad de Ingeniería–Programa de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia, Cra0 9A N.º 45A – 44, Bogotá, 110231, Colombia

de desacetilación mayor es la remoción de contaminantes; debido posiblemente a las interacciones electrostáticas generadas entre los iones en solución y los grupos funcionales (aminas) presentes en la cadena polimérica del quitosano [5].

Referencias

1. Grupo Editorial El Colombiano. (2022) *Consumo y demanda de pescado en Colombia continúan a la baja*. Publicado el 11 de enero de 2022. Disponible en <https://www.elcolombiano.com/negocios/consumo-de-pescado-en-colombia-sigue-siendo-bajo-EF16311151>.
2. *Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*. Proyecto de grado Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2017). <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5609>
3. *Extracción y caracterización de quitosano obtenido a partir de residuos del procesamiento de camarón Penaeus monodon*. Proyecto de grado Universidad de los Andes. (2022).
4. Tafur Bravo, L y Quevedo Salas, R. Alternativa para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto de camarón. Proyecto de grado Universidad del Tolima. (2014). https://www.academia.edu/es/72558488/Alternativa_para_el_tratamiento_de_aguas_residuales_cromadas_con_Quitosano_extra%3%ADdo_del_exoesqueleto_de_camar%3%B3n
5. Alas Casco, A y Ventura Cruz, D. Estudio del grado de desacetilación del quitosano y su influencia en la remoción de plomo presente en aguas no potables. Proyecto de grado Universidad de el Salvador. (2007). <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4754/>

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones Universidad Piloto de Colombia y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A por el apoyo logístico y financiero por medio del proyecto “PID-HBTS-14848-2022-Usa del coagulante natural quitosano como alternativa para tratar aguas residuales industriales provenientes de laboratorios cosméticos, curtiembres e industrias de tratamientos térmicos”.

WO
51

Efecto de la porosidad y química superficial en la adsorción de surfactantes

Aida Ramírez Arias¹

Juan Carlos Moreno Piraján²

Joaquín Silvestre Alberó³

Erika Jardim³, Liliana Giraldo⁴

E-mail de correspondencia: jumoreno@uniandes.edu.co

1 Dpto. de Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Cra 3 N.º 26A – 40, Bogotá, Colombia.

2 Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia.

3 Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n 03690, Alicante, España.

4 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria Cra 30. -45-06. Bogotá, 111711, Colombia.

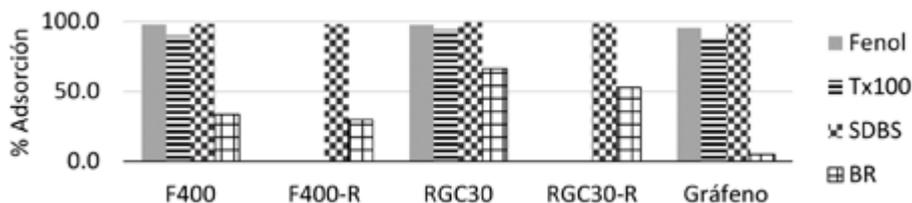


Figura 1. Porcentaje de adsorción de fenol, Tx-100, SDBS y Br en los diferentes sólidos carbonosos.

La degradación de surfactantes a nivel industrial se realiza por diferentes métodos, tales como: extracción por embudo de separación, fotocatalisis, oxidación mediante el uso de oxidantes tradicionales, fotooxidación, entre otros [1]. En esta investigación se evaluará el proceso de adsorción, debido a sus bajos costos y practicidad. Se evaluará la adsorción de tres tipos de surfactantes: No-iónico (Tritón X-100), Catiónico (Bromuro de cetetildimonio) y aniónico (Dodecilbenzeno sulfonato sódico) en óxido de grafeno, un carbón microporoso (F400), mesoporoso (RGC30) y funcionalización de RGC30 [2]. Adicionalmente, se emplea una molécula de referencia (fenol).

Se encontró (Figura 1) que para el caso del fenol la adsorción presenta un porcentaje mayor al 95%; mientras que para el surfactante no-iónico Triton X-100 para un material altamente microporoso como el F400 presenta la mayor adsorción (95%); pero que en materiales micro-mesoporosos como RGC30 y para el Grafeno disminuye la capacidad de adsorción en aproximadamente un 5%. Por lo cual se puede afirmar que la porosidad del adsorbente no influye de una manera en la adsorción del surfactante no-iónico (Tx-100). Por tal razón, se cree que para el caso del Surfactante no-iónico lo determinante es la química superficial. Adicionalmente, se observa que para F400, RGC30 y Grafeno, se consigue casi una cantidad de remoción completa para fenol, SDBS y TX-100, debido a una mayor difusión e interacción con los electrones π . El surfactante catiónico presenta los menores porcentajes de adsorción para los tres tipos de adsorbentes empleados. En el caso del Grafeno como adsorbente la adsorción de EtBr es menor al 5%, ya que su superficie es ácida pH 3,21 y no se ve favorecida la adsorción de la especie catiónica.

Referencias

1. Fontes, J., Pereda, S., Bussi, J. *Química sustentable*. Santa Fe, Argentina. UNL. 2004.
2. Geim, A., Novoselov, K. (2007) The rise of graphene. *Nature materials*. 6, 183-191. <https://www.nature.com/articles/nmat1849>

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química de la Universidad de los Andes y al Departamento de Química inorgánica de la Universidad de Alicante.

Desarrollo de nanodetectores novedosos en fluidos de perforación para la identificación de la contribución de diferentes zonas productoras en yacimientos de carbonato naturalmente fracturados: del laboratorio a implementación a nivel de campo

Camilo A. Franco¹

Karol Zapata¹

Farid B. Cortés¹

Liliana M. Paramo²

Paola A. Garzón²

Diego A Ramirez²

David Jaramillo²

E-mail de correspondencia: caafancoar@unal.edu.co

Los yacimientos de carbonatos desempeñan un papel importante en el suministro mundial de energía ya que representan cerca del 60 % de las reservas mundiales de hidrocarburos. Los pozos perforados en dichos yacimientos pueden completarse a hueco abierto. Sin embargo, este tipo de terminación dificulta la identificación de las zonas de dónde proviene la producción de petróleo que permita a futuro optimizar las operaciones de extracción de crudo. El objetivo de esta investigación fue desarrollar e incorporar Nanodetectores (NDs) en fluidos de perforación para identificar la contribución de las diferentes zonas productoras en un yacimiento de carbonato. Para ello, se sintetizaron nanocápsulas basadas en puntos cuánticos de carbono (CQD por sus siglas en inglés), diseñadas inteligentemente para una interacción específica con el crudo y, en consecuencia, liberación del compuesto activo que emita fluorescencia en superficie como indicador de la presencia de fracturas. La tecnología se aseguró a escala de laboratorio mediante síntesis, caracterización y pruebas de solubilidad de los NDs, compatibilidad con los fluidos del yacimiento, determinación de las propiedades fisicoquímicas del lodo suplementado y finalmente curvas de calibración de NDs en el lodo después del contacto con el crudo. A continuación, la tecnología fue implementada con éxito en un campo petrolero colombiano. Con la presente investigación se logró el desarrollo de tres diferentes nanodetectores fluorescentes, tipo nanocápsulas, con tamaños en el régimen nanométrico

1 Dpto. de Procesos y Energía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Cra 80 N.º 65 - 223, Medellín, 050034, Colombia

2 Parex Resources Colombia Ltda., Bogotá 110111, Colombia

entre 7 nm y 90 nm, liposolubles, compatibles con los fluidos de yacimiento, que no alteran negativamente las propiedades de los lodos de perforación y de carácter escalable en cuanto su síntesis. Los perfiles de concentración de los NDs en la superficie durante las operaciones de perforación permitieron identificar las zonas de contribución de producción para toda la sección del pozo perforada en el yacimiento que posteriormente se correlacionaron con fracturas naturales identificadas utilizando otras técnicas como registros de imágenes. La implementación de nanodetectores permitirá determinar qué fracturas están contribuyendo a la producción de crudo en un pozo y traerá una herramienta valiosa para diseñar un modelo de simulación de terminación de pozos, aumentando la eficiencia y optimizando los costos y fluidos asociados con estas operaciones. Además, se reducirá el impacto ambiental asociado a la vida productiva del pozo. Hasta donde se tiene conocimiento, actualmente no existen reportes sobre una tecnología escalable relacionada con la síntesis de nanocápsulas fluorescentes y no polares para la detección de zonas de fractura en pozos con operaciones de perforación y completamiento en hueco abierto, lo que constituye una propuesta novedosa que ha trascendido del laboratorio al campo en pocos meses.

wo
54

Caracterización estructural rápida y precisa de catalizadores y soportes de catalizadores mediante adsorción de gas

Nathalia Prieto¹

E-mail de correspondencia: nathalia.prieto@anton-paar.com

Las propiedades físicas de los catalizadores heterogéneos como el área superficial, el tamaño y el volumen de los poros, en particular del soporte, pueden afectar la carga de dispersión de metales logradas durante la síntesis del catalizador, así como la estabilidad mecánica y reciclabilidad.

Se presentará una introducción a fisorción, incluyendo la elección del adsorbente y una discusión sobre los métodos de reducción de datos de última generación para la determinación del área superficial y el tamaño de los poros.

Se discutirá tanto el cumplimiento con la norma ASTM D4222 como la velocidad del análisis, con mediciones de área superficial BET para 4 muestras en tan solo 20 minutos.

¹ Anton Paar, Product Specialist

Set-up and operating of a new Vacuum Pressure Swing Adsorption lab-scale plant for biogas upgrading

Esther Pancione¹

Francesco La Motta²

Alessandro Boffa²

Amedeo Lancia¹

Alessandro Erto¹

E-mail de correspondencia: aleserto@unina.it

Biogas (a mixture of 50–80 % CH₄, 20–50 % CO₂ and other trace components, resulting from anaerobic digestion of organic matter) is considered a valuable energy carrier to address the current global energy and climate crisis. It can be directly used as a fuel or can be subject to a further “upgrading” process, that is the removal of carbon dioxide and other contaminants to get the so-called biomethane. This process allows increasing the calorific value of the gas, hence obtaining a product that meets fuel gas specifications and is capable of fully replacing natural gas derived from fossil fuels.

Adsorption is one of the promising technologies for biogas upgrading, thanks to its high removal efficiencies, achievable with low cost, easy operation, safety, and robustness. To favor the reverse process of desorption it is possible to proceed by increasing the temperature, with the Temperature Swing Adsorption (TSA) technique, or by decreasing the pressure. Pressure decreasing can be atmospheric (PSA) or below atmospheric pressure (VSA). The combination Adsorption and Vacuum regeneration defines the Vacuum Pressure Swing Adsorption (VPSA) technology.

PSA (or VPSA) technology has an enormous potential for gas separation and purification; however, the commercial development of this technology still presents challenges, mainly to identify the adsorbent and to design a cycle (adsorption and regeneration steps), which allows the best process performance.

Both requirements can be investigated by using a VPSA laboratory plant consists of five cylindrical columns of stainless steel. Seven solenoid valves are associated with each column, open or closed depending on the specific operation to be performed. The experimental apparatus allows to work both in breakthrough mode, performing tests in a single generic column, and in PSA mode, with the possibility to define a VPSA cycle, using from two to five columns. Dynamic breakthrough tests characterize the performance of adsorbents in terms of ad-

¹ Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Piazzale Tecchio 80 - 80125, Napoli - Italia

² Oiltech srl, Via Caviglia, 3 - 20139 Milan (MI) - Italy

sorption capacity, selectivity and regenerability. While PSA tests allow to define a cycle and uncover the optimal operating parameters for the process.

The aim of this work was the characterization of the plant for the set-up and the verification of proper operation, together with biogas upgrading preliminary tests. The characterization includes the definition of the fluid-dynamic behavior of the plant, using tests conducted in breakthrough mode, in single column with a bed of glass beads, for the definition of the optimal operating conditions to operate the plant. In addition, operating procedures for plant operation were defined, both for thermodynamic (i.e. adsorption isotherms) and kinetic (i.e. breakthrough curves) tests on specific adsorbents, as well as for the realization of VPSA cycles, for the commissioning of the plant and its potential. Adsorption and desorption tests, conducted to test the stability and regenerability of the sorbent, are critical to the practical application of the VPSA process on a large scale. In fact, the cost of the raw material and the useful life of an adsorbent have an influential effect on the cost and, as a consequence, on the viability of the plant.

WO
56

Oportunidades de almacenamiento de hidrógeno en diversos materiales: Una revisión de literatura

Rocío Sierra Ramírez¹

Juan Carlos Moreno Pirajan²

E-mail de correspondencia: rsierra@uniandes.edu.co

En los últimos años el hidrógeno (H_2) ha adquirido un rol protagónico sin precedente, impulsado por varios factores tales como el creciente número de industrias en las que es aplicable y el potencial en términos de independencia energética y alimentaria de las naciones. Un aspecto importante en toda la cadena de valor del hidrógeno es su almacenamiento que debe ser eficiente y alcanzable. Una opción importante es el desarrollo de materiales sólidos para la adecuada adsorción y posterior desorción del H_2 . El hidrógeno puede almacenarse en metales puros como el magnesio. El MgH_2 tiene una alta capacidad de almacenamiento (cerca de $130 \text{ kg } H_2/m^3$) y densidad gravimétrica (cerca del 7.6 %), sin embargo, la temperatura de equilibrio de deshidrogenación es alta ($>209 \text{ }^\circ\text{C}$ a 1 atm) y la cinética de absorción y desorción es demasiado lenta. Es por esto, que se ha probado un enorme número de otros compuestos inorgánicos (otros hidruros), algunos compuestos orgánicos como los *Metalic Organic Frameworks*

¹ Dpto. de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia.

² Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia

(MOFs) y materiales carbonosos. En esta charla se revisa la historia de desarrollo de esta tecnología de almacenamiento (el denominado “hidrógeno sólido”), además de aspectos técnicos y sociales asociados. Los aspectos técnicos visitados son el tipo de compuesto, la cinética de sorción, la microestructura del material y su morfología. Los aspectos sociales incluyen el tipo de terreno, aspectos culturales y las reglamentaciones lo mismo que la necesidad de una perspectiva femenina para investigar e impulsar la innovación en el campo energético.

Referencias

1. IEA-a, The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities, (2019). Technology Report Agency, <https://doi.org/10.1787/1e0514c4-en>
2. Dematteis, E; Barale J; Crono, M. & Sciullo, A. (2021) Solid-state systems and the relevance of a gender perspective. *Energies* 14(19): 6158 DOI:10.3390/en14196158

WO
57

Adsorción dinámica de CO₂ en carbones activados con diferentes propiedades fisicoquímicas

Ana María Carvajal-Bernal ¹

Alessandro Erto²

Marco Balsamo ²

Valentina Bernal ³

Liliana Giraldo ¹

Fernando Gomez-Granados ¹

Juan Carlos Moreno-Piraján ³

E-mail de correspondencia: amcarvajalb@unal.edu.co

Diferentes actividades antropogénicas, especialmente aquellas que dependen de los combustibles fósiles, han generado un aumento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Lo que está directamente relacionado con la formación de lluvia ácida y el calentamiento global debido al efecto invernadero [1].

Actualmente se encuentran a prueba varios métodos que permiten disminuir la concentración de este gas en la atmósfera, uno de ellos es la adsorción en carbones activados. Con esta tecnología se ha alcanzado un alto rendimiento en la captura y almacenamiento de CO₂. Además, estos adsorbentes son económicos y fácilmente regenerables. Se considera que la capacidad de adsorción de este

1. Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia;

2. Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università degli Studi di Napoli Federico II. Napoli, Italia

3. Dpto. de Química, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

gas depende de las características fisicoquímicas del carbón activado como la microporosidad (aquella por debajo de 0,7 nm tiene un papel importante en el proceso) y los grupos químicos superficiales. También, la capacidad de adsorción disminuye a medida que aumenta la temperatura [1].

En este estudio se evaluó la adsorción de CO₂ en tres carbones activados con diferentes características fisicoquímicas. Los adsorbentes consistieron en un carbón activado comercial (CAG) el cual fue modificado con tratamientos químicos (oxidación con HNO₃ (CAO) y físicos (carbonización a 1073 K (CAR1073)). Se evaluó el efecto de estas modificaciones en la adsorción de CO₂ mediante un proceso dinámico a diferentes temperaturas.

Los resultados muestran capacidades de adsorción de CO₂ de 0.83 mmol Kg⁻¹, para el adsorbente con mayor microporosidad menor a 10 Å, indicando que la adsorción es favorecida para carbones activados con mayor microporosidad.

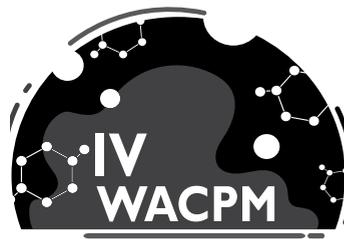
Referencias

1. Balsamo, M.; Budinova, T.; Erto, A.; Lancia, A.; Petrova, B.; Petrov, N.; Tsyntsarski, B. (2013) CO₂ adsorption onto synthetic activated carbon: Kinetic, thermodynamic and regeneration studies. *Separation and Purification Technology* 116, 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2013.05.041>

Revista

INGENIARE

Año 18 • N.º 33 (Suplemento) noviembre de 2022 • Barranquilla - Colombia • ISSN 2390-0504



POSTER

Evaluación de la pirólisis de desecho de Discos Compactos (CDs) en atmósfera de CO₂ para la obtención de combustible líquido

Gabriel de Jesús Camargo Vargas¹

Sergio Andrés Medina Gaspar²

Siby I. Garces Polo²

Rafael Nikolay Agudelo Valencia¹

Liliana Giraldo Gutiérrez³

Juan Carlos Moreno Piraján⁴

E-mail de correspondencia: *gabriel.camargov@unilibre.edu.co*

El uso creciente e insostenible del plástico contribuyen a los actuales problemas de contaminación ambiental. En la ciudad de Bogotá, el 56% de los residuos son plásticos de un solo uso, de estos, los CD desechados aportan un estimado de 10 toneladas mensuales, solo en la capital colombiana sin contar que la mayor parte de estos residuos llegan a los vertederos, contribuyendo aún más a la problemática ambiental actual y, además, la del país que, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, serán los 321 vertederos del país los que cumplirán su vida útil en los próximos años.

Este trabajo se realizó para determinar el potencial combustible de los residuos generados por los CDs usados mediante pirólisis en una atmósfera de CO₂. Se utilizó un diseño factorial 2 k, con dos variables de respuesta: temperatura final de pirólisis de 400 y 600 °C y velocidad de calentamiento de 5 °C/min y 10 °C/min con ayuda del análisis termogravimétrico. La caracterización de la materia prima y los compuestos obtenidos se realizaron mediante análisis próximo, análisis último, poder calorífico superior, solubilidad, así como identificación de grupos químicos funcionales mediante FTIR, y poder calorífico de los productos y material de partida. El sólido y líquido que presentaron mejores propiedades fisicoquímicas fue el que se sometió a temperatura de 600 °C, obteniendo un poder calorífico de 35809,74 y 35969,61 KJ/kg respectivamente, 39.438% de carbono fijo y alta solubilidad en el éter en el líquidos obtenidos, con esto se concluye que el proceso se ve afectado principalmente por la temperatura de reacción, permitiendo mejores resultados.

Los productos líquidos tienen un poder calorífico aproximadamente un 17% inferior al de las gasolinas comerciales, siendo un factor alentador porque en última instancia este producto podría ser utilizado como combustible alternativo.

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Bogotá, 111711, Colombia.

2 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Barranquilla, 080002, Colombia.

3 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria Cra 30. -45-06. Bogotá, 111711, Colombia

4 Dpto. de Química., Universidad de los Andes, Cra 1 N° 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

Por otro lado, el sólido obtenido tiene características interesantes ya que contiene un valor calorífico cercano a los 36 MJ/kg, lo que lo hace atractivo para su uso en industrias de fabricación de hierro como carbón alternativo. A partir de CD residual, fue posible obtener compuestos combustibles tanto sólidos como líquidos, mediante el proceso de descomposición termoquímica de pirólisis. Se espera probar el potencial de adsorción de CO₂ de los biochar a presión atmosférica y baja temperatura para comprobar su aplicación potencial en los procesos de almacenamiento y captura.

Referencias

1. Castro, D. (2018). Evaluación del proceso de pirólisis aplicado al material lignocelulósico residual proveniente del pino patula en atmósfera de CO₂. Universidad Libre-Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica. Bogotá D.C., Colombia. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11025> Everett DH. Adsorption hysteresis. In: Flood EA, editor. (1967). The Solid-Gas Interface, New York; Dekker; p. 1055-1113.
2. Greenpeace. (2020). Colombia. <https://www.greenpeace.org/colombia/>

Agradecimientos

A la Universidad Libre y Universidad de los Andes por el apoyo en el desarrollo experimental de este trabajo.

WP
02

Bioacumulación de arsénico (As) en *Oreochromis sp*, *Prochilodus magdalenae*, *Istiophorus platypterus*, *Coryphaena hippurus* y *Micropogonias furnieri*: una revisión

Ana del Carmen Jiménez Olmos¹

Jessica Paola Mercado Paez^{1,2}

Fredys Sanchez-Catalan^{1,2}

Boris Gabriel Johnson²

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: adjimenez@uniguajira.edu.co

En la actualidad la contaminación por Arsénico (As) en los cuerpos de agua representa una preocupación a nivel mundial; ya que debido a su composición

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad de La Guajira.

2 Grupo de Investigación Química y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Cartagena.

química se considera persistente, de difícil degradación y bioacumulable. En los peces este tiende a acumularse en tejido muscular, hepático y branquias; por lo tanto, son los tejidos más empleados para medir los niveles de dicho contaminante. Actualmente las investigaciones acerca de los niveles de concentración de As en especies ícticas son de vital importancia ya que este puede producir efectos fisiológicos y bioquímicos adversos, relacionados con la reproducción, crecimiento poblacional, trastornos inmunitarios, daño celular, muerte tisular entre otros. Con base en estudios recientes se relacionaron y compararon las concentraciones de As encontradas en *Oreochromis sp*, *Prochilodus magdalenae*, *Istiophorus platypterus*, *Coryphaena hippuru* y *Micropogonias furnieri*. En esta revisión se encontraron concentraciones de As total para *Oreochromis sp* y *Prochilodus magdalenae* en músculo de 3 mg/kg, para *Istiophorus platypterus* en músculo oscilando en un rango de 0,5 a 3,3 mg/kg, seguido por riñón con un rango desde 2,0 a 4,0 mg/kg, hígado desde 1,5 a 6,1 mg/kg, las gónadas exhibieron las concentraciones máximas de As total oscilando entre 0,8 a 45,2 mg/kg, para *Coryphaena hippuru* los niveles de As total en músculo fueron de 0,13 a 4,19 mg/kg, riñón 4,37 a 6,19 mg/kg, hígado 6,80 y 7,77 mg/kg, las gónadas evidenciaron los niveles más bajos 0,08 mg/kg. Para *Micropogonias furnieri* los valores detectables de As que se encontraron en tejido muscular y hepático fueron 0,22 a 0,05 mg/g y 1,82 a 2,55 mg/g respectivamente. De acuerdo a los resultados, *Coryphaena hippuru* e *Istiophorus platypterus* son las especies con mayor capacidad de acumulación de As, seguidas de *Oreochromis sp*, *Prochilodus magdalenae* y *Micropogonias furnieri*. Esto se relaciona con múltiples factores ambientales o biológicos como el grado de exposición, así mismo se establecen los patrones de distribución de As para las especies; en este contexto se determinó que la concentración de As en estas especies está directamente relacionada con la longitud de los individuos.

Referencias

1. Berges-Tiznado, ME, Márquez-Farjás, F., Torres-Rojas, Y., Galván Magaña, F., & Páez-Osuna, F. (2015). Mercurio y selenio en tejidos y contenido estomacal del pez vela migratorio, *Istiophorus platypterus*, del Pacífico oriental: concentración, biomagnificación e ingesta dietética. *Boletín de contaminación marina*, 101, 349-358.
2. Ferrante, M., Napoli, S., Grasso, A., Zccarelo, P., Cristaldi, A., & Copat, C. (2019) Revisión sistemática de arsénico en pescados y mariscos frescos del mar Mediterráneo y las costas atlánticas europeas: una evaluación de riesgos para la salud. *Toxicología alimentaria y química*, 126: 322-331.
3. Rejomon, G.; Nair, M.; Joseph, T. (2010). Dinámica de metales traza en peces de la costa suroeste de la India. *Reinar. Monitorear Assess*. 167: 243-255.
4. Sharma, Mary Sohn, (2009). Aquatic arsenic: Toxicity, speciation, transformations, and remediation, *Environment International*, 35(Issue 4): 743-759.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022 e igualmente al Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación (Min

Ciencias) por financiar el proyecto BPIN 2020000100427 mediante el fondo de regalías de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre, San Andrés y Providencia.

WP
03

Depuración de aguas superficiales y aguas subterráneas de los municipios de Santa Catalina y Morales (Bolívar) contaminadas con metales pesados usando biocarbones sintetizados a partir de escamas de pescado

Luis Enrique Ramírez De La Hoz^{1,2,3}

Farrah Cañavera Buelvas²

Jairo Enrique Salazar Barrios²

Liliana Giraldo Gutierrez³

José Manuel Martínez Gil¹

Juan Carlos Moreno-Piraján⁴

E-mail de correspondencia: leramirez@mail.uniatlantico.edu.co.

La contaminación por metales pesados de aguas superficiales y subterráneas ha ido en aumento en las últimas décadas debido a las acciones de origen natural y antropogénico [3], [1] entre las acciones naturales tenemos: las escorrentías terrestres, erosión del suelo, entre otras [2]; mientras que entre las acciones antropogénicas encontramos actividades domésticas industriales y comerciales (Ali, 2019). Esta propuesta de investigación busca darle una solución a largo plazo a esta situación a través de mecanismos de depuración de aguas superficiales y subterráneas contaminadas por metales pesados como, Au, Hg, Cd, Cr, Zn y Ni (Martín, 2020) a partir de biocarbones sintetizados a base de escamas de pescado. Se tomarían muestras de aguas superficiales del río Simitú y también muestras subterráneas provenientes de pozos ubicados en los municipios de Santa Catalina y Morales en el departamento de Bolívar, las cuales serán tratadas y analizadas para determinar la presencia de metales pesados como: Au, Hg, Cd, Cr, Zn y Ni, la presencia de estos metales se determinará por espectroscopía de absorción atómica (AA). Como insumo para la síntesis de biocarbones, se reco-

1 Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía Maicao, Riohacha - La Guajira 4400, Colombia

2 Facultad de Ciencias Básicas, Grupo de Investigación de Ciencias, Tecnología e Investigación, Universidad Del Atlántico, Cra 30 Número 8- 49, Puerto Colombia, 081007, Colombia

3 Dpto. de Química, Facultad de Ciencias, Grupo de Calorimetría, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Cra 30. 45-06. Bogotá, 111711, Colombia

4 Dpto. de Química, Facultad de Ciencias Grupo de Investigación en Sólidos Porosos, Universidad de los Andes, Cra 1 n.º 18A - 12, Bogotá, 111711,

lectarán escamas de especies ícticas obtenidas de la fauna de pesca de los corregimientos asentados a la ribera del río Simití y bahía de Cartagena. Las escamas previamente secadas a temperatura ambiente se someterán a un proceso de calcinación entre 300- 400 °C. Una vez transcurrido el tiempo de calcinación, los biocarbones serán caracterizados mediante espectroscopía infrarroja (FTIR), Raman, difracción de rayos X (DR-X), Isotermas de N₂ a 77 K y SEM-EDS. Con ello se pretende dar respuesta a dos problemáticas a saber: la primera relacionada con la contaminación ocasionada a nivel ambiental y sanitario por metales pesados, y la segunda relacionada con el impacto generado por la mala deposición y almacenamiento de los desechos ícticos como las escamas de pescado.

Palabras claves: Depuración, Aguas superficiales, Aguas Subterráneas, Metales pesados, Biocarbones, Escamas, Bioadsorción.

Referencias

1. Jabłońska-Czapla, M., & Grygoyć, K. (2022) Selected critical technological elements as indicators of anthropogenic contamination of surface water and suspended solids in the example of the Biała Przemsza river (Poland). *Chemosphere*, 307(Pt2):135801. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135801>
2. Sharma, Raju, JN. Singh & Sreelesh. (2022) Heavy metal pollution in groundwater in the urban environs of Delhi: pollution indices and health risk assessment. *Urban Climate*, 45, 101233. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101233>. Borrelli, Ballabio, C., Yang, J.E., Robinson D.A., and Panagos P. (2022) GloSEM: Global High-Resolution Estimates of Present and Future Soil Displacement on Cropland by Water Erosion. *Scientific Data*, 9(406), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01489-x4>. Ali, Khan E. and Ilahi I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity and bioaccumulation. *Chemistry Journal*. 2019. ID 6730305 <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
5. Martín, Arias, J., López, L. Santos, C. Venegas, M. Duarte,.. & CC. Zambrano. (2020), Evaluation of the effect of gold mining on water quality in Monterrey, Bolívar (Colombia). *Water*, 12(9), 2523. <https://doi.org/10.3390/w12092523>

WP
04

Bioacumulación de plomo en algunas especies ícticas del caribe colombiano: una revisión

Rita Laudith Brugés González¹

Jessica Paola Mercado Paez^{1,2}

Fredys Sanchez-Catalan^{1,2}

Boris Gabriel Johnson²

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: rbruges@uniguajira.edu.co

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas., Universidad de La Guajira.

2 Grupo de Investigación Química y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Cartagena.

Los ecosistemas marinos del Caribe Colombiano presentan una alta biodiversidad que ofrecen una serie de servicios ecosistémicos de los cuales se beneficia la sociedad, sin embargo, es uno de los más vulnerables debido a la contaminación generada por actividades económicas cuyo desarrollo implica la producción de residuos altamente tóxicos, persistentes y nocivos para la vida, como lo son los metales pesados, entre ellos el Plomo (Pb), el cual es fácilmente bioacumulado por las especies ícticas ya sea por intercambio iónico durante la respiración, adsorción cutánea o a través de la dieta. El Pb es un agente estresor que ocasiona una serie de alteraciones fisiológicas y bioquímicas en los peces, generando una mayor respuesta oxidativa, es genotóxico, causa disbiosis intestinal, necrosis entre otros efectos que representan un riesgo no sólo para la supervivencia de las poblaciones ícticas, sino que también puede tener repercusiones sobre la economía y la salud humana, debido a que la proteína de origen íctico es altamente comercializada y una de las más consumidas en la región.

En esta revisión se evaluaron, los niveles de bioacumulación de Pb en las diferentes especies ícticas marinas a lo largo del caribe colombiano, los factores en común que influyen en la contaminación de estos ecosistemas, la relación con el aumento del xenobiótico en los organismos acuáticos y las características eco tróficas que pueden incidir en el aumento de la bioacumulación por Pb. Se encontraron altas concentraciones de Pb en las especies ícticas analizadas en esta revisión, superando así los niveles máximos permitidos internacionalmente (0,30 mg/kg) lo cual evidencia la alta degradación ambiental generada por las actividades industriales, mineras y turísticas en los diferentes puntos estudiados, así mismo, se puede establecer una relación entre la posición trófica y la mayor bioacumulación de Pb, siendo los individuos carnívoros los más afectados.

Referencias

1. Lee, J.W., Choi, H., Hwang, U.K., Kang, J.C., Kang, Y.J., Kim, K.I., Kim, J.H. (2019). Toxic effects of lead exposure on bioaccumulation, oxidative stress, neurotoxicity, and immune responses in fish: A review. *Environmental toxicology and pharmacology*, 68, 101-108. doi: 10.1016/j.etap.2019.03.010.
2. Pemberthy, D., Padilla, Y., Peñuela, G.A., Assessment of chromium, lead and mercury in seawater and some fish species from the Gulf of Uraba, Colombian Caribbean: a baseline study. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), (2021), 16804-16815. doi: 10.1007/s11356-020-11894-7.
3. C. Vasquez-Carrillo, K. Sullivan Sealey. Biodiversity of Upwelling Coastal Systems of the Southern Caribbean Sea Adjacent to Guajira Peninsula. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(8), (2021). 846.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

Síntesis de carbones a partir del residuo del tequila para la obtención de baterías de Li-S

J. A. Arcibar Orozco¹

L. E. Arvizu Rodríguez¹

M. A. Olvera Sosa²

L. F. Cházaro-Ruiz²

J. R. Rangel- Méndez²

M. Avalos-Borja²

E-mail de correspondencia: Javier.arcibar@gmail.com

La crisis energética actual, ha llevado a la búsqueda de nuevos y más eficientes sistemas de transformación y almacenamiento de energía. Las baterías de Li-S (LISB) tienen un enorme potencial de aplicación dada su elevada capacidad teórica de 1675 mA h/g⁻¹ [1]. Sin embargo, tienen varias limitaciones que han impedido su aplicación en escalas masivas, entre ellas el más importante es la formación de polisulfuros que llevan a la pasivación del ánodo y la pérdida de material en el cátodo, haciendo que eventualmente se pierda la capacidad de carga. Una manera de solventar esta problemática es la deposición de azufre en materiales porosos de carbón, donde los polisulfuros puedan quedar retenidos y continuar su proceso de reducción. Cuando la fuente de biomasa para la síntesis del carbón poroso proviene de un residuo, se hace una enorme aportación a los conceptos de sostenibilidad y economía circular. En México, cada año se producen enormes cantidades de bagazo de agave, derivado de la producción del tequila. Este material es rico en carbón y contiene en su estructura cavidades y canales que se mantienen cuando es transformado en carbón favoreciendo la deposición de azufre.

El presente proyecto describe la síntesis de carbón poroso a partir de bagazo de agave y su empleo en la síntesis de baterías de litio-azufre. Al bagazo de agave (agave tequilana) se impregnó con ZnCl₂ y se pirolizó a condiciones reportadas [2], de forma que se obtuvieran diferentes porosidades y que aquí se denotarán simplemente como baja, media y alta. Los compositos de carbón-azufre se sintetizaron mediante reducción ácida de tiosulfato de sodio. El cátodo se preparó por el método de formación de película y empleando negro de carbón como aditivo, NMP como agente aglomerante y DMSO como solvente. Se ensamblaron y midieron baterías tipo CR2032, empleando litio metálico como ánodo.

1 CIATEC, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, León, Guanajuato, 37545, México.

2 Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78545, México.

Los resultados de la caracterización de los carbones arrojaron áreas específicas de 0 en el material con baja porosidad 2, 1596, and 1340 m^2g^{-1} para los materiales con baja, media y alta porosidad respectivamente. Las imágenes de microscopia demostraron que la deposición de azufre fue homogénea en toda la superficie del carbón y sugirieron que los poros fueron efectivamente llenados por el azufre. El contenido de azufre varió alrededor de un 40%. Se corroboró que el azufre se encuentra en estado octaédrico y que se encuentra también fuera del sistema poroso del carbón. Las baterías de Li-S demostraron una elevada capacidad inicial (mayor a 1240 mAh g^{-1}) y que rápidamente disminuyó después de los primeros ciclos de carga y descarga para estabilizarse alrededor de 1 000 mA h/g^{-1} . El cambiar la relación carbón-azufre parece que incrementa el rendimiento de las baterías.

Referencias

1 Zhu, K., Wang, C., Chi, Z., Ke, F., Yang, Y., Wang, A., Wang, W., Miao L. (2019) How Far Away Are Lithium-Sulfur Batteries From Commercialization?, *Frontiers in Energy Research*, 7. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00123>

2 Nieto-Delgado C., Terrones M., Rangel-Mendez J.R. (2011) Development of highly microporous activated carbon from the alcoholic beverage industry organic by-products, *Biomass and Bioenergy*, 35(Issue 1):103-112.

WP
07

Carbones activados mesoporosos para adsorción de compuestos orgánicos e inorgánicos en solución acuosa

Nancy Verónica Pérez Aguilar¹

Karen Aglaet Luna Fuentes²

Paola Aldaba Lucio³

Marco Neftalí Elías Zúñiga⁴

Irene Gallegos García⁵

Marco Antonio García Lobato⁶

Ernesto Oyervides Muñoz⁷

Rosa Idalia Narro Céspedes⁸

Nahúm Andrés Medellín Castillo⁹

Selene Berber Mendoza¹⁰

E-mail de correspondencia: nancyperez@uadec.edu.mx

1-7 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Boulevard Venustiano carranza y José Cárdenas Valdés, 25280, Saltillo, Coahuila, México.

9-10 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 304, 78210, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

En esta investigación se presentan resultados preliminares de la activación de carbón mineral del noreste de México con estrategias de impregnación química y tratamiento térmico a temperatura superior a 700 °C. En la etapa de impregnación química se utilizaron ácido sulfúrico, ácido fosfórico e hidróxido de potasio con diferente concentración. La activación térmica se realizó con atmósfera de aire o de nitrógeno y temperaturas de 700 °C hasta 900 °C por una hora. Posteriormente se realizó el tratamiento de dos muestras con plasma durante 1 h para modificar la superficie de las muestras. De los carbones activados obtenidos, se seleccionaron dos muestras que se identificaron como CAK, CAKP, que se utilizaron en la remoción de fenol, registrando Q_m de 70 y 20 mg/g, respectivamente, además de la remoción de acetaminofén, para el que reportaron 200 y 170 mg/g, respectivamente, en ambos casos, las isothermas se obtuvieron a pH 6 y 25 °C. Para el caso de los carbones impregnados en medio ácido, se seleccionaron tres muestras, CAH1, CAH1P y CAH2 para medir su capacidad de adsorción de plomo, registrando para CAH2 hasta 70 mg/g a pH 5 y 25 °C, mientras que CAH1 y CAH1P reportaron menos de 20mg/g. De todas las muestras preparadas, CAK registró mejores propiedades texturales, con un área superficial específica de 820 m²/g y 0.113 cm³/g volumen de poros. La impregnación con un agente alcalino, KOH es más eficiente para la activación del carbón mineral precursor, generando mayor porosidad y área superficial específica para la obtención de un material con propiedades adsorbentes a partir del carbón sub-bituminoso de la región noreste de México.

Referencias

1. Bahri, M. A., Calvo, L., Gilarranz, M.A., Rodríguez, J.J. (2012). Activated carbon from grape seeds upon chemical activation with phosphoric acid: Application to the adsorption of diuron from water. *Chemical Engineering Journal*. 203: 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.07.053>
2. Wang, L., Guo, Y., Zou, B., Rong, C., Ma, X., Qu, Y., Wang, Z. (2011). High surface area porous carbons prepared from hydrochars by phosphoric acid activation. *Bioresour Technol*, 102(2):1947-1950. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.08.100>
3. Xueyang Zhang, B. G. (2019). Chemically activated hydrochar as an effective adsorbent for volatile organic compounds (VOCs). *Chemosphere*, 218:680-686. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.144>

Agradecimientos

Al COECYT de Coahuila por el financiamiento otorgado al Proyecto COAH-2021-C15-C115.

Remoción de cadmio y plomo por biomasa de *Sargassum spp.* en disolución acuosa

Lázaro Adrián González Fernández¹

Nahum Andrés Medellín Castillo¹

Amado Enrique Navarro Frómata²

Candy Carranza Álvarez¹

Rogelio Flores Ramírez¹

Paola Elizabeth Díaz Flores¹

E-mail de correspondencia: lazaroadrian1995@gmail.com

La contaminación de los recursos hídricos es un fenómeno de ocurrencia común. En particular, el agua potable ha sido de las más afectadas [1,2]. Un grupo importante de contaminantes de interés son los metales que se utilizan ampliamente en varias industrias. La presencia de iones metálicos en los efluentes industriales es extremadamente indeseable ya que son tóxicos para los organismos en la cadena trófica. También ha surgido otro problema de calidad de agua denominado sargazo, un tipo de alga marina que llega a las playas caribeñas periódicamente. El sargazo es actualmente el mayor problema ambiental en México según estudios recientes. Esta especie de macroalga parda ha afectado los ecosistemas costeros, causando la muerte de especies marinas como tortugas y peces [3].

En este trabajo se realiza la caracterización de Sargazo recolectado en el Caribe mexicano en 2021, así como estudios de adsorción de plomo y cadmio sobre esta especie. Las muestras recolectadas fueron secadas, molidas y tamizadas. Las técnicas de caracterización empleadas fueron: Microscopía Electrónica de Barrido con Energía Dispersiva de rayos X, Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier, Espectrometría Óptica de Emisión con Plasma Acoplado Inductivamente, así como la determinación de los porcentajes de humedad, cenizas, así como otros parámetros relacionados con la distribución de las cargas en la superficie de los sorbentes, etc. Los estudios de adsorción del plomo y el cadmio se realizaron mediante mediciones espectroscópicas de la concentración remanente del mismo en disolución, mostrándose resultados favorables para la remoción de estos contaminantes, lo cual permitió establecer las condiciones óptimas para su uso como biosorbente. Las capacidades de adsorción para cad-

1 Programa Multidisciplinario de Posgrados en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Dr. Manuel Nava 221, Lomas los Filtros, 78397 San Luis Potosí, S.L.P., México.

2 Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. De Reforma 168, Campestre la Paz, 74420, Izúcar de Matamoros, Pue., México.

mio y plomo sobrepasan los 200 mg/g⁻¹ y se logró establecer el efecto del pH del medio y de la temperatura en el proceso de adsorción.

Referencias

1. Rossner, A., Snyder, and Knappe, (2009) "Removal of emerging contaminants of concern by alternative adsorbents," *Water Res.*43,(15): 3787-3796.
2. Kanetoshi, Katsura, E., Ogawa, H., Ohyama, T., Kaneshima, H., and Miura, T. (1992) Acute toxicity, percutaneous absorption and effects on hepatic mixed function oxidase activities of 2, 4, 4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether (Irgasan® DP300) and its chlorinated derivatives. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*,23(1): 91-98. DOI: 10.1007/bf00226000
3. Devault, Modestin, E., Cottreau, E., Védie, F., Stiger, V., Coynel, A., & Dolique, F. (2012) The silent spring of Sargassum *Environmental Science and Pollution Research*, 28 : 15580-15583.

WP
10

Evaluación de las propiedades de capacitancia de películas de polipirrol-porfirina modificadas con puntos de carbono

Cristian Camilo Moreno Gualtero¹

Maria Teresa Cortés Montañez¹

John Jady Hurtado Belalcazar¹

Martin Emilio González Hernández¹

E-mail de correspondencia: cc.morenog@uniandes.edu.co,

marcorte@uniandes.edu.co

jj.hurtado@uniandes.edu.co,

m.gonzalezhernandez@uniandes.edu.co

Se sintetizaron Películas de Polipirrol (PPy) utilizando pulsos galvanostáticos y diferentes dopantes y co-dopantes: Ácido P-toluensulfónico (PTSA), 5,10,15,20-Tetrakis(4-sulfonatofenil) Porfirina (TPPS), su complejo de Cu(II) (TPPSCu) y puntos de Carbono (CD), con el fin de evaluar la influencia de estos compuestos en las propiedades de carga del material resultante.

Las técnicas utilizadas para evaluar el desempeño electroquímico fueron la Voltametría Cíclica (CV), ciclos Galvanostáticos de Carga y Descarga (GCD) y Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS). También se determinó el área electroquímica de las películas a través de Cronoamperometría (CA). Adicionalmente, se observó la morfología y estructura de los materiales usando microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Las capacitancias específicas obtenidas fueron: PPy/PTSA/TPPS: 244,35 F/g; PPy/PTSA/TPPSCu: 236,98 F/g; PPy/PTSA/TPPS-CD: 298,34 F/g y PPy/

¹ Universidad de los Andes. Colombia. Cra 1 N° 18A - 12, Bogotá, Colombia

PTSA/TPPSCu-CD: 334,82 F/g, medidas bajo GCD a 0,5 mA/cm² en KCl 1M. La evaluación de la retención de la capacitancia se realizó a través de la técnica de GCD a 5 mA/cm² la cual no evidenció variación importante en los sistemas: PPy/PTSA/TPPS 85% hasta 3000 ciclos PPy/PTSA/TPPSCu: 93% hasta 2000 ciclos; PPy/PTSA/TPPS-CD: 83% hasta 3000 ciclos y PPy/PTSA/TPPSCu-CD: 92% hasta 2000 ciclos.

Se evidenció que la contribución del mecanismo de carga mayoritario para la capacitancia (CT) de la película fue el mecanismo de doble capa eléctrica (Cedl) en comparación a la contribución de la pseudocapacitancia (Cps), haciendo uso del método de Trassatti[1]:

Sistema	CT	% Cedl	% Csp
PPy/pTS/TPPS	189	83	17
PPy/pTS/CuTPPS	154	76	22
PPy/pTS/TPPS/CD	244	89	11
PPy/pTS/CuTPPS/CD	286	84	16

Se propone que la pseudocapacitancia en los sistemas con porfirina de cobre es por su actividad redox, lo que tiende a aumentar las reacciones faradaicas como se evidenció en la CV.

A través de técnicas cronoamperométricas se determinó que el mecanismo de carga y los valores máximos de capacitancia están íntimamente relacionados con la técnica de síntesis, debido a que esta incide en la porosidad de los polímeros. Por esta razón, se determinó el área electroquímica de cada sistema: PPy/PTSA/TPPS: 0,382 cm²; PPy/PTSA/TPPSCu: 0,196 cm²; PPy/PTSA/TPPS-CD: 0,477 cm² y PPy/PTSA/TPPSCu-CD 0,410 cm².

Referencias

1. Thulasi, Kunnambeth M., Manikkoth, Sindhu Thalappan, Paravannoor, Anjali, Palantavida, Shajesh and Vijayan, Baiju Kizhakkelikoodayil. (2021)0. Supercapacitor electrodes based on modified titania nanotube arrays on flexible substrates. *International Journal of Materials Research*, 112(2) : 937-944. DOI:10.1515/ijmr-2020-7828

Conceptualización de un sistema de climatización por adsorción con fuente de energía solar en UNIGUAJIRA

Isaac Enrique Castillo Devoz¹

Gail Albeiro Gutiérrez Ramírez²

E-mail de correspondencia: iecastillod@uniguajira.edu.co

En el presente artículo se expone la conceptualización de un sistema de climatización por adsorción solar en un edificio de la Universidad de La Guajira apoyado en cálculos detallados de la capacidad térmica mediante *software* junto con la selección de los chillers de adsorción y el área solar. La metodología comprende un *software* para modelar edificios y analizar las cargas térmicas. Los resultados se comprobaron con los equipos instalados en la actualidad en el bloque 8 del campus universitario. La selección de los enfriadores comerciales de adsorción y el campo solar se fundamentó en la carga máxima simultánea calculada en la modelación. Los resultados muestran que, para las mayores cargas de enfriamiento, en los meses de alta demanda, el área disponible de techo para colectores solares no es suficiente, pero para otros meses podría ser muy significativo el aporte solar a las necesidades energéticas para la climatización de espacios universitarios.

Referencias

- 1 Papakokkinos, G., Castro, J., Capdevila, R., & Damle, R. (2021). A comprehensive simulation tool for adsorption-based solar-cooled buildings – Control strategy based on variable cycle duration. *Energy and Buildings*, 231: 110591. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110591>
- 2 Noro, M., & Lazzarin, R. M. (2014). Solar cooling between thermal and photovoltaic: An energy and economic comparative study in the Mediterranean conditions. *Energy*, 73: 453–464. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.035>
- 3 ASHRAE. (2017). ASHRAE fundamentals (SI). In ASHRAE, 2017, ASHRAE fundamentals (SI).
- 4 Wang, R., Wang, L., & Wu, J. (2014). Adsorption Refrigeration Technology Theory and Application. Shanghai Jiao Tong University, China. <https://www.wiley.com/en-us/Adsorption+Refrigeration+Technology%3A+Theory+and+Application-p-9781118197479>

Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y la Dirección de Investigaciones de la Universidad de La Guajira, particularmente la convocatoria para financiamiento de proyecto para semilleros de investigación mediante la resolución 1561/2019.

1 Programa de Ingeniería Mecánica., Universidad de La Guajira Km 5 Vía Maicao, Riohacha, La Guajira, 44001, Colombia

2 Programa de Ingeniería Mecánica., Universidad de La Guajira Km 5 Vía Maicao, Riohacha, La Guajira, 44001, Colombia

Remoción de Pb(II) en solución acuosa sobre biomasa de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

Alfredo Israel Flores Rojas¹

Geiler Abadallan Acosta Doporto¹

Nahum Andrés Medellín Castillo^{1*}

Hilda Guadalupe Cisneros Ontiveros²

Sergio Armando Cruz Briano²

María Selene Berber Mendoza¹

Paola Elizabeth Díaz Flores³

Roberto Leyva Ramos⁴

E-mail de correspondencia: nahum.medellin@uaslp.mx

La contaminación de los cuerpos de agua tiene causas de origen natural y antropogénicas. Uno de los contaminantes más comunes en los cuerpos de agua son los metales pesados, que pueden acumularse en los tejidos, magnificándose en la cadena trófica [1]. El plomo es un elemento tóxico, que puede acumularse en el organismo, causando alteraciones en el sistema nervioso central, enfermedades gastrointestinales, dolores de cabeza, mareos, diarrea y vómito [2]. Los metales pesados pueden ser removidos por técnicas como la biosorción, que es un proceso con un gran potencial y que se caracteriza por el uso de biomasa [3]. En la presente investigación se estudiaron los componentes (raíz, tallo y hoja) del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) como adsorbentes de Pb(II). El jacinto de agua se colectó en la presa San José, ubicada en el estado de San Luis Potosí, México, fue monitoreado con datos de teledetección de los sensores OLI Landsat 8, basado en el índice normalizado de vegetación. La capacidad de adsorción de Pb(II) sobre los componentes se evaluó mediante los modelos de las isotermas de Freundlich, Langmuir y Redlich-Peterson, donde los modelos de Langmuir y Redlich-Peterson predijeron mejor los datos del equilibrio de adsorción. La máxima capacidad de adsorción incremento al variar el pH de solución de 3 a 5. Las capacidades de adsorción evaluadas a pH de 5 de raíz, tallo y hoja fueron 106.9, 117.0 y 118.8 mg/g⁻¹, respectivamente. La caracterización de la biomasa consistió en un análisis elemental (C, O, H, N y S), composición fisi-

1 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 8, Zona Universitaria, C.P.78290, S.L.P., México.

2 Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Ave. Manuel Nava 201, 2do piso Zona Universitaria, C.P.78210, S.L.P., México.

3 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carretera San Luis-Matehuala, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78321, México.

4 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Ave. Manuel Nava 201, Zona Universitaria C.P.78210, S.L.P., México.

coquímica, análisis por espectrometría de emisión por plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), análisis de fracciones de la fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN). La caracterización de los componentes para su uso como bioadsorbente consistió en microscopía electrónica de barrido (MEB), fisisorción de N₂, espectroscopia de infrarrojo (FT-IR), distribución de carga y punto de carga cero (PCC) y análisis termogravimétrico (TGA).

Referencias

1. Sriharsha, D. V., Kumar R., L., & Savitha, J. (2017). Immobilized fungi on *Luffa cylindrica*: An effective biosorbent for the removal of lead. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 80, 589–595. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.08.032>
2. Araújo, C. S. T., Almeida, I. L. S., Rezende, H. C., Marcionilio, S. M. L. O., Léon, J. J. L., & de Matos, T. N. (2018). Elucidation of mechanism involved in adsorption of Pb(II) onto lobeira fruit (*Solanum lycocarpum*) using Langmuir, Freundlich and Temkin isotherms. *Microchemical Journal*, 137, 348–354. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.11.009>
3. Tejada-Tovar, C., Gonzalez-Delgado, A. D., & Villabona-Ortiz, A. (2019). Characterization of residual biomasses and its application for the removal of lead ions from aqueous solution. *Applied Sciences*, 9(21): 4486. <https://doi.org/10.3390/app9214486>

WP
13

Materiales carbonosos para la remoción de glifosato desde solución acuosa

Laura Gissela Caldas Herrera¹

Diana Paola Vargas Delgadillo²

E-mail de correspondencia: dpvargasd@ut.edu.co

El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo, de amplio espectro, usado para el control de malezas perennes y anuales, que se emplea en diferentes cultivos a lo largo del país. El uso inadecuado de este agroquímico ha permitido que llegue a diferentes cuerpos hídricos, causando importantes problemas ambientales y de salud en los humanos y en los animales [1]. Debido al riesgo que representa esta sustancia, surge el interés por la búsqueda de estrategias tecnológicas que permitan su remoción, con el ánimo de mitigar el impacto que causa sobre los ecosistemas. En el marco descrito anteriormente, en este trabajo se prepararon carbones activados empleando como precursor lignocelulósico cascarilla de arroz, la cual fue sometida a un proceso de activación química, posteriormente los materiales carbonosos fueron caracterizados textural y quí-

¹ Programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta Cl 42 1-02. Ibagué, 730006299, Colombia

² Dpto. de Química, Grupo de Investigación en Materiales Porosos con Aplicaciones Ambientales y Tecnológicas (GIMPOAT), Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta Cl 42 1-02. Ibagué, 730006299, Colombia.

micamente [2], y probados en la remoción de glifosato desde solución acuosa. Los resultados evidenciaron que el proceso de obtención empleado dio origen a materiales carbonosos con características texturales y químicas adecuadas para la adsorción de glifosato.

Las pruebas de remoción de glifosato sobre los carbones activados preparados se realizaron ajustando el pH entre 2-2.5. Se construyeron isothermas de adsorción, empleando soluciones a diferentes concentraciones de glifosato y se determinó la cantidad del herbicida presente en solución, empleando el método espectrofotométrico de la ninhidrina con algunos ajustes [3]. Los resultados experimentales evidenciaron que los materiales carbonosos preparados lograron remover entre un 70 a un 92% de glifosato desde solución acuosa.

Referencias

1. Bravo, E. (2007). Impactos del glifosato en el medio ambiente (Recopilación). Red por una América Latina Libre de Transgénicos.
2. Bedia, J., Peñas-Garzón, M., Gómez-Avilés, A., Rodríguez, J., & Belver, C. (2018). Una revisión sobre la síntesis y caracterización de carbonos derivados de biomasa para la adsorción de contaminantes emergentes del agua. *C*, 4 (4), 63. MDPI AG.
3. Bhaskara, B. L., & Nagaraja, P. (2006). Direct sensitive spectrophotometric determination of glyphosate by using ninhydrin as a chromogenic reagent in formulations and environmental water samples. *Helvetica chimica acta*, 89(11), 2686-2693.

Agradecimientos

A la Universidad del Tolima por la financiación a proyectos de investigación de estudiantes de pregrado con la cooperación del Fondo de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad del Tolima.

WP
14

Seguimiento de la adsorción de plomo sobre *Spirulina maxima* con voltametría cíclica

Irene Gallegos García¹

Nancy Verónica Pérez Aguilar^{2*}

Víctor Manuel Ovando Medina³

Verónica Gallegos García⁴

Valeria Sarahí Salas García⁵

Luis Miguel López Valdez⁶

E-mail de correspondencia: nancyperez@uadec.edu.mx,
liliana.garcia@uaslp.mx

1,2,5,6 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Boulevard Venustiano carranza y José Cárdenas Valdés, Saltillo, 25280, Coahuila, México

3 Laboratorio Operaciones Unitarias, Carretera Cedral Km 5+600, Matehuala, 78700, San Luis Potosí, México

4 Laboratorio de Bioquímica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Niño artillero 140, 78210.

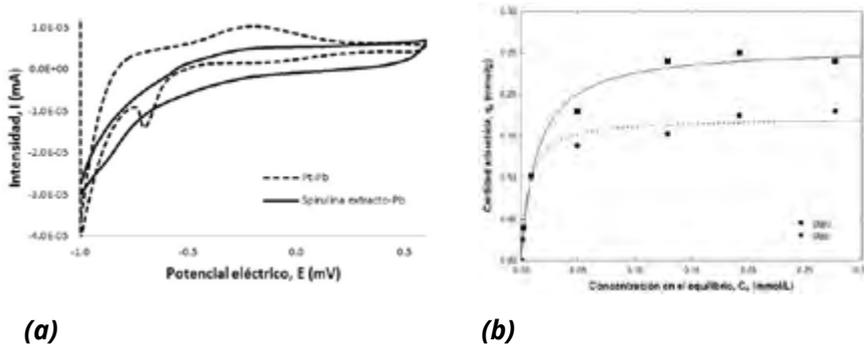


Figura 1. (a) Voltamperogramas para plomo con el electrodo de SME (línea continua) y el electrodo de platino (línea segmentada); (b) Isotermas de adsorción para plomo a pH 5 y 25°C sobre biomasa SMN (línea continua) y SME (línea segmentada).

Fuente: Elaboración propia.

La sorción de contaminantes en el agua utilizando microalgas es de interés por la complejidad de los mecanismos de sorción en la interfase de la biomasa [1,2]; algunos estudios sugieren que predominan interacciones electrostáticas y la formación de enlaces covalentes [3]. En esta investigación se utilizó voltamperometría cíclica para identificar reacciones redox en la interfase de la microalga *Spirulina máxima* cuando está en soluciones acuosas con plomo. Los experimentos se realizaron con dos muestras de biomasa de la microalga *Spirulina máxima*, antes y después de la extracción de los pigmentos solubles, que se identificaron como SMN y SME, respectivamente. Los electrodos de trabajo se prepararon con una barra de grafito cubierta con cada muestra y soluciones de plomo 0.25mM preparados con un buffer 0.1N de KCl. Con un potenciostato Gamry G-300 se aplicó un potencial de 25 mV a 50mV/s; los resultados mostraron señales en -607mV y -180mV para la oxidación de plomo y -704mV para la reducción de plomo, con el electrodo SME (Figura 1a). Adicionalmente, se determinó que la capacidad de adsorción de plomo sobre SMN y SME fue 1.1 mM/g, 0.14mM/g, respectivamente, a pH 5 y 25 °C (Figura 1b).

Referencias

1. Molazadeh, P., Khanjani, N., Rahimi, M. R., & Nasiri, A. (2015) Adsorption of lead by microalgae *Chaetoceros sp.* and *Chlorella sp.* from aqueous solution. *J Community Health Res.* 4(2): 114-127.
2. Tristán, A. (2012), Biosorción del colorante rojo congo en sistemas en lote utilizando biomasa de *Chlorella sp.* (Tesis doctoral). UANL, México.
3. Gong, R., Ding, Y., Liu, H., Chen, Q., & Liu, Z. (2015) Lead biosorption and desorption by intact and pretreated *Spirulina maxima* biomass. *Chemosphere*, 58(1), 125-130.

Síntesis electroquímica de películas de Polipirrol/La(OH)₃ y estudio de sus propiedades como capacitor electroquímico

Cristian Eduardo Cortés Aguillon¹

María Teresa Cortés¹

E-mail de correspondencia: ce.cortesa@uniandes.edu.co

marcorte@uniandes.edu.co

El uso de energía alternativa con base en fuentes intermitentes necesita de dispositivos de almacenamiento que garanticen su uso continuo, esto implica mejorar el desempeño de los sistemas utilizados con ese fin. Entre ellos, se destacan los capacitores electroquímicos (CE) por sus propiedades intermedias entre baterías y condensadores convencionales. Estos dispositivos presentan altos valores de potencia de energía, sin embargo, sus densidades de energía son mucho más bajas que las de las baterías, por lo cual, se desarrollan actualmente un gran número de investigaciones que buscan optimizar su desempeño.

Los materiales híbridos basados en recubrimientos de polímeros conductores son materiales de electrodos prometedores para desarrollar CE. Estos presentan valores de capacitancia bastante superiores en comparación con materiales carbonosos, sin embargo, la principal desventaja que poseen es su baja estabilidad ya que se degradan rápidamente en los primeros cientos de ciclos de carga/descarga. Por lo tanto, es de interés obtener materiales compuestos, basados en polímeros conductores, con modificaciones que mejoren su estabilidad sin perder sus propiedades capacitivas.

Se presenta la síntesis electroquímica de recubrimientos PPy / La(OH)₃ sobre electrodos de carbono vítreo y la evaluación de sus propiedades de capacitancia. Se utilizó una señal eléctrica por pulsos galvanostáticos con el fin de obtener un polímero de alta área superficial. Como la naturaleza química y el tamaño del ion dopante tiene una gran influencia en los procesos redox del polímero, se sintetizó el polipirrol con dos aniones muy diferentes (PSS⁻: Poliestireno Sulfonato, y ClO₄⁻). La caracterización electroquímica (voltamperometría cíclica y carga/descarga galvanostática en KCl 0.1 M) mostró que los dopantes producen capacitancias similares pero el PSS aumenta la estabilidad durante los ciclos de carga-descarga del material. Se modificó el polímero con hidróxido de lantano (PPy-PSS/La(OH)₃), y se evaluó su efecto sobre las propiedades de capacitancia encontrando una mejora en su ciclo de vida del 17% en comparación con PPy/PSS. La caracterización morfológica de los polímeros por microscopía electró-

¹ Dpto. de Química., Universidad de los Andes, Cra 1 N° 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia

nica de barrido mostró la formación de estructuras granulares de un tamaño de partícula pequeño, lo que indica gran área superficial.

Referencias

1. Reynolds, J. R.; Thompson, B. C.; Skotheim, T. A. (2019) *Conjugated Polymers: Properties, Processing, and Applications*, 4th ed.; CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429190520>

WP
16

Preparación y caracterización de carbones activados con KOH a partir de biochar obtenido de cáscaras de nuez de marañón

Manuela Olaya Guevara¹

Julia Kaled Cáceres¹

Oscar Javier Fonseca Bermúdez¹

Rocío Sierra Ramírez¹

Juan Carlos Moreno Pirajan²

E-mail de correspondencia: m.olaya@uniandes.edu.co

jl.kaled@uniandes.edu.co

En la actualidad el hidrógeno representa una fuente promisoría de energía renovable como sustituto de combustibles fósiles dada su no generación de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera [1]. No obstante, dadas sus propiedades fisicoquímicas, su efectivo transporte y almacenamiento constituyen grandes retos que obstaculizan su implementación [2].

Considerando lo anterior, se han desarrollado carbones activados a partir de cáscaras de marañón como residuo agroindustrial colombiano, otorgando valor y utilidad a desechos generados por industrias locales con crecientes demandas. Para ello el material fue transformado en biochar mediante un horno tubular con una rampa de calentamiento de 5 °C/min desde una temperatura de 20 °C a 550 °C, y posteriormente fue impregnado con una solución de hidróxido de potasio (50% p/p) a 85 °C bajo agitación constante hasta secarse completamente. Posteriormente las muestras de partida se activaron en un horno tubular a temperaturas de 800 °C, 850 °C y 900 °C, tras lo cual cada uno de los carbones activados obtenidos fueron lavados exhaustivamente hasta que su pH se estabilizó.

Los carbones activados resultantes fueron caracterizados mediante la obtención de isothermas de nitrógeno, determinándose su área superficial y tamaños de poro, pruebas FT-IR para identificación de grupos funcionales presentes, espectroscopía

¹Dpto. de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N° 18A - 12, Bogotá, Colombia.

²Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N° 18A - 12, Bogotá, Colombia

Raman para evaluar el ordenamiento de las muestras, análisis TGA para evaluar pérdida o descomposición de compuestos y microscopía electrónica de barrido SEM para obtener información respecto a sus topografías.

Frente a los resultados obtenidos puede destacarse que el carbón activado a 850 °C presenta un volumen microporoso significativamente mayor que los activados a 900 °C y 800 °C (0,749, 0,660 y 0,431 respectivamente). Lo anterior sugiere un posible mayor rendimiento en la adsorción y almacenamiento de hidrógeno al aumentar las densidades de empaquetamiento del gas y poseer tamaños semejantes a los de dicha molécula [3].

Referencias

1. Schimmel, H., Nijkamp, G., Kearley, G., Rivera, A., De Jong, K., & Mulder, F. Hydrogen adsorption in carbon nanostructures compared. *Materials Science and Engineering B*, 108(1-2), 124-129, 2004. doi:10.1016/j.mseb.2003.10.091
2. Gerboni, R., (2016) Introduction to hydrogen transportation. *Compendium of Hydrogen Energy*, 2: 283-299. doi: 10.1016/B978-1-78242-362-1.00011-0.
3. O. Dye *et al.*, (2022) Microporous Activated Carbon from Pisum sativum Pods Using Various Activation Methods and Tested for Adsorption of Acid. No se encontró esta Referencia en internet.

WP
17

Valorización de residuos de eucalipto y palma a través de la pirolisis rápida para la generación de biocombustibles

Daliana Alexandra Romero Dáz¹

Daniel Roberto Sierra Buitrago¹

Luisa Fernanda Navarrete¹

Edwin Bulla¹

Siby I. Garcés Polo²

José Manuel Martínez Gil³

Liliana Giraldo Gutiérrez⁴

Juan Carlos Moreno Piraján⁵

E-mail de correspondencia: dalianaa-romerod@unilibre.edu.co,
luisaf.navarrete@unilibre.edu.co

El eucalipto y la palma han sido y son uno de los recursos forestales más utilizados industrialmente en el mundo entero. Estos resultan adecuados para

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Barranquilla, 080002, Colombia

2 Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Bogotá, 111711, Colombia.

3 Grupo de investigación Catálisis y Materiales, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira

4 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria Cra. 30. N.º. 45-06. Bogotá, 111711, Colombia

5 Dpto. de Química., Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º. 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

diversos usos como la obtención de papel, carbón activado, alimentos concentrados para animales, para consumo doméstico, leñas de alto poder calorífico, producción de carbón vegetal, estructuras de edificios, postes para comunicaciones, suelos de parques, elaboración de tableros de fibra, entre otros [1]. Esos procesos a su vez generan residuos vegetales que llevan consigo problemáticas ambientales como volver la zona en la que se encuentren propensa a plagas, insectos, incendios o acabar con la fertilidad de la tierra por la alta absorción de humedad que puede llegar a secar fuentes [2]. Una alternativa propuesta para la valorización de los residuos de eucalipto y palma es el uso de estos como biocombustible, para así tener un buen aprovechamiento de dichos residuos, y a su vez, disminuir los problemas ambientales generados por estos. La utilización de los residuos biomásicos como fines energéticos conlleva a grandes ventajas que ayudaran con el cambio climático al sustituir una gran parte del consumo del petróleo dedicado a los combustibles de transporte entre las que se destacan la disminución de las emisiones de CO₂, no contienen sustancias peligrosas nocivas para la salud humana, estos bicomcombustibles son 100 % biodegradables y no tóxicos [3].

En este trabajo se llevará a cabo la reacción de transesterificación de bioaceites obtenidos de la pirólisis rápida de residuos de eucalipto y palma para identificar su potencial como biocombustible. Para ello se usarán catalizadores de Ni y Co soportados en alúmina los cuales fueron previamente caracterizados en términos de análisis SEM, IR, Raman, Textura y TGA.

Referencias

1. Obregón S., Restrepo N. (2006) El Eucalipto: Una opción de alta rentabilidad. *Revista M&M*. <http://revista-mm.com/especies/el-eucalipto-una-opcion-de-alta-rentabilidad/>
2. Martínez, I. (2019, diciembre 23). *El eucalipto causa graves consecuencias para el medio ambiente*. Portalambiental.com.mx. <https://www.portalambiental.com.mx/sabias-que/20191223/el-eucalipto-causa-graves-consecuencias-para-el-medio-ambiente>
3. Callejas, S. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano* (157):75-82. <https://www.redalyc.org/pdf/325/32512739009.pdf>

Agradecimientos

A la Universidad Libre y la Universidad de los Andes por los recursos y apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación.

Determinación del análisis próximo de diferentes precursores lignocelulósicos para ser utilizados en un gasificador de lecho móvil

Cesar Yamit Cortes Alfonso¹

Rafael Alberto Fonseca Correa²

E-mail de correspondencia: cesar-cortes1@upc.edu.co

A partir de la necesidad de crear fuentes alternativas de energía económica y accesible para los habitantes de las regiones más apartadas del país en las zonas no interconectadas (ZNI) [1], se propone generar energía a partir de residuos de desechos vegetales [2] obtenidos de cultivos que se produzcan en estos territorios; por ello se realizó un análisis con algunos materiales lignocelulósicos, los cuales se encuentran en estas zonas de donde se analizaron los siguientes:

Cáscara de Mangostinos, Cáscara de Arveja, Raquis de Plátano, Residuos de Flores (Rosas), Bagazo de Caña, Cáscara de Café, Grano de Café, Cereza de Café, Seudotallo de Plátano, Meso y exocarpio de Coco.

Con los materiales mencionados, se realizó el análisis próximo en el cual se determinaron los diferentes porcentajes de humedad y se realizó un análisis de sus cenizas y material volátil a partir de ensayos de laboratorio, en donde principalmente se utilizó un horno de secado para la determinación del porcentaje de humedad y una mufla con la cual se convirtieron los materiales secos en cenizas y volátiles para su posterior análisis; esto se realizó con el fin de establecer cuál es el mejor material lignocelulósico con el mayor contenido de carbono fijo para utilizar en el proceso de pirólisis [3] con un equipo gasificador de lecho móvil, el cual fue desarrollado para la generación de energía [4]. También se pretende con el análisis del contenido de humedad determinar su efecto como catalizador en el proceso de pirólisis en el reactor de lecho móvil.

Referencias

1. Orozco C, L, R. (2019) *Preparación de carbón activado conformado a partir de Hydrochar de borra de café*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77471/1106307814.2020.pdf#:~:text=En%20general%2C%20la%20preparaci%C3%B3n%20de%20carb%C3%B3n%20activado%20a,Borra%20de%20caf%C3%A9%20hidrotratamiento%2C%20hydrochar%2C%20pir%C3%B3lisis%2C%20carb%C3%B3n%20activado>.

2. Zevallos, C. & Lopa J. (2018) *Obtención de carbón activado a partir de residuos orgánicos de "Gypsophila Elegans" (Ilusión) del distrito de Cayma y su evaluación como adsorbente de plomo (II) en*

1-2 Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia, Cra 9 N.º 45A-44, Bogotá D.C., 110231, Colombia

solución acuosa. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3264516>

3. Pinedo A, U., López, F., Alguacil, F. & Picón, Z, D. (2013) *Obtención de bio carbones y bio-combustibles mediante pirólisis de biomasa residual*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://core.ac.uk/download/36122518.pdf#:~:text=Biocarb%C3%B3n%3A%20Es%20el%20residuo%20carbonoso%20de%20la%20biomasa,combustibles%2C%20l%C3%ADquidos%20de%20madera%20y%20destilados%20de%20madera.>

4. Cabezas J, & Castillo J. (2019) *Diseño a escala laboratorio de un gasificador de lecho móvil*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4832>

WP
19

Evaluación del área superficial de carbones activados obtenidos a partir de cáscara de Mangostino con activación física, química ácida y química alcalina

Carlos Javier Ruiz Castellanos¹

Hingry Natalia Morales Lopez²

Paula Carolina Herrera Vargas³

Rafael Alberto Fonseca Correa⁴

E-mail de correspondencia: cruiz66@upc.edu.co

En búsqueda de potenciar la sostenibilidad en el ámbito académico e investigativo, se propone tratar las aguas lluvias recolectadas en la Universidad Piloto de Colombia con el fin de ser utilizadas en diferentes aplicaciones y así impactar en la Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo [1]. Para lograr esto se implementan los métodos analíticos de laboratorio para evaluar el área superficial de tres muestras de carbones activados obtenidos a partir de cáscara de mangostino por la adsorción de azul de metileno.

Se utilizan tres muestras de Carbón activado obtenidos a partir de cáscara de Mangostino que es sometido a secado, molienda y tamizado a un tamaño de partícula de 3-5 mm. Una muestra se somete a activación física con CO₂ a un flujo de 100 mL/min a una velocidad de calentamiento de 5 °C/min hasta 800 °C y se deja en estado isotérmico por 3 horas y luego enfriamiento por inercia térmica, previa pirólisis de la muestra original con atmósfera de nitrógeno a las mismas condiciones. Otra muestra se somete a impregnación con H₃PO₄ con una concentración del 30% y una relación 1:5 m/m (Material seco: ácido) durante 24 horas con posterior pirólisis de la muestra original con atmósfera de nitrógeno. La tercera muestra se somete al mismo proceso, pero con impregnación de Hidróxido de sodio con una concentración del 10% y una relación 1:5 p/p (Material seco: ácido) durante 24 horas [2].

^{1,2,3,4} Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia, Cra 9 N.º 45A - 44, Bogotá D.C., 110231, Colombia

Se analizan las muestras en relación a su área superficial por el método de adsorción al azul de metileno y se correlacionan los resultados obtenidos con la química superficial [3] y la morfología obtenida por microscopia de barrido electrónicas (SEM) de las tres muestras referenciadas.

Referencias

1. Quiroga A.O.S., Rey H.J.S., (2019) *Análisis de precipitaciones e incidencias de inundaciones en el sector de influencia de la Universidad Piloto de Colombia (carrera 5 – Carrera 13; Calle 45- Calle 49)*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11775>
2. Rodríguez R.D.L., Leiton D.J.A., Vélez B. I., (2020). *Obtención de carbón activado a partir de cáscara de mangostino para ser utilizado en la retención de Al³⁺ en aguas potables*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7597>
3. León C.C.D., Rivera P.A.M., Villalba B.O.A., (2021). *Montaje del método analítico Boehm, para la determinación de la química superficial en sólidos porosos y aplicación en el estudio de carbones activados obtenidos a partir de cáscara de mangostino*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10294>

Agradecimientos

Se agradece al grupo de investigación en Sólidos Porosos y Calorimetría del departamento de química de la Universidad de los Andes y a su director el Dr. Juan Carlos MorenoPiraján.

WP
20

Remoción de Pb (II) en agua utilizando fibras de PCL con partículas de hueso y carbonizado obtenidas por electrohilado

Beatriz Guadalupe Saucedo Delgado¹

Nahum Andrés Medellín¹

Simón Yobanny Reyes López²

Roberto Leyva Ramos³

Selene Berber-Mendoza¹

Gladis Judith Labrada Delgado⁴

E-mail de correspondencia: nahum.medellin@uaslp.mx

La capacidad de remover metales pesados del agua se ha vuelto una de las características más importantes para los materiales adsorbentes utilizados en el

1 Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No.8 Zona Universitaria, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P. México.

2 Instituto de Ciencias Biomédicas-ICB, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Envoltente del PRONAF y Estocolmo s/n, C.P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua. México.

3 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Dr. Manuel Nava No. 8, Zona Universitaria, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P. México

tratamiento de aguas, esto por las amenazas graves que presentan para la salud humana y para la calidad del agua en las descargas al medio ambiente. Para el tratamiento de agua contaminada con metales pesados se han empleado numerosas técnicas como la precipitación química, la floculación, el intercambio iónico, la filtración con membranas y la adsorción. De estas técnicas la adsorción ha sido estudiada ampliamente por su conveniencia operativa y por su rentabilidad [1]. El electrohilado es actualmente el método más utilizado para la producción de nanofibras poliméricas, debido a su simplicidad, bajo costo e idoneidad para producir fibras muy largas de varios polímeros [2]. El polímero utilizado en este trabajo es la poli(ϵ -caprolactona) (PCL) que es semicristalino, biodegradable, hidrofóbico, de costo relativamente bajo, compatible con muchos materiales, resistente a la grasa, a la humedad, con buenas propiedades mecánicas y fácil de procesar [3]. En este estudio se sintetizaron fibras del polímero PCL agregándoles partículas de hueso (PCL-H) y de carbonizado de hueso (PCL-C) para su aplicación como adsorbentes de plomo (II). También, se utilizó el hueso y el carbonizado de hueso debido a su contenido de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), material que ha reportado alta capacidad de adsorción de metales pesados, baja solubilidad en agua, alta disponibilidad, bajo costo y alta estabilidad en condiciones de oxidación y reducción, así como buenas propiedades mecánicas. La materia prima utilizada para la obtención de los huesos y del carbonizado de hueso son los peces pleco pertenecientes a la especie *Pterygoplichthys* conocida también como peces pleco, gato, o diablo. Esta especie se encuentra en el listado de especies invasoras de SEMARNAT por sus impactos negativos en el medio ambiente como la muerte de algunas aves y el desplazamiento de especies como la tilapia [3]. El objetivo de este trabajo es estudiar la adsorción de plomo (II) sobre sobre fibras obtenidas por el proceso de electrohilado con partículas de hueso y carbonizado de hueso de peces pleco, además de realizar la caracterización de los materiales sintetizados y relacionarlas con el proceso de adsorción.

Referencias

1. Kim, T. Kang, H. Kim, H. J. Shin, and S.-G. Oh, (2019) Preparation of PVA/PAA nanofibers containing thiol-modified silica particles by electrospinning as an eco-friendly Cu (II) adsorbent, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.77:273-279. doi: 10.1016/J.JIEC.2019.04.048.
2. Pereo, O. K., Bode-Aluko, C., Ndayambaje, G., Fatoba, O., and Petrik, L. F. (2017). Electrospinning: Polymer Nanofibre Adsorbent Applications for Metal Ion Removal, *Journal of Polymers and the Environment* volume25(4):1175-1189, doi: 10.1007/s10924-016-0896-y.
3. Sánchez Á. P., (2016) Preparación y caracterización de membranas poliméricas electrohiladas de policaprolactona y quitosano para la liberación controlada de clorhidrato de tiamina. *Ciencia en Desarrollo*,7(2):133. doi: 10.19053/01217488.v7.n2.2016.4818.
4. Mendoza R., Cudmore, B., Orr, R., Fisher, J., Contreras, S., Courtenay, W., Koleff, P., Mandrak, N. et al., (2009). *Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras: Casos de prueba para el pez cabeza de serpiente (Channidae) y el pleco (Loricariidae) en aguas continentales de América del Norte*. Montreal (Quebec) Canadá: Bibliothèque national du Québec. <http://www.cec.org/files/documents/publications/2379-trinational-risk-assessment-guidelines-aquatic-alien-invasive-species-es.pdf>

Evaluación del potencial agroindustrial y energético de los posibles productos obtenidos en la transformación de desecho lignocelulósicos generados en el departamento de La Guajira

Víctor José Iguaran Campo¹

Juan Carlos Moreno Piraján²

Liliana Giraldo Gutierrez³

José Manuel Martínez Gil⁴

E-mail de correspondencia: victorjiguaran@uniguajira.edu.co

Las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, que en términos de las actividades antrópicas se traducen en fuentes móviles y fijas que utilizan combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) se han incrementado ostensiblemente, y los síntomas del cambio climático se han acelerado causando efectos dramáticos y nocivos en la salud y en el ambiente¹. Frente a estos riegos, los combustibles derivados de la biomasa (biocombustibles) juegan un papel clave en el desarrollo sostenible de las sociedades modernas; los biocombustibles tienen la ventaja de ser relativamente menos contaminantes, ya que liberan menos compuestos tóxicos (CO, CO₂, SO_x, NO_x) y poco Material Particulado (MP); además, pueden usarse sin modificar los motores de combustión interna y las instalaciones de manufactura. En este trabajo de investigación se evaluará el potencial agroindustrial y energético, mediante la producción de biocombustibles partiendo de materiales porosos elaborados de desechos lignocelulósicos generados en el departamento de La Guajira. A partir del material lignocelulósicos, se elabora compos mezclando desechos domiciliarios y agroforestales. La fase sólida (biosólido) y la fase líquida (bio líquido), serán caracterizadas por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR) y Resonancia Magnética Nuclear de Protones (1H RMN), análisis elemental (P, H y N), microscopia FT-Raman. El potencial fertilizante quimiogénicos y biogénicos se probará en plantas de *Phaseolus vulgaris* (Habichuelas). La fase gaseosa (Biogas) será caracterizada por cromatografía de gases acoplada a masas

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de la Guajira, Km5 Vía Maicao Riohacha - La Guajira, Riohacha, 440002, Colombia.

2 Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Investigación en Sólidos Porosos y Calorimetría, Universidad de los Andes, Bogotá, 111711, Colombia.

3 Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Calorimetría Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, 111711, Colombia.

4 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de la Guajira, Km5 Vía Maicao Riohacha - La Guajira, Riohacha, 440002, Colombia.

(CG-MS). Los biocarbones y carbones activados obtenidos serán caracterizados mediante isotermas de N₂ a 77 K, análisis de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia Raman, SEM-EDS y resonancia magnética nuclear (RMN). Lo pruebas para determinar la capacidad de adsorción de gas carbónico se realizar mediante isotermas CO₂ a 0, 10 y 20 °C a presión atmosférica. Los biocombustibles líquidos obtenidos serán caracterizados análisis de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman, SEM-EDS y cromatografía de gases acoplada a masa (CG-MS).

Referencias

1. Watts, N., Amman, M., Arnell, N., Ayeb, S., Belwsova, B., Berry, H., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell, D., Chambers, J., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., *et al.* The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. *Lancet*, 392(10163):2479-2514 doi: 10.1016/S0140-6736(18)32594-7. %%/d/Clientes/Xpress/workshop/nov 3/reresumenadicionalwo53/CRR NL Resumen WP-22.doc

WP
22

Adsorción de contaminantes emergentes usando carbón activado derivado de neumáticos de desecho

Lisdelys González-Rodríguez¹

Claudia Ulloa Tesser²

Ximena García³

E-mail de correspondencia: claudiaulloa@udec.cl

La contaminación del agua representa un problema de gran magnitud por su impacto en el medio ambiente. Entre los contaminantes antropogénicos más relevantes se encuentran los contaminantes emergentes (CE) [1]. La remoción de CE requiere de tecnologías avanzadas que complementen los actuales sistemas de tratamiento del agua. Dentro de estas se encuentra la adsorción en Carbones Activados (CA). El objetivo de este estudio fue producir carbón activado a partir de carbón pirolítico de neumáticos y evaluar su rendimiento en la adsorción de varios CE como, atrazina, cafeína, carbamazepina, sulfametoxazol e ibuprofeno en sistemas monocomponente y multicomponente. El carbón pirolítico fue suministrado por Arrigoni Ambiental SpA para ser utilizado como material precur-

¹ Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad de las Américas, Sede Concepción, Concepción Chile

² Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

³ Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

sor para la síntesis de carbón activado derivado de neumáticos (TAC). El TAC se produjo mediante activación física (CO_2 , $1000\text{ }^\circ\text{C}$, 2,5h) y se caracterizó mediante área superficial BET (N_2 , 77 K), FTIR, SEM y punto de carga cero pH (pHpzc). Se llevaron a cabo ensayos de adsorción por lotes en soluciones monocomponentes y multicomponentes (5 mg/l, pH 7, 168 horas, dosis: 10-190 mg/l). Además, se realizaron ensayos cinéticos (pH 7, 10 horas, dosis 40 y 100 mg/l). Las concentraciones residuales de CE se determinaron mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC). La superficie específica (BET) y el volumen de microporos del TAC fueron de $339\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ y $0,14\text{ cm}^3\text{g}^{-1}$, respectivamente. El espectro FTIR indica principalmente la presencia de grupos funcionales ácidos como el carboxílico, el hidroxilo y el grupo aldehído o cetona y la vibración de estiramiento del grupo CH_2 . Sin embargo, el pHpzc = 7,4 sugiere que el TAC tiene naturaleza anfótera, lo que permite la coexistencia de grupos ácidos y básicos en la superficie. En los ensayos con un solo componente, la capacidad de adsorción de equilibrio varió entre $74,40\text{-}49,29\text{ mgg}^{-1}$, mientras que, en el sistema multicomponente, la capacidad máxima de adsorción mostró rangos entre $43,08\text{-}12,80\text{ mgg}^{-1}$. En ambos sistemas el orden de máxima capacidad de adsorción fue: $\text{ATZ}>\text{CBZ}>\text{CAF}>\text{SMX}>\text{IBU}$. En ambos sistemas y para todos los compuestos, la capacidad de adsorción aumentó rápidamente durante las primeras horas, alcanzándose eficiencias de remoción varió entre $95,94\text{-}63,30\%$ y el $52,72\text{-}10,87\%$ en los sistemas con un solo contaminante y con varios, respectivamente.

Referencias

1. Rohr, J.R., & Palmer, B.D. (2005). Aquatic herbicide exposure increases salamander desiccation risk eight months later in a terrestrial environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(Issue 5):1253-8. <https://doi.org/10.1897/04-448R.1>.
2. J.A. Menéndez-Díaz IM-G. (2006). Activated carbon surfaces in environmental remediation. *Interface Science and Technology*; 7:1-571. <https://www.sciencedirect.com/bookseries/interface-science-and-technology/vol/7/suppl/C>

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al personal técnico de laboratorio que trabaja en el Centro EULA y en la Facultad de Química de la Universidad de Concepción. De igual manera, queremos agradecer al proyecto FONDEF IT19I0004 y la Universidad de las Américas.

Adsorción de CO₂ en carbones activados provenientes de la copirólisis de desechos lignocelulósicos del género *Musa*

Andrés Camilo Valle Mora¹

Víctor José Iguarán Campo¹

Siby I. Garcés Polo²

José Manuel Martínez Gil^{1*}

E-mail de correspondencia: acvallejo@uniguajira.edu.co

El dióxido de carbono (CO₂) atmosférico contribuye aproximadamente el 20% al calentamiento global [1], por lo tanto, coadyuvara la disminución de este gas de efecto invernadero se constituye una razón importante para consolidar soluciones desde las diferentes ciencias que permitan que mitigar el efecto provocado por esta sustancia en la atmosfera terrestre y en especial en la biosfera. Como alternativa para mitigar la cantidad de CO₂ atmosférico plateamos síntesis de biocarbones a partir de las mezclas de especies vegetales del genero *Musa* (*M. paradisiaca*, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* y otras). Los desechos lignocelulósicos de estos vegetales se caracterizan por ser baratos [2] y su cultivo se presenta en las mayorías de las regiones del país en especial en la costa atlántica. Para la fabricación de los biocarbones, se tomará mezcla proveniente de los desechos lignocelulósicos del género *Musa*, la caula será calcinada será calcinaran bajo las siguientes condiciones: rampa I: Temperatura inicial 40 °C, temperatura final 200 °C por una (1) hora, con velocidad de calentamiento 3 °C/min; rampa II: Temperatura inicial 200 °C, Temperatura final 600 °C por tres horas y media (3,30 h), con velocidad de calentamiento de 7 °C/min. Las condiciones de calcinación para el Gly@ZIF8 fueron las siguientes; rampa I: Temperatura inicial 40 °C, temperatura final 900 °C por una (2) hora, con velocidad de calentamiento 7 °C/min. Los biocarbones obtenidos serán caracterizados mediante isoterma de N₂ a 77 K, análisis de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR) y fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia Raman, SEM-EDS y cromatografía de gases acoplada a masa (CG-MS). Lo pruebas para determinar la capacidad de adsorción de gas carbónico se realizar mediante isoterma CO₂ a 0, 10 y 20 °C a presión atmosférica.

Referencias

1. Edziah, B.K., Sun, H., Adom, P.K., Wang, F., Agyemang, A.O. (2022). El papel de los factores tecnológicos exógenos y las energías renovables en la reducción de las emisiones de dióxido de

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

2 Grupo de Investigación de Desarrollo Empresarial-GIDE, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, seccional Barranquilla, Colombia

carbono en el África subsahariana. *Energía renovable*, 196: 1418-1428. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.130>.

2. Adeniyi, Ighalo, Onifade, (2021). Production of bio-char from plantain (*Musa paradisiaca*) fibers using an updraft biomass gasifier with retort heating. *Combustion science and technology*, 193(1): 60-74. <https://doi.org/10.1080/00102202.2019.1650269>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

WP
27

Efecto del pH en la adsorción de cafeína sobre una arcilla modificada con HDTMA

Javier Andrés Quintero Jaramillo¹

Javier Ignacio Carrero Mantilla¹

Nancy Rocío Sanabria González¹

E-mail de correspondencia: jaquintero@unal.edu.co

Los contaminantes de preocupación emergente como la cafeína tiene importancia a nivel mundial, debido a que investigaciones han confirmado la presencia de este compuesto en diferentes fuentes de aguas (superficiales, potables y residuales) [1]. La cafeína es un alcaloide que se emplea como componente activo en medicamentos de uso psicoestimulante, analgésico y como broncodilatador. Este compuesto no se elimina completamente en las plantas de tratamiento de aguas convencionales y es considerando un indicador de contaminación antropogénica [2,3]. La adsorción es una operación unitaria empleada para la remoción de diferentes contaminantes, incluyendo la cafeína, debido a que es un proceso sencillo, económico y eficiente. Actualmente, las investigaciones sobre adsorción están orientadas en la búsqueda de adsorbentes alternativos de bajo costo. La arcilla tipo bentonita es un adsorbente de origen natural, abundante, que puede ser modificado fácilmente mediante el intercambio catiónico con una sal de amonio cuaternario como el Bromuro de Hexadeciltrimetilamonio (HDTMA-Br), generando un material denominado organoarcilla [4,5].

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del pH sobre la eficiencia en la adsorción de cafeína sobre una arcilla modificada con HDTMA. La bentonita sódica (Bent-Na) intercambiada con HDTMA-Br mostró un desplazamiento de reflexión d_{001} , pasando de 15.40 Å en Bent-Na a 19.13 Å en Bent-HDTMA. El aumento en el espaciado basal de 3.73 Å está asociado a la in-

¹ Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Campus La Nubia, km 7 vía al Aeropuerto, Manizales, Colombia

corporación del catión HDTMA⁺ con disposición de monocapa y bicapa lateral. Los ensayos de adsorción de cafeína en modo batch se realizaron a 25 °C, con agitación de 400 rpm, concentración de cafeína de 20 mg/L y tiempo de contacto de 2 horas, variando el pH de la solución inicial de cafeína (20 mg/L) entre 2.0-10.0 unidades. Las mayores eficiencias en la remoción de cafeína (≈ 36 %) se obtuvieron a pH ácidos, entre 2.0 y 4.0 unidades. El incremento en el pH de 2.0 a 10.0 unidades disminuyó la eficiencia en la remoción de cafeína, pasando de un 35.85 al 21.98 %. Los resultados de la caracterización estructural (DRX) de adsorbente sugieren que el mecanismo de adsorción de cafeína en la organoarcilla no fue por interacciones electrostáticas entre el catión de HDTMA⁺ y la molécula de cafeína, sino que la adsorción pudo darse en los bordes y caras de la lámina de la organoarcilla.

Referencias

1. Naidu, R., Arias, V., Liu, Y., Jit, J. (2016), Emerging contaminants in the environment: Risk-based analysis for better management. *Chemosphere*,154: 350-357. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.03.068
2. Álvarez, S., Rodríguez, A., Ovejero, G., Gómez, J. (2016). Removal of caffeine from pharmaceutical wastewater by adsorption: influence of NOM, textural and chemical properties of the adsorbent. *Environmental Technology*, 37(13):1-41 DOI:10.1080/09593330.2015.1122666
3. Yargeau, V., A. Lopata, and C. Metcalfe. (2007). Pharmaceuticals in the Yamaska River, Quebec, Canada. *Water Quality Research Journal*. 42(4):231-239. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2007.026>
4. Postigo, C. and Barceló, D. (2015) Synthetic organic compounds and their transformation products in groundwater: Occurrence, fate and mitigation. *Science of the Total Environment*. 503-504:32-47. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.019>
5. Gamoudi, S. and Srasra E. (2018). Green synthesis and characterization of colored Tunisian clays: Cosmetic applications. *Applied Clay Science*. 165: 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.07.042>

WP
28

Elementos constructivos elaborados a partir de *Eichhornia crassipes* y *Synechococcus*

Carlos Alberto Olea Gonzalez¹

Victor José Iguarán Campo¹

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: colea@uniguajira.edu.co

Los materiales de construcción tradicionales traen consigo la aparición de varias enfermedades como: afecciones pulmonares y generación de cáncer [1], adicionalmente en el proceso de extracción y producción deteriora el medio

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de la Guajira, Km5 Vía Maicao Riohacha – La Guajira, Riohacha, 440002, Colombia.

ambiente [2]. Entre estos materiales encontramos clinkler, puzolana cemento, fosfoyeso, asbesto y aditivos para materiales de construcción [3,4]. Por lo antes expuesto se hace necesario generar elementos constructivos amigables con el medio ambiente y que no representa algún riesgo a la salud humana. En este trabajo de investigación se pretende elaborar materiales compuesto tipo hormigón a partir de la planta *E. crassipes* y bacterias de genero *Synechococcus*. La matriz del material compuesto estará conformada por resinas producidas de las hojas y tallos de *E. crassipes* y el relleno de material pulverizado sintetizado de las raíces de *E. crassipes*, el material aglutinante o cementante será fabricado a partir de las bacterias de *Synechococcus* sobre sustratos elaborado de la mezcla del material resinoso obtenido de raíces, tallos y hojas de *E. crassipes*. A los materiales compuestos se le determinarán las propiedades físicas como: densidad, índice de durabilidad y valor calórico, contenido de humedad. Adicionalmente, se determinará la resistencia a la comprensión, a la abrasión, a la flexión, al agua, al alcohol, a ácidos y a álcalis y el nivel de inflamabilidad. Asimismo, al material se caracterizará estructuralmente, morfológicamente y texturalmente: por difracción de rayos X (DR-X); microscopia electrónica de barrido (SEM) e isothermas de N₂ a 77 K respectivamente. Finalmente se realizan regenerabilidad a través de la velocidad de crecimiento del material después de ser fracturado.

Referencias

1. Khalid, Haq, M., Sabiha, Z.U.A. (2022). Marble dust as an environmental and occupational hazard. In Hazardous Environmental Micropollutants, Health Impacts, and Related Treatment Technologies. 37-51. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96523-5_3
2. Ahmed, Thaheem, Maqsoom A. (2020). Barriers and opportunities to greening construction supply chain management: cause-driven implementation strategies for developing countries. *Benchmarking: an international journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2019-0192>
3. Vergani, Galimberti, L., Marian, N.M., Giorgetti, G., Viti, C., Capitani, (2022) Descomposición térmica del cemento-asbesto a 1100 °C: ¿cuánto de “seguro” es “seguro”? *Revista de ciclos de materiales y gestión de residuos*, 24(1): 297-310. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01320-6>
4. Nurhanim, (2022). Revisiones del estado del arte sobre las propiedades fisicoquímicas de los áridos residuales de hormigón de los residuos de construcción y demolición. *Revista iraní (Iranica) de energía y medio ambiente*, 13(4):340-348. <https://doi.org/10.5829/ijee.2022.13.04.03>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WACPM-2022.

Mecanismos de biocrystalización de sales por crustáceos

Raiza María Del Prado Campo¹

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: rmariadelprado@uniguajira.edu.co.

El género *Artemia* presentan características de supervivencias extremas, como la son los procesos de osmorregulación, tolerancia a bajas y altas temperaturas, presencia de metales pesados y pH; las cuales les permiten tolerar salinidades comprendidas entre 45 a 340 psu, temperaturas que oscilan entre 6 y 35 °C, así como la presencia de iones o metales nocivos y valores de pH en un gradiente entre lo alcalino y lo neutro [1]. Se encontró que, en la mayoría de los manuscritos revisados, se estudió la morfometría, duración de vida y características reproductivas, así mismo, contribuyeron a la evaluación de componentes genéticos y ambientales de varianza en *Artemia* sexual y clonal. Sin embargo, son muy pocos los estudios sobre los mecanismos empleados por *Artemia* para biocrystalizar sales en un medio hiperaslino. Este trabajo de investigación a modo de una breve revisión tiene como objetivo realizar un análisis sobre los posibles mecanismos de biocrystalización utilizados por organismos del subfilum crustácea [2], que les permiten sobrevivir a las adversidades del medio, así mismo se describirán algunos metabolitos que pueden actuar como sustancias osmoprotectoras [3]. Partiendo de la hipótesis que estas sustancias osmoprotectoras son producidas por diversas especies de crustáceos, para mantener o regular las condiciones del medio.

Referencias

1. Van Stappen Zoogeography,. In: *Artemia: Basic and applied biology*, (2002), pp. 171-224. Springer, Dordrecht.
2. Hancock-Ronemus, A.L., Buote, M., Lewbart, G.A. (2022). CRUSTACEANS. *Invertebrate Medicine*, 367-398. <https://doi.org/10.1002 /9781119569831.ch16>
3. Hossain, M.S., Abdelrahman, M., Tran, C.D., Nguyen, K.H, Chu, H.D., Watanabe, Y., Tran, L.S.P. (2022) Modulation of osmoprotection and antioxidant defense by exogenously applied acetate improves tolerance to cadmium stress in lentil seedlings. *Environmental Pollution*, 308, 119687. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119687>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

Biofiltros de *Azadirachta indica*; a.juss (Neem), como tecnología alternativa para captura de CO₂ atmosférico

Juan Andrés Dorado Madera¹

Víctor José Iguarán Campo¹

Siby I. Garcés Polo²

José Manuel Martínez Gil^{1*}

E-mail de correspondencia: jadorado@uniguajira.edu.co

Adsorber el CO₂ atmosférico es un reto que la actualidad a tomado gran relevancia si tenemos en cuenta que la cantidad este gas de efecto invernadero se encuentra aproximadamente en un 50% en nuestra atmosfera [1]. Se han desarrollado tecnologías basadas en técnicas de bioadsorción para depurar ambientes saturados con CO₂ como: Fitoextracción, Fitoestabilización y Fitotransformación, con el fin de controlar los efectos ambientales de este compuesto. Todos estos procesos aprovechan la capacidad de especies vegetales para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar sustancias extrañas. En este orden de ideas encontramos las semillas y hojas de la *Azadirachta indica*; A. Juss, (Neem), las cuales han presentado excelentes propiedades de adsorción de CO₂[2]. En este contexto proponemos la elaboración de un sistema de filtración a partir de semillas y hojas de esta especie vegetal, con el fin capturar el CO₂ atmosférico. En este trabajo se propone evaluará la capacidad de un biofiltro elaborado A. *indica*; A. Juss, (Neem). Esta tecnología parte de la combinación de materiales fibrosos y materiales resinosos obtenidos de semillas y hojas de A. Juss, (Neem) y biocarbones obtenido a partir de los tallos de este vegetal. Los biocarbones obtenidos serán caracterizados mediante isoterma de N₂ a 77 K, análisis de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR) y fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia Raman y SEM-EDS. Lo pruebas para determinar la capacidad de adsorción de gas carbónico se realizan mediante isoterma CO₂ a 0, 10 y 20 °C a presión atmosférica. La capacidad de remoción del sistema de filtración se evaluará por diferencias de concentración CO₂ en el aire filtrado.

Referencias

1. Gür. T.M. (2022) Emisiones, captura, almacenamiento y utilización de dióxido de carbono: Revisión de materiales, procesos y tecnologías. *Progreso en Ciencias de la Energía y la Combustión*, 89, (2022) 100965. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2021.100965>

1 Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

2 Grupo de Investigación de Desarrollo Empresarial-GIDE, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, seccional Barranquilla, Colombia

2. Ramalakshmi, Udaya Sankar,. (2018). Characterization of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed volatile compounds obtained by supercritical carbon dioxide process. *Journal of food science and technology*, 55(4): 1444-1454. <https://doi.org/10.1007/s42768-022-00099-y>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV ACPM-2022.

WP
37

Producción de biogás verde a partir de biocarbones sintetizados por desechos alimenticios domiciliarios

Yuleisa Yuceth Frontado Alarcon¹

Victor José Iguarán Campo¹

Siby I. Garcés Polo²

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: yfrontado@uniguajira.edu.co

Reemplazar el biogás por biogás verde es una apuesta que está tomando gran relevancia en la actualidad debido a que este último es más amigable con el medioambiente. Considerando que ambas mezclas presentan metano (CH₄) en su composición no esperaríamos diferencia alguna en términos energéticos y composicionales. [1]. Sin embargo, el biogás además de (CH₄) está conformado por Bióxido de Carbono (CO₂), hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), mercaptanos, sulfuros, siloxanos, silanos, amoniaco, compuestos halogenados y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) [2,3]. En este escenario, el uso de biogás se constituye en una fuente de contaminantes de igual o mayor importancia que el gas natural a pesar que el biogás aporta menor porcentaje de CH₄ (gas de efecto invernadero). En este panorama se hace necesario depurar el biogás de estas sustancias nocivas al medio ambiente, por tal razón en este trabajo se propone la síntesis y caracterización de biocarbones a partir de desechos alimenticios domiciliarios, con el fin de convertir biogás a biogás verde. La elaboración de los biocarbones, se llevará a cabo por pirólisis de los desechos alimenticios domiciliarios, la calcinación seguirá las siguientes condiciones: rampa I: Temperatura inicial 40 °C, temperatura final 200 °C por una (1) hora, con velocidad de calentamiento 3 °C/min; rampa II: Temperatura inicial

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

² Grupo de Investigación de Desarrollo Empresarial-GIDE, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, seccional Barranquilla, Colombia

200 °C, Temperatura final 600 °C por tres horas y media (3,30 h), con velocidad de calentamiento de 7 °C/min. Los biocarbones obtenidos serán caracterizados mediante isothermas de N₂ a 77 K, análisis de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR) y fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia Raman y SEM-EDS. Las pruebas para determinar la capacidad de adsorción de gas carbónico se realizan mediante isothermas CO₂ a 0, 10 y 20 °C a presión atmosférica.

Referencias

1. Calbry-Muzyka, Madi, H., Rüsçh-Pfund, F., Gandiglio, M., Biollaz, S. (2022). Biogas composition from agricultural sources and organic fraction of municipal solid waste. *Renewable Energy*, 181, 1000-1007. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.09.100>
2. Jiang, Li, T., He, Y., Wu, Y., Zhang J., Jiang M. (2022). Eliminación simultánea de sulfuro de hidrógeno y amoníaco en la fase gaseosa: una revisión. *Cartas de química ambiental*, 20:1-17, <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01366-w>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV ACPM-2022.

WP
38

Evaluación de la producción de oxígeno y compensación de CO₂ a partir del uso de bioabono generados por la transformación de mezclas de desechos lignocelulósicos

Juan Manuel Chasoy Perez¹

Victor José Iguarán Campo¹

José Manuel Martínez Gil¹

E-mail de correspondencia: jmchasoy@uniguajira.edu.co

El compostaje se aplica comúnmente al tratamiento de heces de origen bovino o porcino [1]. El compost es una mezcla heterogénea en la cual encontramos compuesto orgánico e inorgánico, los cuales tienen como función coadyuvar al crecimiento de la planta [2]. La composición del compost depende de la composición de la materia prima. Entre las materias primas utilizadas para la elaboración de compost encontramos, desechos lignocelulósicos y desechos de origen animal, por lo tanto, las propiedades de los biofertilizantes y de los bioabonos depende de las características de los desechos orgánicos empleados como materias primas. En este trabajo de investigación se pretende elaborar biofertilizantes

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de la Guajira, Km5 Vía Maicao Riohacha - La Guajira, Riohacha, 440002, Colombia.

y bioabonos con propiedades nutritivas similares, empleado para tal fin amilasa obtenida del moho del pan (*Rhizopus stolonifer*), la cual será caracterizada por espectroscopia ultravioleta visible UV-Vis, espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR) y resonancia magnética nuclear de protones (1H RMN). Los cultivos de *R. stolonifer* se llevarán a cabo a temperatura ambiente utilizando como sustrato agar, durante un tiempo de dos semanas. El compos se elabora mezclando desechos domiciliarios, del compos obtenido se separará la fase sólida (biosólido) de la parte líquida (bio líquido). El biosólido se mezclará con aserrín en relación 1:1, 1:2, y 1:3, acto seguido se agregará a cada mezcla el biolíquido a partes iguales y la amilasa en relación 1:4 (5 mL de amilasa por 20 g biosólido). La caracterización del biofertilizante se llevará a cabo por análisis elemental (P, H y N), espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR), microscopia FT-Raman, resonancia magnética nuclear de protones (1H RMN), difracción de rayos -X (DR-X), SEM e isotermas de N₂ a 77 K. El potencial fertilizante químico y biogénicos [3] se probará en plantas de *Phaseolus vulgaris* (Habichuelas).

Referencias

1. Chen, Z., Fu, Q., Wen, Q., Wu, Y., Bao, H., Guo J. (2022) The competition of the microbial community rather than the removal of ARG at high temperature predominates in the composting of pig manure. *Journal of Hazardous Materials*, 423, 127149. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127149>
2. Weldon, S., Rivier, P., Joner, A., Coutris, E.J., Budai, A. (2022). Co-composting of digestate and yard waste with biochar: effect on greenhouse gas production and fertilizer value of matured compost. *Environmental Technology*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2089057>
3. Biswas, J.K. Mondal, M., Majumdar, D., Bhatnagar, A., Sarkar, B., Vithanage, M., Goel, R. (2022), Use of biofertilizers from human urine by chemiogenic and biogenic routes: Synthesis, characterization and agronomic application. *Environmental Technology and Innovation*, 25, 102152. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102152>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

WP
39

Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de bioetanol

Valentina Güillín Fuentes¹¹

Víctor José Iguarán Campo¹

José Manuel Martínez Gil¹

Email de correspondencia: vguillin@uniguajira.edu.co

¹¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales, Universidad de la Guajira, Km 5 Vía Maicao Riohacha - La Guajira, Riohacha, 440002, Colombia.

La biomasa generada por la fotosíntesis es la fuente de carbono renovable más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía y materias primas [1]. La lignocelulosa es el principal componente del vegetal una vez que este muere [2], por lo tanto, la madera y los desechos maderables conserva los componentes de la pared celular de las plantas [3]. En este trabajo se plantea la producción de bioetanol para ser utilizado en mezclas de biocombustibles. Los argumentos que justifican su elaboración a partir de desechos lignocelulósicos radica en: 1) el creciente uso del bioetanol como sustituto parcial de la gasolina y 2) se ha puesto en riesgo la seguridad alimentaria por el uso de materias primas como verduras, leguminosas y cereales en su el proceso de obtención [4]. El bioetanol será elaborado a partir de cascaras de frutas, las cuales serán recolectadas en Riohacha, acto seguido la biomasa serán lavadas con agua destilada a 60°C y alcohol etílico al 70%. A los desechos obtenidos se homogenizará y reducirá el tamaño utilizando un molino. Se eliminará la lignina aplicando disolución de NaOH 0.1N durante 15 minutos y sulfato de calcio por 3 horas. El material deslignificado se somete a hidrólisis ácida con ácido sulfúrico al 5% a 125°C y 15 psi por 15 minutos. Los jarabes obtenidos se separaron por centrifugación y con eso determinar el contenido de azúcares. La fermentación se realizará usando como nutriente 0,25% de fosfato (NH₄)₃PO₄ e inoculando con 0,1% de *Saccharomyces cerevisiae* a 30°C con agitación constante de 200 rpm por 24 h, controlando pH y temperatura cada hora. A cada muestra se le determinará: la humedad; azúcares reductores por el método de Fehling; grupos funcionales por espectroscopia infrarroja (FTIR) y composición elemental por análisis CHN-SO. Finalmente se realizará la destilación. El contenido de etanol se determinará por cromatografía de gases.

Referencias

1. KR. Lestari, Hidayanti, F., & Darusalam, U. (2022). Hydrogen production by algae *Scenedesmus* sp. Biomass through the process of photosynthesis. *International Journal of Science and Society*, 4(3), 26-32. <https://doi.org/10.54783/ijssoc.v4i3.494>.
2. Šehović, E., Memić, M., Sulejmanović, J., Hameed, M., Begić, S., Ljubijankić, N., ... & Sher, F. (2022). Thermodynamic recovery of green lignocellulosic biomass adsorbents for the removal of toxic pollutants. *Chemosphere*, 135737. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135737>.
3. Novaković, L., Guo, T., Bacic, A., Sampathkumar, A., & Johnson, K.L. (2018). Hitting the wall: sensing and signaling pathways involved in plant cell wall remodeling in response to abiotic stress. *Plants*, 7(4), 89. <https://doi.org/10.3390/plants7040089>.
4. Feyisa, AS (2021). Estado actual, oportunidades y limitaciones de la producción de yuca en Etiopía-A Review. *Revista de Investigación Agrícola y Alimentaria*, 11, 51.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022

Preparación y caracterización de carbones activados a partir de biochar obtenido de cascara de nuez de marañón

Laurisen Joana Berdugo Palacin¹

Oscar Javier Fonseca Bermudez²

Liliana Giraldo Gutierrez³

Juan Carlos Moreno Pirajan⁴

El incremento en los niveles de contaminación del agua por componentes tóxicos ha resultado en un aumento en la investigación y el desarrollo de métodos más efectivos para su eliminación. El fenol es una de las materias primas orgánicas que se utilizan en la actualidad y puede encontrarse en toda clase de industrias, por ejemplo, en la fabricación de pinturas, producción de resinas fenólicas, industrias férricas, fábricas de papel y celulosa, etc. [1]. Con mucha frecuencia, las aguas residuales de las plantas de producción de dichas industrias contienen fenol esto genera gran preocupación debido al impacto que ocasiona, ya que puede tener efectos adversos en la salud humana y del medio ambiente, es por esto que se planteó la preparación de carbones activados con propiedades adsorbentes que permitan reducir el impacto de este tipo de contaminantes, estos materiales preparados en la industria cuentan con una gran superficie interna que nos permite adsorber gran cantidad de diferentes materiales. En el presente trabajo se empleó cáscara de nuez de marañón para la elaboración de carbones activados. Para esto se transformó el material en un biochar mediante un horno tubular con una rampa de calentamiento de 5 °C/min desde una temperatura de 20 °C a 550 °C, posterior a esto fue impregnado con una solución activante a diferentes temperaturas, las muestras fueron lavadas para remover el exceso del agente activante hasta la estabilización del pH. Luego, los carbones pasaron a un proceso de secado para finalmente, realizar las técnicas de caracterización físicas, químicas y estructurales como isotermas de adsorción de nitrógeno, que nos permite analizar los parámetros del material como el tamaño del poro, su área superficial, entre otros. También se planteó un análisis desde la técnica de microscopia de barrido SEM que proporciona información sobre la morfología de la muestra. La espectroscopia RAMAN que nos posibilita analizar la información química y estructural, el análisis termogravimétrico TGA que nos permite

1 Dpto. de ingeniería Química, Universidad del Atlántico, Kilometro 7 vía Puerto Colombia Bogotá, Colombia

2 Dpto. de Ingeniería Química., Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º 18A – 12,

3 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Cra. 30 N.º 45–03

4 Dpto. de Química, Universidad de Los Andes, Cra. 1 N.º 18A – 12, Bogotá, Colombia

evaluar la pérdida de masa mediante procesos térmicos y el método de titulación BOEHM que nos ayuda a determinar los grupos funcionales superficiales. Con las pruebas de adsorción y cinética se determinaron a qué condiciones se obtiene el carbón con mejor capacidad de remoción.

Referencias

1. Camacho, C. (2009). Compuestos fenólicos y el medio ambiente. *Facultad de Agronomía. Centro de Tecnología Enzimática (CETENZ)*, 1-30.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, programa +Mujer +Ciencia +Equidad y a la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

WP
43

Tecnología de producción de biodiésel *in-situ*

Carlos Mario Orozco Martine¹

Víctor José Iguarán Campo¹

E-mail de correspondencia: cmarioorozco@uniguajira.edu.co

Los métodos tradicionales de producción de FAAE implican varios pasos, como la extracción del aceite, la purificación y la esterificación/reesterificación, respectivamente. Con el método *in-situ*, la extracción y la esterificación/transesterificación se realizan simultáneamente. Los alcoholes se utilizan tanto como reactivos de extracción como reactivos de esterificación/transesterificación. Cuando el aceite se extrae de las semillas con alcohol, se transesterifica en biodiésel en presencia del mismo alcohol. De esta forma, se pueden reducir el tiempo de procesamiento, el consumo de solventes y los costos generales. Sin embargo, en comparación con los procesos tradicionales, se requieren cantidades relativamente grandes de alcohol. Varios estudios en la literatura se refieren a la validación de la viabilidad del proceso para diferentes materias primas. Se investigó la posibilidad de sintetizar biodiésel mediante un proceso de transesterificación *in-situ* utilizando un catalizador ácido con lodos municipales como materia prima. Los lodos primarios (14,5 % en peso) y secundarios (2,5 % en peso) tuvieron los mayores rendimientos de FAAE a 75 °C, 5 % (v/v) de H₂SO₄ y una relación de masa de metanol a lodo de 12:1. En otro estudio, la síntesis de biodiésel a partir de salvado de arroz se llevó a cabo utilizando un proceso de transesterificación *in-situ* de dos pasos y se encontró que se obtuvo un alto rendimiento de FAAE en un tiempo de reacción relativamente corto. Las rutas de extracción

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas., Universidad de La Guajira.

y transformación convencionales generalmente brindan bajos rendimientos de FFAE de microalgas debido a una extracción de solvente deficiente. Por lo tanto, se probó un proceso *in-situ* para la producción de FFAE a partir de biomasa de algas usando un catalizador ácido y se informó que la temperatura de reacción y el volumen de metanol tuvieron el mayor efecto sobre el rendimiento del producto. Otro investigador pesquizó un proceso *in-situ* de dos pasos para la biomasa de microalgas con altos niveles de ácidos grasos libres. Usando el catalizador Amberlyst-15 para reducir el contenido de FFA en el paso de pre esterificación, el rendimiento de biodiesel es significativamente mayor que el del proceso *in-situ* de un paso, este catalizador se puede usar ocho veces sin pérdida significativa de actividad, y el total La recuperación de FAME es $94,87 \pm 0,86$ %. El proceso *in-situ* se utiliza para varias otras fuentes de aceite, como naranja, microalgas marinas, hamamelis, girasol, soja, jatrofa, semilla de algodón, café en polvo, etc. Resultó ser muy efectivo.

Referencias

1. Atabani, A.E., Silitonga, A.S., Badruddin, I.A., Mahlia, T.M.I, Masjuki, H.H., Mekhilef, S. (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics, Renewable and Sustainable Energy Reviews. 16(Issue 4): 2070–2093. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.003>
2. Kiss, A.A. (2009) Novel process for biodiesel by reactive absorption. *Separation And Purification Technology*. 69 (Issue 9): 280–287, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2009.08.004>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV ACPM-2022.

WP
44

Evaluación de hidrotalcitas Mg-Al Dopada con (V^{3+}) en la producción de biodiesel a partir del aceite de Palma Africana

Carlos Andrés García Villanueva¹

Brayan Adarraga²

Danny Gutierrez³

Esneyder Puello Polo⁴

E-mail de correspondencia: carlosagarcia@est.uniatlantico.edu.co

Se sintetizó una hidrotalcita de tipo Mg-Al de proporción 3:1 a partir de sales nitrato de magnesio y aluminio hidratadas, por método de coprecipitación,

1,2,3 Programa de química, Universidad del Atlántico

4 Doctor en Ciencias, Universidad del Atlántico

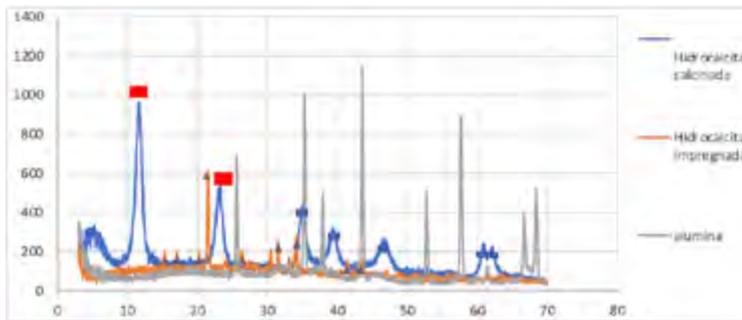


Figura 1. Drx de las hidrocalcita(azul), hidrocalcita calcinada a 800 °C (5h) (naranja), alúmina(gris), $MgAl_2O_4$, MgO -periclase

calcinados a una temperatura de 800 °C por 5 horas. A su vez, se llevó a cabo un dopaje del 5% del peso de la hidrocalcita, con vanadio(V^{3+}), previo al calcinado. Luego las muestras obtenidas fueron analizadas por Difracción de polvos de rayos X (DRX), propiedades texturales (S_{BET} , V_p , r_p) y se obtuvo picos a 2θ (°) a 21,59 y 12,5, que corresponde a la fase más intensa de MgO periclase cristalino en la hidrocalcita calcinada. Del mismo modo se observaron otras reflexiones para el $MgAl_2O_4$ a 2θ (°)=Se 15,34; 17,06; 24,14; 26,34; 30,52; 31,46; 33,08; 34,14, acorde con la literatura. Del mismo modo se observó una disminución del tamaño de poro de 47 a 18 $m^2 g^{-1}$, para $MgO + MgAl_2O_4$, sin embargo, para el Al_2O_3 no se detectó un cambio en área (Surface BET). De manera análoga, el infrarrojo muestra para hidrocalcita 1500-1250 cm^{-1} , acorde con la literatura. A su vez, se confirmó el efecto del dopaje del vanadio en el rendimiento catalítico.

Referencias

1. Lei, X.F., Xue, X. X., Yang, H. (2014). Preparation and characterization of Ag-doped TiO_2 nanomaterials and their photocatalytic reduction of Cr(VI) under visible light. *Applied Surface Science* 321: 396–403, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.10.0452>. Wang, Q., Tay, H.H., Guo, Z., Chen, L., Liu, Y., Chang, J., Zhong, Z., Luo, J., and Borgna, A. (2012) Morphology and composition controllable synthesis of Mg-Al- CO_3 hydrotalcites by tuning the synthesis pH and the CO_2 capture capacity. *Applied Clay Science*, 55, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2011.07.024>

Agradecimientos

Al profesor Esneyder, a Brayan, Dayana, Roimer y Michael por la ayuda en la preparación de las hidrocalcitas.

Obtención de Biodiésel mediante el método del Codisolventes

Álvaro Andrés Ortiz Saltaren¹,

Víctor José Iguaran Campo¹

E-mail de correspondencia: aandresortiz@uniguajira.edu.co

Durante la reacción de transesterificación, las fases de aceite y metanol son inmiscibles entre sí, lo que afecta la tasa de transferencia de masa entre las dos fases (Guan *et al.*, 2009). Esta condición se puede manejar mediante el uso de un codisolvente, que es soluble tanto en metanol como en la fase oleosa. La velocidad de reacción aumenta con la adición del codisolvente debido a la desaparición de la resistencia de transferencia de masa de interfase entre las dos fases (Çaglar, 2007). Muchos estudios revelan que la presencia de codisolvente reduce significativamente la temperatura de funcionamiento, la presión y la relación molar de aceite y alcohol mejorando la velocidad de reacción. Numerosos codisolventes como Tetrahidrofurano (THF), hexano, una mezcla de THF y hexano, acetona, propano, heptano, Dióxido de Carbono (CO₂), Dimetil Éter (DME), Dietil Éter (DEE), etc. se han utilizado en producción de biodiésel (Sakthivel, *et al.*, 2013). También se ha utilizado acetona como codisolvente en un proceso de reacción homogéneo para la transesterificación de aceites vegetales con metanol, en presencia de catalizador de hidróxido de potasio. Este método reduce significativamente el uso de metanol en comparación con los convencionales métodos. En este trabajo se describen las ventajas del método del codisolvente con otras técnicas empleadas para producir biodiesel.

Referencias

1. Guan, ,Kusakabe, K., Sakurai, N., Moriyama K. (2009). Transesterification of vegetable oil to biodiesel fuel using acid catalysts in the presence of dimethyl ether. *Fuel*, 88(1): 81–86, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.07.021>
2. Çaglar, , (2007). Biodiesel production using co-solvent. B. Abstr. Eur. Congr. Chem. Eng. Copenhagen, 16–20
3. Sakthivel, ,Halder, S., Gupta, P.D. (2013). Influence of Co-solvent on the production of biodiesel in batch and continuous process. *International Journal of Green Energy*. 10 876–884, <https://doi.org/10.1080/15435075.2012.727365>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

Producción de biodiesel por tecnología de mezclador inmóvil

Amanda Janeth Polo Bello¹

Víctor José Iguarán Campo¹

E-mail de correspondencia: ajanethpolo@uniguajira.edu.co

Los mezcladores estáticos o estacionarios se utilizan comúnmente en los procesos continuos de producción de biodiesel. Son muy efectivos para mezclar materiales que de otro modo serían inmiscibles en condiciones normales. Este tipo de agitador consta de un elemento de agitación helicoidal estático de diseño único alojado en un cilindro hueco, que proporciona una mezcla potente y requiere menos energía que los agitadores mecánicos convencionales [1,2]. Los agitadores de paletas son adecuados para todas las temperaturas y proporcionan velocidades de reacción más altas en las primeras etapas de la reacción en comparación con los agitadores de paletas. Actualmente se han utilizado combinaciones de tecnologías avanzadas como, microondas y agitador estático, donde se desarrolló un innovador reactor continuo de microondas con agitador estático para la biosíntesis a partir de catalizadores de hidróxido de etanol y aceite de soja en presencia de combustible diésel [2]. Se ha encontrado que la mezcla es el parámetro más importante en este tipo de reacción, aumentando la velocidad de flujo, aumentando la cantidad de éster y reduciendo el consumo de energía. Un mezclador estático crea gotitas de metanol más finas y uniformes en el aceite crudo al aumentar el área superficial de la interfaz entre el aceite crudo y el metanol y por lo tanto esta técnica es considerada una de las eficaces en la producción de biodiesel. En este trabajo se hace una breve comparación entre la técnica de mezclador inmóvil, con otras técnicas utilizadas para la producción de biodiesel.

Referencias

1. Noureddini, H., Harkey, D.W., Gutsman, M.R., (2004) A continuous process for the glycerolysis of soybean oil. *JAACS, J. Am. Oil Chem. Soc.* 81(Issue2): 203-207, <https://doi.org/10.1007/s11746-004-0882-y>
2. Peterson, C.L. Cook, J.L. Thompson, J.C. Taberski, J.S. (2002) Continuous flow biodiesel production, *Applied Engineering in Agriculture* 18(1) 5-11. DOI:10.13031/2013.7702
3. Scares L.R.A., Franca A.S., Oliveira L.S., (2017). Feasibility of biodiesel production in a continuous flow microwave reactor with static mixing. *8th Int. Conf. Mech. Aerosp. Eng. ICMAE 2017* 581-585, <https://doi.org/10.1109/ICMAE.2017.8038712>

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WA-CPM-2022.

¹ Grupo de Investigación Catálisis y Materiales. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira.

Caracterización del Carbón activado obtenido de la cáscara de coco como matriz apropiada para la captura de dióxido de carbono (CO₂)

Marlon Bastidas Barranco¹

Diana Oñate Hernandez²

Katerin Niebles Sierra²

Juan Moreno Pirajan³

José Martínez Gil⁴

E-mail de correspondencia: marlonbastidas@unicesar.edu.co

A medida que avanza el crecimiento poblacional en el mundo, se dan desarrollos tecnológicos para el mejoramiento de la productividad y la economía a nivel global. Este proceso espontáneo del devenir de la humanidad, hace necesario el uso de combustibles para garantizar el funcionamiento de sectores significativos, como los de transporte, industria y residencial. El aumento contante de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), debido a las necesidades de combustibles en sectores económicos, son de preocupación global [1]. Por tanto, hay desarrollos que buscan la reducción del contenido global de GEI en la atmósfera por dos vías: i) la captura de emisiones antes de ser emitidos y ii) y la generación de combustibles emergentes de origen vegetal, especialmente de biomasa residual [2]. Uno de las posibilidades de reducción de emisiones de GEI estudiada en la actualidad, es la captura de estos gases antes de ser emitidos a la atmósfera con materiales con amplia área superficial. Estos materiales, conocidos como carbones activados, capturan moléculas contaminantes del medio por su adherencia a la superficie del material activado. En este orden de ideas, se puede preparar un material carbonoso, que puedan capturar CO₂ proveniente de la combustión de combustibles fósiles mediante un proceso de preparación de carbones activados provenientes de matrices vegetales. Con base en lo mencionado, se realiza una evaluación de la captura de CO₂ en una matriz activada de cáscara de coco, mediante un tratamiento térmico que permita liberar la porosidad del material, donde se depositan las moléculas de CO₂ [3]. Los análisis experimentales permitirán establecer la eficiencia de retención del contaminante, fundamentalmente a través de la caracterización textural del material activado.

1 Grupo GEAB, Programa Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar, Sede Sabanas, Valledupar, Colombia.

2 Grupo DESTACAR, Estudiante Maestría en Cambio Climático, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia.

3 Grupo de Sólidos Porosos, Departamento de Química, Universidad de los Andes, Cra. 1 #18a-12, Bogotá, Cundinamarca.

4 Grupo Catálisis y Materiales Programa de Biología, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia.

Referencias

1. Bastidas-Barranco, M.J., Chejne Janna, F., Jiménez, A.L. Peña N.(2010) Análisis Exergoeconomico en Plantas de Energía. *Información Tecnológica*: 77-87.
2. Díaz, L.C., Ariza L. (2017) Uses of Biochar in arid lands. *Earth sciences*: 32-45.
3. Li, Yuan, X., Deng, S, Zhao, L., Lee, B. (2021)A review on biomass-derived CO₂ adsorption capture: Adsorbent, adsorber, adsorption, and advice. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 152, : 111708.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira y a la Universidad Popular del Cesar, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WACPM-2022.

WP
51

Evaluación del proceso de obtención de diesel renovable a partir de Aceite de Palma Africana del departamento del Cesar

Marlon Bastidas Barranco¹
Yoleinis Barros Trillos²
& Ángela Ramírez Lascarro²

E-mail de correspondencia: marlonbastidas@unicesar.edu.co.

La preocupación por las crecientes y sostenidas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se acentúan cada vez más, en la medida que las exigencias y necesidades de combustibles en los diferentes sectores de desarrollo económico de las poblaciones son mayores [1]. En este sentido, se han hecho muchos esfuerzos para desarrollar combustibles alternativos cuya orientación es reducir las emisiones por los fósiles, entre las que se destacan mezclas de gasolina con metanol o etanol, mezclas de diésel con biodiesel, biodiesel puro e incluso el uso de la biomasa residual [2]. Por otra parte, Colombia es el primer productor de palma africana en Latinoamérica, siendo el departamento del Cesar una zona de alta producción de aceite de palma africana, con la generación de altos contenidos de biomasa residual y una producción de aceite destinado al uso alimentario (comestible) y no alimentario (biodiesel). Para la producción de biodiesel se aprovecha el proceso de transesterificación con metanol y un catalizador básico/ácido, cuyos productos son el biodiesel y la glicerina; sin embargo, el uso de los alcoholes en estos procesos requiere de precursores fósiles, por tanto, pierde algo de la esencia renovable del biodiesel. El programa de Ingeniería

1 Grupo GEAB, Programa Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar, Sede Sabanas, Valledupar, Colombia.

2 Grupo DESTACAR, Estudiante Maestría en Cambio Climático, Universidad de La Guajira, km 5 vía a Maicao, Riohacha, Colombia.

Agroindustrial está en la capacidad de hacer un análisis del proceso de obtención del diésel, reemplazando el alcohol con hidrógeno verde en un proceso de hidrogenación de los triglicéridos del aceite para obtener un diésel netamente renovable [3]. El hidrógeno verde se plantea vincular de un sistema de electrólisis de agua, separando el hidrógeno y el oxígeno, alimentado con energía eléctrica proveniente del sol. Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se pretende realizar una evaluación del proceso hidrogenación del aceite de palma africana a partir de hidrogeno verde, teniendo en cuenta la relación aceite/hidrógeno, los costos de los equipos necesarios para la conversión y las potencialidades solares durante diferentes periodos climáticos de la zona de estudio.

Referencias

1. Bastidas-Barranco, M.J. Chejne Janna, F. Jimenez. A.L. Peña. N. (2010) Análisis Exergoeconomico en Plantas de Energía. Información Tecnológica, 77-87.
2. Gahleitner, G. (2013). Hydrogen from renewable electricity: An international review of power-to-gas pilot plants for stationary applications. *Int. J. Hydrogen Energy*, 38(5), 2039-2061.
3. Diaz, P., Peña, R., Arias, C. A., & Sandoval, D. (2010). Estudio de campo de la generación híbrida diesel/renovable para electrificación rural. Cusco: IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES).

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad de La Guajira y a la Universidad Popular del Cesar, por el apoyo financiero que permitió la participación en el IV WACPM-2022.

WP
52

Análisis de errores estadísticos de modelos no lineales aplicados a procesos cinéticos de adsorción: espectroscopia UV-Vis vs. Absorción Atómica

Laura Daniela Amaya Casallas¹

Yesid Sneider Murillo Acevedo²

Juan Carlos Moreno Piraján³

Liliana Giraldo Gutierrez⁴

E-mail de correspondencia: laura.amaya05@uptc.edu.co

1 Dpto. de Química, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Avenida Central del Norte 39-115, Tunja, 150003, Colombia

2 epto. de Ciencias y Humanidades, Fundación Universidad de América, Avda. Circunvalar No. 20-53. Bogotá, 111711, Colombia

3 Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra. 1 N.º 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia

4 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Cra 30 N.º 45-06. Bogotá, 111711, Colombia

La adsorción se ha convertido en un método competitivo para el tratamiento de aguas residuales y aire. En este campo la cinética de adsorción es uno de los factores clave que deben entenderse antes de la aplicabilidad de cualquier adsorbente, por lo que para cualquier proceso de adsorción se debe aplicar un análisis cinético ya sea lineal o no lineal. En estos modelos se debe aplicar un índice de ajuste ya sea el coeficiente de correlación o la suma de cuadrados para acceder al parámetro más acertado. En este proceso el uso de formas lineales o no lineales de cinética de adsorción afecta directamente la distribución de la función de error y por ende varían notoriamente los parámetros cinéticos. Continuamente los estudios de adsorción utilizan la forma lineal para concluir el mejor modelo cinético que afecta al mecanismo de adsorción, lo que podría significar un error ya que se ha demostrado que la forma no lineal de los modelos cinéticos se ajusta mejor a los datos experimentales para la adsorción [1].

Por lo que, en la presente investigación, se busca estudiar y modelar el método de análisis no lineal para evaluar la cinética y el equilibrio de la adsorción de cromo hexavalente de soluciones acuosas sobre una muestra de carbón comercial activado de cascara de coco, por espectrofotometría y absorción atómica; comparando la variación de los parámetros cinéticos de adsorción con base a diferentes errores estadísticos.

Para esto, se realizaron los isoterms de adsorción, se aplicaron los modelos cinéticos de pseudo-primer orden y pseudo-segundo orden para probar los datos experimentales de la cinética, y se ajustaron los datos de equilibrio de adsorción mediante las isoterms de Langmuir, Freundlich, y Temkin, realizándose una comparación de los errores estadísticos: suma de errores cuadrados (SSE), suma de errores absolutos (EABS), error relativo promedio (ARE), desviación estándar porcentual de Marquardt (MPSD), función de error fraccionario híbrido (HYBRID), Chi cuadrado (X^2) y coeficiente de determinación (R^2) en los modelos no lineales obtenidos bajo el método de espectrofotometría UV-Vis y Absorción Atómica.

Finalmente, con esto se busca poder llegar a una correlación entre las dos técnicas de determinación de cromo hexavalente y su variación en los parámetros cinéticos dependiente del tipo de error utilizado en sus modelos no lineales.

Referencias

1. Edeballi, S., (Ed). (2019) Advanced Sorption Process Applications; IntechOpen., https://books.google.com.co/books?id=xRf8DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencias junto a la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) con su programa +Mujer, +Ciencia, +Equidad. A los departamentos de investigación de las diferentes universidades relacionadas a este proyecto.

Selección de un catalizador heterogéneo para la producción de biodiesel a partir de la grasa de caprino (*Capra aegagrus hircus*)

Paula Melissa Piñeros Charry¹

Santiago Useche Rojas²

Diego Francisco Cifuentes Galindres³

E-mail de correspondencia: diego.cifuentes@profesores.uamerica.edu.co

En este trabajo, se propone examinar los catalizadores de base heterogénea para desarrollar un catalizador eficaz para el proceso de producción de biodiésel con alta actividad y durabilidad, utilizando grasa de caprino (*Capra aegagrus hircus*).

Como primera medida, se realizó la caracterización fisicoquímica de la grasa animal para poder clasificarla según sus propiedades, de esta caracterización se destaca el índice de acidez con un valor de 0.3774 representativo para una especie animal en comparación con los posibles valores de una especie vegetal, existen diferentes estudios donde se involucran los aceites vegetales como el aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) para la obtención de biodiesel en Colombia. No obstante, la gran problemática que se presenta con la producción de biodiesel a partir de esta materia prima es su alto índice de acidez cuyo promedio es de 0.5 [1] y la cantidad de impurezas [2].

Posteriormente, se desarrollará un catalizador teniendo en cuenta los óxidos metálicos del tipo A-B-O, donde A es un metal alcalino-tierra metal alcalino, metal alcalino o metal de tierras raras y B es un metal de transición. Con base al catalizador obtenido se estudiará su actividad catalítica y durabilidad para la transesterificación de la grasa en ésteres metílicos de ácidos grasos [4].

Teniendo en cuenta la comparación del índice de acidez del aceite vegetal respecto al de grasa animal se espera que el biodiésel producido en la transesterificación de la grasa proveniente del caprino (*Capra aegagrus hircus*) sea una de las alternativas para el aprovechamiento de los restos orgánicos de esta especie, involucrando las características como renovabilidad, ausencia de compuestos aromáticos, alta biodegradabilidad, bajo contenido de SO_x y partículas [2], después del desarrollo del catalizador.

Referencias

1. Avellaneda Vargas, F. A., Salvadó i Rovira, J., Universitat Rovira i Virgili. Departament d'Enginyeria Química., & Universitat Rovira i Virgili. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química de

1,2,3 Dpto. de Ingeniería Química., Fundación Universidad de América, Cra. 1 N.º 20 - 53, Bogotá, 111711, Colombia

Tarragona. (2010). *Producción y caracterización de biodiesel de palma y de aceite reciclado mediante un proceso batch y un proceso continuo con un reactor helicoidal*. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili.

2. Dias, J. M., Alvim-Ferraz, M. C. M., Almeida, M. F., Méndez Díaz, J. D., Polo, M. S., & Utrilla, J. R. (2012). Selection of heterogeneous catalysts for biodiesel production from animal fat. *Fuel*, 94, 418–425. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.10.069>

3. Fontalvo Gómez, M., Vecino Pérez, R., & Sarmiento, A. B. (n.d.). *African palm oil elae guineensis: Alternative energy resource to biodiesel production in Colombia and its environmental impact*.

4. Kawashima, A., Matsubara, K., & Honda, K. (2008). Development of heterogeneous base catalysts for biodiesel production. *Bioresource Technology*, 99(9), 3439–3443. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.009>

WP
55

Síntesis y caracterización de espumas de carbono a base de resinas fenólicas de tipo resol y novolaca, para adsorción de CO₂ a baja presión

Diego Fernando Marquíñez Buitrago¹

Jaidith Marisol Ramos Rincón²

Juan Carlos Moreno Piraján³

Liliana Giraldo⁴

E-mail de correspondencia: d.marquinez@uniandes.edu.co

Las diferentes actividades humanas, y especialmente las que están relacionadas con el sector energético, en las que se usan combustibles fósiles para la producción de energía, han generado un gran impacto ambiental, por el exorbitante aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y especialmente de dióxido de carbono [1]. Con el fin de reducir las emisiones de CO₂ y mitigar el impacto ambiental del mismo, se han desarrollado técnicas de captura del CO₂ producidos en los procesos de combustión, donde los materiales porosos son potencialmente útiles para captar el CO₂ de post combustión, ya que presenta una alta capacidad de adsorción que le permite captarlo y almacenarlo; sin embargo, el proceso de captura de CO₂ se dificulta debido a que se necesita una alta selectividad de captura del material por el CO₂ para poder separarlo de los demás gases emitidos en la post combustión. Por lo anterior, se propone el

1 Proyecto Curricular de Licenciatura en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Cra. 3 N.º 26A – 40, Bogotá, 110311, Colombia.

2 Proyecto Curricular de Licenciatura en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Cra. 3 N.º 26A – 40, Bogotá, 110311, Colombia.

3 Dpto. de Química, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia.

4 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Av. NQS N.º 45 – 03, Bogotá, Colombia.

uso de espumas de carbono como materiales con características adsorbentes útiles para la captura y almacenamiento selectiva de CO₂ [2].

Así, se preparó espumas de carbono, a partir de resinas fenólicas de tipo resol y novolaca sintetizadas con diferentes tipos de catalizadores, y transformadas en espumas usando como agentes espumantes n-pentano y diclorometano; las espumas fueron secadas a una temperatura de 100 °C y carbonizarlas a dos diferentes temperaturas (700 y 900 °C). Se estudio la estabilidad térmica de las resinas por Análisis Termogravimétrico (TGA); las espumas se analizaron por TGA y FTIR antes y después de carbonizar para estudiar su estructura y comportamiento frente al aumento de temperatura; se realizó la caracterización morfológica y estructural de la espuma carbonizada por medio de SEM, ATM y Raman; y los parámetros texturales de las espumas se obtuvieron por isothermas de adsorción de N₂ a baja presión. Las espumas de carbono obtenidas son promisorias para la captura de CO₂ a baja presión.

Referencias

1. Gómez, E., Cukierman, A., Bonelli, P. (2016). *Desarrollo de Adsorbente Para la Captura de CO₂ A Partir de un Residuo Agroindustrial*; ASADES.
2. Bartolomé, C., Mora, P., Recalde, J. (2011) *Estado del Arte de las Tecnologías de Captura y Almacenamiento de CO₂ en la Industria del Cemento*.

WP
56

Entalpias de Interacción entre glifosato y biocarbón obtenidos a partir de tusa de maíz por activación química

Paola Rodríguez-Estupiñán^{1, 2, 3}

Juan Carlos Moreno-Piraján²

Liliana Giraldo Gutiérrez³

E-mail de correspondencia: jennypaola.rodriugu01@urosario.edu.co

El estudio de un parámetro termodinámico que caracteriza la interfase líquido-sólido permite correlacionar las propiedades físicas y químicas del sólido de estudio y una molécula [1], mediante la microcalorimetría de inmersión es posible evaluar la entalpía de inmersión, ΔH_{imm} , la cual se define como el cambio de energía, a temperatura y presión constantes, cuando la superficie del sólido se

1 Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología., Universidad del Rosario, Cra. 24 N.o 63c-69., Bogotá, 111221, Colombia

2 Dpto. de Química., Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A - 12, Bogotá, 111711, Colombia Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Cra 30 No 45-06. Bogotá, 111321, Colombia

3 Dpto. de Química, Universidad Nacional de Colombia, Cra 30 No 45-06. Bogotá, 111321, Colombia

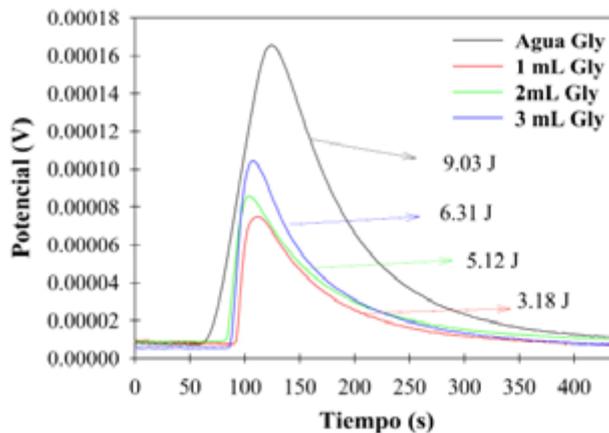


Figura 1. Potenciograma de inmersión de GAC-TP60 en soluciones de glifosato de 800, 1600 y 2400 ppm

sumerge por completo en un líquido en el que el sólido es insoluble y no reacciona [2,3]. La calorimetría de inmersión puede ser una técnica versátil, sensible y precisa que tiene muchas ventajas para caracterizar sólidos. Entre los beneficios de esta técnica están: la molécula de la sonda tiene una geometría conocida, no se debe asumir un modelo teórico de la geometría del poro del adsorbente; por el contrario, en la medida calorimétrica se considera toda la estructura, tortuosidad, rugosidad y conectividad de los poros [3]. En este estudio se empleó esta técnica para la caracterización energética del proceso de adsorción de la molécula de glifosato sobre biocarbonos obtenidos a partir de tusa de maíz mediante activación química, la Figura 1. se presenta los potenciogramas de la inmersión del sólido GAC-TP60 en soluciones de concentración variable de glifosato.

Referencias

1. Rouquerol, J. (2014) Adsorption at the Liquid-Solid Interface: Thermodynamics and Methodology. In Adsorption by Powders and Porous Solids Principles, Methodology and Applications. Academic. Oxford: 106-132
2. Rodríguez-Reinoso, F. Molina-Sabio, M. (1998) Textural and chemical characterization of microporous carbons. *Adv Colloid Interface Sci.* 76 271-94.
3. Kumar, K.V., Gadipelli, S., Wood, B., Ramisetty, K., Stewart, A., Howard C. *et al.* (2019) Characterization of the adsorption site energies and heterogeneous surfaces of porous materials. *J Mater Chem A.* 7 : 10104-37.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química de la Universidad de los Andes por acoger a la Dra. Rodríguez durante su Estancia Postdoctoral financiada por la convocatoria 811 de MINCIENCIAS, Programa de estancias postdoctorales para beneficiarios de formación Colciencias en entidades del SNCTel.

Síntesis de ligandos tipo sales de bis-imidazolio como organocatalizadores para la activación de CO₂ y epóxidos

D. Ezenarro¹D. Fonseca¹J. Hurtado¹R. Rojas²E-mail de correspondencia: de.ezenarro10@uniandes.edu.cojj.hurtado@uniandes.edu.co

El dióxido de carbono (CO₂) se considera como materia prima renovable, es un gas de efecto invernadero y producto de desecho de la combustión de procesos industriales. Esto lo hace económico y ampliamente disponible [1]. En la actualidad, la industria química emplea menos de un 1% de las emisiones totales de CO₂ como materia prima, principalmente para la síntesis de urea, ácido salicílico, policarbonatos y carbonatos cíclicos. El uso del CO₂ como un bloque de construcción sintético ha estado limitado por su estabilidad química y poca reactividad. Sin embargo, se han logrado avances para la activación/uso del CO₂, por ejemplo, la activación con compuestos como aminas, epóxidos e hidrógeno molecular. Por lo tanto, en los últimos años, ha reaparecido el interés por la química del uso del CO₂, y se han descrito algunos sistemas organocatalíticos para la conversión del CO₂ en nuevos productos con aplicación a nivel industrial [2]. Organocatalizadores, como los líquidos iónicos derivados de aminoácidos, piridinas e imidazolio; así como sales de amonio, sales de fosfonio, ácidos borónicos, guanidinas y ligandos derivados de bases de Schiff que funcionan en ausencia de haluros y metales; que en comparación con los complejos de metales de transición son generalmente más económicos y pueden obtenerse y utilizarse más fácilmente [3,4]. En este trabajo se muestran los resultados de la síntesis de dos ligandos tipo de sales de bis-imidazolio como organocatalizadores y resultados preliminares acerca de su actividad catalítica frente a la formación de carbonatos cíclicos.

Referencias

1. Aresta, M.; Dibenedetto, A. (2007). Utilisation of CO₂ as a Chemical Feedstock: Opportunities and Challenges. *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* 28: 2975–2992.

1 Laboratorio de Química Inorgánica, Catálisis y Bioinorgánica. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Cra 1 N.º 18A – 12, Bogotá, 111711, Colombia

2 Laboratorio de Química Inorgánica, Facultad de Química y Farmacia, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago 6094411, Chile.

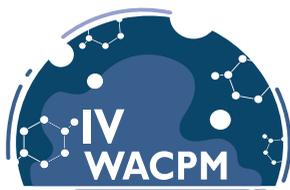
2. Wu, X.; Chen, C.; Guo, Z.; North, M.; Whitwood, A. C. (2019). Metal- and Halide-Free Catalyst for the Synthesis of Cyclic Carbonates from Epoxides and Carbon Dioxide. *ACS Catal.*, 9 (3): 1895–1906.

3. Yue, Z.; Pudukudy, M.; Chen, S.; Liu, Y.; Zhao, W.; Wang, J.; Shan, S.; Jia, Q. (2020) A Non-Metal Acen-H Catalyst for the Chemical Fixation of CO₂ into Cyclic Carbonates under Solvent- and Halide-Free Mild Reaction Conditions. *Appl. Catal. Gen.*, 601, 117646.

4. Guo, L.; Lamb, K. J.; North, M. (2021) Recent Developments in Organocatalysed Transformations of Epoxides and Carbon Dioxide into Cyclic Carbonates. *Green Chem.*, 23(1), 77–118.

Agradecimientos

Beca de Maestría otorgada por el Departamento de Química de la Universidad de los Andes y al grupo de investigación en Química Inorgánica, Catálisis y Bioinorgánica (GUIQUICB).



IV WORKSHOP OF ADSORPTION CATALYSIS AND POROUS MATERIALS

Apreciados colegas, investigadores en formación y estudiantes, esta versión programada es para nosotros muy especial, pues tiene como gran objetivo, el cual nos emociona, poder compartir con todos ustedes un homenaje al Profesor Dr. Francisco Rodríguez-Reinoso Q.E.P.D. (Universidad de Alicante, España), quien desde 1996 comenzó a participar en el desarrollo de nuestros grupos de trabajo y debido a su gran trayectoria y reconocimiento a nivel mundial, ha trascendido en nuestro quehacer académico y científico.

Hemos logrado reunir a renombrados científicos, grandes colegas y amigos, lo que le da un gran motivación a esta reunión y quienes con sus aportes harán de este workshop un evento importante, agradable y trascendente para todos nuestros estudiantes e investigadores en formación, y quienes con sus trabajos podrán participar por el Tercer Premio Francisco Rodríguez-Reinoso en reconocimiento al mejor trabajo presentado durante el desarrollo del evento.

Esta edición especial recoge las memorias científicas del evento, pero sobre todo el éxito y trayectoria de sus investigaciones en torno al mundo de la Adsorción, Catálisis y Materiales Porosos.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



**UNIVERSIDAD
LIBRE**



Universidad de
los Andes
Colombia



UNIVERSIDAD
DE LA GUAJIRA
SHIKII EKIRAJIA
PÚLEE WAJIIRA



Universidad de
América



Universidad del
Rosario | Escuela de Ingeniería,
Ciencia y Tecnología