

Memoria de resúmenes

XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada 2026



San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SNIQBA, A.C.

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Dr. Isidro Ovando Medina (UNACH)

Secretaria: Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona (UAAAN)

Tesorera: Dra. Shirley Carro Sánchez (UATx)

Dra. Erika Nohemi Rivas Martínez (UAAAN)

M.B. Sonia Ruiz González (UNACH)

Dra. Felipa Morales Luna (UAAAN)

Dr. Francisco Hernández Centeno (UAAAN)

Dr. Isidro Palos Pizarro (UAT)

Dr. Miguel Angel Corona Rivera (UASLP)

Dr. Víctor Manuel Ovando Medina (UASLP)

XIV
SNIQBA

San Cristóbal de las Casas, Chiapas



ÍNDICE DE TRABAJOS

Memoria de resúmenes



TÍTULO	Página
FITONANOPARTICULAS: RETOS PARA LOGRAR EL ESCALAMIENTO DEL LABORATORIO AL CAMPO	1
ANÁLISIS DE DECISIONES Y SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA EN LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR	2
METAL-ORGANIC FRAMEWORKS DE UN PARADIGMA QUÍMICO A UN LENGUAJE DE DISEÑO PARA LA INGENIERÍA DE RESIDUO A RECURSO: APROVECHAMIENTO FUNCIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS	3
PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y SUS APLICACIONES	4
MATERIALES HÍBRIDOS MAGNETO Y TERMORESPONSIVOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS	5
POLÍMEROS DE IMPRESIÓN MOLECULAR COMO POSIBLES AGENTES DE RECONOCIMIENTO MOLECULAR	6
SIMULACIÓN MOLECULAR EN QUÍMICA DE MATERIALES: ESTUDIOS DE CASO EN POLÍMEROS Y NANOCOMPUESTOS	7
PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE NOPAL VERDURA CON RIZOBACTERIAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS FUNCIONALES	8
DEL HERBARIO AL LABORATORIO: EXPLORANDO EL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE LAS COLECCIONES BOTÁNICAS	9
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ACARREADORES DE ANTIOXIDANTES PARA LA MITIGACIÓN DEL ESTRÉS OXIDATIVO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS	10
VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE TUNA PARA EL DESARROLLO DE FORMULACIONES COSMÉTICAS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	11
EVALUACIÓN DEL USO DE BIOESTIMULANTE PARA EL DESARROLLO DE ESPECIES VEGETALES DE INTERÉS FORESTAL	12
EFFECTO DE EXTRACTOS DE RAMBUTAN SOBRE LA ACTIVIDAD DEL BACULOVIRUS SFMNPV	13
CIANOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL: UNA ESTRATEGIA DE BIOACONDICIONAMIENTO PARA MEJORAR EL DESARROLLO RADICULAR EN LECHUGA (LACTUCA SATIVA)	14
GLUCOSINOLATOS PROVENIENTES DE CRUCÍFERAS COMO BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO Y CALIDAD POSCOSECHA DE LA FRESA (FRAGRARIA VESCA L.)	15
ASLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE RIZOBACTERIAS Y ENDÓFITAS ASOCIADAS A AGAVE LECHUGUILLA	16
ESTABLECIMIENTO DE TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE FITOCOMPLEJOS A PARTIR DE GOBERNADORA (LARREA TRIDENTATA) Y ORÉGANO (LIPPIA GRAVEOLENS KUNTH)	17
ESTABLECIMIENTO DE HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA EL ESTUDIO DE GENES ASOCIADOS A LA BIOSÍNTESIS DE BETALAÍNAS EN RAÍCES ADVENTICIAS DE GOMPHRENA GLOBOSA.	18
EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DEL HONGO (PLEUROTUS OSTREATUS) DE COLOR ROSA Y AMARILLA EN DIFERENTES ESQUILMOS AGRÍCOLAS	19
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA NANOHIPOXIPATITA EN PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS Y VARIABLES MORFOMÉRICAS DE GERMINADOS DE RÁBANO (RAPHANUS SATIVUS)	20
DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN POLVO ANTIBACTERIAL BIODEGRADABLE DERIVADO DE OPUNTIA Y LARREA TRIDENTATA	21
DISRUPCIÓN DE LA RESPIRACIÓN CELULAR EN GORGOJO DEL MAÍZ (SITOPHILUS ZEAMAI) MEDIANTE INHIBICIÓN ENZIMÁTICA POR SESQUITERPENOS DE ÁRNICA MEXICANA (HETEROOTHECA INULOIDES)	22
COLECTA DE ALGODÓN (GOSSYPIMUM L.) NATIVOS EN EL SURESTE DE MÉXICO PARA SU CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA	23
EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO RADICULAR IN VITRO DE SOLANUM LYCOPERSICUM CON NANOTUBOS A BASE DE CARBONO	24
EFFECTO DE LA BIOFORTIFICACIÓN FOLIAR CON HIERRO SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH) DEL GRANO Y CASCARILLA DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.)	25
ANTOCIANINAS COMO CANDIDATAS TERAPÉUTICAS CONTRA CÁNCER DE COLON: APROXIMACIÓN MEDIANTE DOCKING MOLECULAR.	26
PERFILES QUÍMICOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA FT-IR (ATR) EN MATRICES DE CACAO FERMENTADAS CON INÓCULOS DE LEVADURAS	27
EFFECTO DEL TRATAMIENTO POR DESCOMPRESIÓN INSTANTÁNEA CONTROLADA (DIC) SOBRE LA ESTRUCTURA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL AISLADO DE PROTEÍNA DE LENTEJA (LENS CULINARIS M)	28
EFFECTO DEL PH DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS DE POMACEA FLAGELLATA SOBRE SUS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES, ANTIDIABÉTICAS Y SU PERFIL ELECTROFORÉTICO	29
DESARROLLO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UNA GALLETA LIBRE DE GLUTEN ADICIONADA CON FIBRA DE CÁSCARA DE PIÑA Y SU ACEPTACIÓN FRENTE A UNA GALLETA COMERCIAL	30
ACTIVIDAD ANTIDIABÉTICA DE GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) DE TABASCO	31
EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN PROTOTIPO DE SECADOR ROTATORIO DE BAJO COSTO PARA EL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE SECADO DE CHILE HABANERO	32
BIOPELÍCULA CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE COMO PROTECTOR DE VEGETALES ANTE EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	33
COMPUESTOS BIOACTIVOS Y POTENCIAL ANTIOXIDANTE DEL CRUCETILLO (RANDIA SPP.): DEL FRUTO FRESCO A LA BEBIDA TRADICIONAL.	34
EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL CONTENIDO FITOQUÍMICO Y POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE VERDOLAGAS (PORTULACA OLERACEA).	35
POTENCIAL DE LA NUEZ CRIOLLA PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES CON MAYOR ESTABILIDAD OXIDATIVA Y APLICACIONES INDUSTRIALES	36
	37

TÍTULO	Página
CAMBIOS DE PH Y ULTRASONICACIÓN EN PROTEÍNA DE AMARANTO Y SU EFECTO ESPUMANTE	38
ASILAMIENTO DE HONGOS FILAMENTOSOS DE MUESTRAS DE AGAVE Y SU CARACTERIZACION EN LA PRODUCCION DE ENZIMAS CELULASAS UTILIZANDO ORUJO DE UVA COMO SUSTRATO	39
CINÉTICAS DE SECADO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) POR MICROONDAS A DISTINTAS POTENCIAS.	40
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, COMPOSICIÓN PROXIMAL Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL POLVO DE HOJA DE GUSAMOLE (RENEALMIA ALPINIA ROTTB.)	41
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y ANÁLISIS DE MERCADO DE QUESO RICOTTA FUNCIONAL ENRIQUECIDO CON QUINOA Y VAINILLA	42
EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DE EXTRUSIÓN SOBRE LA DENSIDAD APARENTE Y FLOTABILIDAD DE PELLETS PARA TILAPIA	43
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS DE EXTRUDIDOS ACUÍCOLAS	44
MICROENCAPSULACIÓN DE EXTRACTOS ANTIOXIDANTES DE SOLANUM NIGRESCENS EMPLEANDO CONCENTRADO PROTEICO DE FRIJOL MICHIGAN Y MALTODEXTRINA COMO MATERIAL PARED	45
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO KÓJICO SOBRE EL ÍNDICE DE PARDEAMIENTO DEL JUGO DE MANZANA (GOLDEN DELICIOUS)	46
ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL EFFECTO DEL TRATAMIENTO CON PLASMA NO TÉRMICO EN LA GENERACIÓN DE ESPORAS DE ASPERGILLUS BRASILIENSIS (A. NIGER) CEPA ATCC 16404	47
CARACTERIZACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SECADOR ROTATORIO DE BAJO COSTO	48
CONTRIBUCIONES EN CELDAS MICROFLUÍDICAS DE PAPEL USANDO SANGRE COMO COMBUSTIBLE	49
CONTROL DE LAS PROPIEDADES ADSORPTIVAS DE HIDROCARBONES DE CÁSCARA DE NARANJA	50
EFICIENCIA DEL QUITOSANO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	51
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN PRESENCIA DEL ADITIVO MAGNETIA	52
CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE DELTAMETRINA EN SUELOS DEL ALTIPLANO POTOSINO Y ANÁLISIS METABOLÓMICO MEDIANTE FTICR-MS	53
MODELO DE BALANCE DE POBLACIÓN SIMPLIFICADO PARA LA DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS EN EL AMBIENTE	54
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BIOMASA BACTERIANA EN HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON DIFERENTES ESPECIES VEGETALES	55
SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE MATERIALES DERIVADOS DE LA ALMEJA CORBICULA FLUMINEA PARA LA ADSORCIÓN DE FLUORURO EN AGUA.	56
EVALUACIÓN DE VÍAS DE FUNCIONALIZACIÓN GO/CH PARA OBTENER MATERIALES HÍBRIDOS CON POTENCIAL EN TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUA	57
BIOÁNODO BASADO EN LA LEPTOSPIRILLUM FERRIPHILUM PARA APLICACIÓN EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS	58
ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN PLANTACIONES DE SORGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO.	59
MANTENIMIENTO Y MEJORAS IDENTIFICADAS AL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL SCALL	60
EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOPELÍCULA EN NANOFIBRAS PARA LA REMOCIÓN DE FÓSFORO EN AGUA DEL LAGO TEZOZOMOC	61
EVALUACIÓN DE UN PROCESO ANAEROBIO CON BIOMASA SOPORTADA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL	62
REMOCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO UTILIZANDO ÓXIDO DE HIERRO EN UN REACTOR DE LECHO EMPACADO: MODELACIÓN Y SIMULACIÓN	63
REMOCIÓN DE FÓSFORO DE AGUAS DE UN LAGO URBANO EUTROFIZADO MEDIANTE UN PROCESO DE BIOPELÍCULA DE SOPORTE FIJO	64
REMOCIÓN DE NUTRIENTES DE AGUAS DE UN LAGO EUTROFIZADO A TRAVÉS DE UN BIOFILTRO DE NANOFIBRAS	65
INGENIERÍA QUÍMICA VERDE Y SOSTENIBILIDAD: GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA FES-ZARAGOZA UNAM	66
EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD AMBIENTAL DE IMIDACLOPRID Y CLORPIRIFOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL ALTIPLANO POTOSINO MEDIANTE PROCESOS DE SORCIÓN	67
FOTODEGRADACIÓN DE COLORANTES EN AGUA CON DIÓXIDO DE TITANIO IMPREGNADO	68
EFFECTO DE LOS MOFS A BASE DE ZINC SOBRE UN CONSORCIO MICROBIANO NITRIFICANTE	69
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE SEMILLA DE GUAYABA EN LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO	70
FITORREMEDIACIÓN DEL ANTIBIÓTICO AZITROMICINA CON PHRAGMITES AUSTRALIS, ASISTIDO CON BACTERIAS	71
FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL PHRAGMITES AUSTRALIS EN CIPROFLOXACINO Y LEVOFLOXACINO	72
FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL Y PHRAGMITES AUSTRALIS DE ALGESTONA-ESTRADIOL Y PROGESTERONA	73
SÍNTESIS DE CATALIZADORES NIMOW/SBA-16 PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE PALMA	74
REMOCIÓN DE ROJO CONGO EMPLEANDO SEMILLA DE GUAYABA COMO BIOADSORBENTE	75
EVALUACION FISICOQUIMICA DE HIDROGELES DE HEC/AAM PARA POSIBLE USO AGRICOLA	76
OBTENCIÓN DE POLIESTIRENO SULFONADO PARA LA REMOCIÓN DE UN COLORANTE	77
DEGRADACIÓN DE CIPROFLOXACINO MEDIANTE UN SISTEMA SECUENCIAL: FOTOCATÁLISIS - MICROBIOLÓGICO	78
SÍNTESIS DE UN COMPOSITO DE QUITOSANO/PIRROL PARA ADSORCIÓN DE UN COLORANTE	79
DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES OPTIMAS EN LA DEGRADACIÓN SOLAR DEL VERDE MALAQUITA EN COMPOSITO V2O5:TiO2/SA/PVP	80
EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO EN SUELOS IMPACTADOS POR ESCORIAS DE FUNDICIÓN COMO FUENTE DE CONTAMINACIÓN RESIDUAL Y SU ACUMULACIÓN EN PLANTAS ENDÉMICAS	81
VALORIZACIÓN DE CÁSCARA DE NUEZ PECANA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO Y SU POTENCIAL COMO ADSORBENTE	82
ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL DREN DEL ANHELO EN REYNOSA TAMAULIPAS	83

TÍTULO	Página
ESTUDIO TEORICO SOBRE LA ESTABILIDAD DE AGREGADOS MOLECULARES DE FÁRMACOS ANTIVIRALES EN AGUA	84
OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO APLICADA AL DISEÑO DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL	85
EFFECTOS LETALES Y SUBLETALES DE FITONANOPARTÍCULAS DE COBRE EN LARVAS DE AEDES AEGYPTI	86
EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y RENDIMIENTO DE UN REACTOR CSTR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOHIDRÓGENO A PARTIR DE BAGAZO DE NARANJA BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS.	87
PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CAPROICO A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS	88
EFFECTO DEL PRECURSOR L-TIROSINA EN LA PRODUCCIÓN DE BETALAINAS Y COMPUESTOS FENÓLICOS CULTIVO DE RAÍCES IN VITRO DE GOMPHRENA GLOBOSA.	89
EVALUACIÓN DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE HIDROLIZADO TÉRMICO DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN REACTOR DE LOTE SECUENCIAL (ANSBR)	90
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPELÍCULAS MEDIANTE POLIMERIZACIÓN EN HETEROFASE EMPLEANDO MONÓMEROS VERDES Y POLISACÁRIDOS DERIVADOS DE MICROALGAS	91
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE PROBIÓTICO EN LA ESPECIE SALVIA ROSMARINUS	92
OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS MEDIANTE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO CON ENFOQUE EN APLICACIONES BIOMÉDICAS	93
VALORIZACIÓN DEL RESIDUO PROTEICO DEL BIODIESEL EN ENSILADOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL	94
VALORIZACIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS DE TERCERA CATEGORÍA PARA LA OBTENCIÓN DE KÉFIR PROTEÍNIC	95
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA DE GRIFO ACTIVADA POR PLASMA Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y POTENCIAL DE CICATRIZACIÓN DE HERIDAS IN VITRO	96
EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OLOTE DE MAÍZ SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS Y XILANASAS POR TRICHODERMA REESEI NRRL-6156 EN CULTIVOS SUMERGIDOS	97
CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA, EVALUACIÓN ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS CRUDOS DE CASSIA FISTULA L.	98
VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DEL BAGAZO DE UVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS MEDIANTE FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO	99
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIHIPERGLUCEMICO DE EXTRACTOS CRUDOS DE CASSIA FISTULA L.	100
COMPARACIÓN DE LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL RICO EN D-LIMONENO OBTENIDO DE NARANJA (CITRUS SINENSIS) MEDIANTE ARRASTRE DE VAPOR UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN	101
USO DEL CONSORCIO BACTERIANO DEL PULQUE EN EL PROCESO DE ENCAPSULADO CON ALGINATO, GOMA GUAR Y ALMIDÓN HIDROLIZADO PARA LA GENERACIÓN DE PRODUCTOS FERMENTADOS (LECHE Y QUESO CREMA)	102
INGENIERÍA DE PROTEÍNAS PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS	104
PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOEMULSIONES CON COMPUESTOS BIOACTIVOS DE DOS PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS	105
EVALUACIÓN DEL PROCESO HIDROTÉRMICO DE UNA MEZCLA DE BIOMASAS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA FRAGMENTACIÓN DE COMPUESTOS DE ALTO VALOR AGREGADO	106
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA DE GRIFO ACTIVADA CON PLASMA DE SALTILLO Y ARTEAGA, COAHUILA	107
ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA IN VITRO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE AGAVE POTATORUM CONTRA HONGOS POSTCOSECHA	108
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA EL CULTIVO DE GRIFOLA FRONDOSA: EFFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO EN CRECIMIENTO Y BIOMASA	109
EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO DE LAVANDULA ANGUSTIFOLIA: EFFECTO DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN	110
CARACTERIZACIÓN Y FRACCIONAMIENTO DEL BAGAZO DE AGAVE TEQUILANA WEBER VAR. AZUL COMO ETAPA PRELIMINAR PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRAS DE CELULOSA	111
INDUCCIÓN Y CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE RAÍCES ADVENTICIAS Y DE PLÁNTULA IN VITRO DE GOMPHRENA GLOBOSA.	112
DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL ESTUDIO DE MICROFIBRAS EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL TEXTIL	113
DISEÑO, ESTANDARIZACIÓN Y DIFUSIÓN CIENTÍFICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JABÓN A PARTIR DE ACEITE DE COCINA USADO EN LA FES-ZARAGOZA, UNAM	114
VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE PET MEDIANTE LA SÍNTESIS DE RESINAS POLIÉSTER INSATURADO CON TERPENOS COMO DILUYENTES REACTIVOS Y NANOFIBRAS DE CELULOSA COMO REFUERZO	115
PROCEDIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RECUPERACIÓN DE ACEITE DE NARANJA	116
TINTA A PARTIR DE BIXA ORELLANA PARA LA REUTILIZACIÓN DE PLUMONES	117
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MODIFICACIÓN HIDROFÓBICA DE FIBRAS NATURALES PARA SU APLICACIÓN EN UN CEMENTO VERDE	118
APLICACIÓN DE UN DISEÑO DE MEZCLAS DE TRES COMPONENTES PARA LA EXTRACCIÓN ULTRASONICA DE CÁSCARA DE PIÑA.	119
SACARIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS CÍTRICOS. IMPACTO DEL PROCESO DE SECADO	120
RECUPERACIÓN DE METALES A PARTIR DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	121
EVALUACIÓN PRELIMINAR DE ECONOMÍA CIRCULAR DEL ADSORBENTE QUITOSANO/POLITIOFENO PARA LA REMOCIÓN DE NEGRO REACTIVO-5	122
INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE CASCARILLA DE CACAO SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LA EXTRACCIÓN ASISTIDA POR SONICACIÓN	123
EFFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA SOBRE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE POLVO DE CASCARILLA DE CACAO	124
VALORIZACIÓN INTEGRAL DE CÁSCARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS) MEDIANTE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y SU APLICACIÓN EN MATERIALES POLIMÉRICOS BIODEGRADABLES Y FORMULACIONES JABONOSAS.	125
VALORIZACIÓN DEL PSEUDOTALLO DE PLÁTANO (MUSA SPP.) MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE SUS FIBRAS	126

TÍTULO	Página
CONVERSIÓN TÉCNICA DE MERMAS DE CARBÓN VEGETAL EN MATRICES ADSORBENTES DE ALTO VALOR: DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN	127
ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE REACCIÓN POR DILATOMETRÍA DE LA POLIMERIZACIÓN RAFT DE ACRILATO DE BUTILO Y ÁCIDO 2-ACRILAMIDO-2-METILPROPANO SULFÓNICO (AMPS).	128
SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE LACASA PARA LA DETECCIÓN DE FENOLES EN VINO	129
DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE BIOEROGES NANOCOMPUESTOS DE MATRIZ PROTEICA FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA	130
EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA SOLAR DE NANOPARTÍCULAS DE ZNO OBTENIDAS MEDIANTE SÍNTESIS VERDE EMPLEADO EXTRACTOS DE EUCALYPTUS Y LARREA TRIDENTATA	131
DESARROLLO DE MATERIALES ANTICORROSIVOS BASADOS EN ORTOFOSFATO DE ZINC/POLIPIRROL Y ORTOFOSFATO DE MANGANESO/POLIPIRROL PARA LA PROTECCIÓN DE COBRE EN AGUA DE MAR.	132
PROCESAMIENTO SUSTENTABLE DE TALLOS DE SORGO EN MICROFIBRAS DE CELULOSA: EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN	133
NANOPARTÍCULAS DE MONOAMINO OXIDASA-A PARA DETECCIÓN DE DOPAMINA	134
INFLUENCIA DE ÓRGANOS VEGETALES DE MATRICARIA CHAMOMILLA EN LA BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS	135
EVALUACIÓN DE RICINUS COMMUNIS COMO AGENTE REDUCTOR EN LA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS	136
INVESTIGACIÓN TEÓRICA SOBRE LA ADSORCIÓN DE ACETONA Y ETANOL EN LA MONOCAPA DE BP DOPADA	137
HIDROGELES DE POLIACRILAMIDA CON NANOPARTÍCULAS METÁLICAS	138
DECOLORACIÓN DE AZUL DE METILENO CON TiO_2 Y $\text{Fe-Po}_4/\text{TiO}_2$	139
SÍNTESIS DE HIDROGELES BASE ACRILAMIDA	140
SÍNTESIS DE NANOFERTILIZANTES CuO/SiO_2 POR EL MÉTODO DE MOLIENDA MECÁNICA Y SU EFECTO EN TOMATE	141
INFLUENCIA DEL SUPERPLASTIFICANTE PCE EN LA REDUCCIÓN DE AGUA Y TIEMPOS DE FRAGUADO DE CEMENTOS DE SULFOALUMINATO DE CALCIO Y DESECHO DE MÁRMOL	142
ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULA A BASE DE PECTINA DE CASCARA DE NARANJO AGRIO (CITRUS AURANTIUM)	143
EFFECTO DEL AGUA ACTIVADA CON PLASMA EN LA FORMACIÓN Y PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE HIDROGELES DE ALGINATO	144
DEL ALMIDÓN A BIOPOLÍMERO: UN NUEVO CICLO PARA LOS RECURSOS NATURALES	145
PROPIEDADES TERMOFÍSICAS EN MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS REFORZADOS CON NANOPARTÍCULAS CONDUCTORAS: AVANCES, MECANISMOS Y APLICACIONES	146
EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS EN PASTAS DE CEMENTO DE SULFOALUMINATO DE CALCIO Y DESECHOS DE MÁRMOL SOMETIDOS A ATAQUE QUÍMICO	147
PERSPECTIVAS DE LOS ÓXIDOS MIXTOS NANOESTRUCTURADOS COMO CATALIZADORES SOSTENIBLES EN LA REACCIÓN WATER GAS SHIFT PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA DE H_2	148
SISTEMA POLIMÉRICO PARA ENCAPSULAMIENTO DE CURCINA PROVENIENTE DE JATROPHA CURCAS L., DE LIBERACIÓN SOSTENIDA Y SENSIBLE A PH.	149
INFLUENCIA DEL PATRÓN DE RELLENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROBETAS IMPRESAS EN 3D MEDIANTE TECNOLOGÍA FDM	150
MODIFICACIÓN DE GOMA XANTANA CON 4-CLOROANILINA PARA OTORGARLE PROPIEDADES ANTIBACTERIALES	151
DESARROLLO DE PELÍCULAS BIOPLÁSTICAS A BASE DE MUCÍLAGOS, QUITOSANO Y ÁCIDO ACRÍLICO PARA EMPAQUES SOSTENIBLES DE ALIMENTOS	152
EFFECTO DEL PLASMA FRÍO EN BIOPELÍCULAS DE PLA ADICIONADAS CON ACEITE ESENCIAL DE MENTA	153
MEMBRANAS BASADAS EN POLIURETANOS CON SALES DE LITIO PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN COMO ELECTROLITOS POLIMÉRICOS	154
COMPARACIÓN DE ECUACIONES DE UN SOLO PUNTO Y DE MÚLTIPLES PUNTOS CON EXTRAPOLACIÓN GRÁFICA PARA EL CÁLCULO DE LA VISCOSIDAD INTRÍNSECA DEL POLI(ACETATO DE VINILO)	155
CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL EMPLEANDO EL MÉTODO DEL GRADIENTE DE COMPOSICIÓN MACROSCÓPICO EN UN PAR DIFUSOR CUNI/NICR	156
ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL CISPLATINO Y MODELOS DE SÍLICE AMORFA PARA SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA	157
HIDROGELES DE COLÁGENO, GRENETINA Y MUCÍLAGO PARA CURACIÓN DE HERIDAS	158
OBTENCIÓN DE PELÍCULAS DE PVA REFORZADAS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS MEDIANTE EXTRACTOS DE MENTHA PIPERITA.	159
INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN EN LA CAPACIDAD BACTERICIDA DE MATERIALES TIPO MOF HKUST-1 CONTRA BACTERIAS GRAM-NEGATIVAS Y GRAM-POSITIVAS.	160
SÍNTESIS VERDE HIDROTHERMAL DE NANOPARTÍCULAS DE ZNO USANDO EXTRACTOS DE SEMILLA DE AGUACATE	161
SÍNTESIS DE POLÍMEROS HIDROSOLUBLES POTENCIALMENTE BIODEGRADABLES MEDIANTE LA REACCIÓN MULTICOMPONENTE DE UGI	162
CARACTERIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE PELÍCULAS TERAPÉUTICAS DE QUITOSANO ENRIQUECIDAS CON EXTRACTO DE PUNICA GRANATUM ACTIVADAS CON PLASMA FRÍO	163
APROVECHAMIENTO DE POLIESTIRENO SULFONADO COMO ADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO	164
SÍNTESIS, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PELÍCULAS SEMISINTÉTICAS DE P(BUA-CO-MMA) FUNCIONALIZADAS CON CARBOXIMETILCELULOSA (CMC) Y ALMIDÓN (ALM) MEDIANTE POLIMERIZACIÓN EN HETEROFASE	165
MATERIALES COMPUESTOS DE ÁCIDO POLILÁCTICO CON CARBÓN ACTIVADO PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN PARA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES	166
PREPARACIÓN DE UN COMPOSITO DE QUITOSANO Y POLIANILINA PARA ADSORCIÓN DE CONTAMINANTES	167
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UIO-66 FUNCIONALIZADO Y SU EVALUACIÓN EN LA CAPTURA DE SARS-COV-2	168
LÍQUIDOS IÓNICOS ANFIFÍLICOS C1EG Y T2EG: NUEVOS TENSOACTIVOS PARA LA SÍNTESIS DE LÁTICES DE POLIESTIRENO	169

TÍTULO	Página
SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE UN COPOLÍMERO BUA-MMA REFORZADO CON RESIDUO LIGNOCELULÓSICO DE LAVANDULA ANGUSTIFOLIA MEDIANTE POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN	170
INFLUENCIA DEL TIPO Y CONCENTRACIÓN DE EMOLIENTES SOBRE LA ESTABILIDAD Y PROPIEDADES SENSORIALES DE EMULSIONES COSMÉTICAS	171
BIOCERÁMICO CA(Si _{2-x} SE _x)MGO ₆ (X=0, 1, 5% MOL): SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA	172
DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA FUNCIONALIZADAS CON QUITOSANO Y CARGADAS CON TEMOZOLOMIDA PARA POSIBLES APLICACIONES EN NEUROBLASTOMAS	173
CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE HIDROGELES SINTETIZADOS A BASE DE ÁCIDO-2-ACRILAMIDO-2-METILPROPANOSULFONICO	174
EVALUACIÓN DE BLÍSTER PET TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE ARENA EN MORTEROS DE CEMENTO DE SULFOALUMINATO DE CALCIO	175
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE DIÓPSIDO OBTENIDO POR SOL-GEL Y EVALUACIÓN DE SU VIABILIDAD CELULAR	176
HIDROGELES COMPUESTOS DE GOMA DE TRAGACANTO/POLI(AMPS) COMO ADSORBENTES SOSTENIBLES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS EN SOLUCIONES ACUOSAS	177
DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ANALÍTICOS DE UN ELECTRODO DE FTO MODIFICADO CON ÓXIDO DE COBRE PARA LA DETECCIÓN DE GLUCOSA	178
SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS CU-M (M: AU, PD Y AG) MEDIANTE UN MÉTODO COMBINADO ELECTRODEPÓSITO + REEMPLAZAMIENTO GALVÁNICO PARA LA ELECTRO-OXIDACIÓN DE GLICEROL CRUDO	179
SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS POROSAS DE ZNO/PRO2 PARA LA FOTODEGRADACIÓN SOLAR DE COLORANTES EN SOLUCIÓN ACUOSA	180
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES A BASE DE ÁCIDO ACRÍLICO, QUITOSANO, MUCÍLAGO DE CHÍA, SANDIA Y LINAZA PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN FASE ACUOSA	181
FORMULACION Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS BASADAS EN REDES DE QUITOSANO/ ÁCIDO ACRÍLICO Y MEZCLAS TERNARIAS DE MUCÍLAGOS: EVALUACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y ESTABILIDAD TÉRMICA	182
ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FUERZA IÓNICA SOBRE LA ESTABILIDAD COLOIDAL DE AGREGADOS (SDS-PS) MEDIANTE DINÁMICA MOLECULAR.	183
EMULSIONES PICKERING PARA LA OBTENCIÓN DE PELÍCULAS FUNCIONALES CON TIERRAS RARAS	184
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO DE UN FLUIDO NO NEWTONIANO EN UN IMPULSOR HELICOIDAL MEDIANTE CFD	185
PRODUCCIÓN DE ACEITE SINTÉTICO CON EL ADITIVO PAO	186
MODELADO HIDRODINÁMICO DE LA IMBIBICIÓN ESPONTÁNEA EN CAPILARES CIRCULARES: EFECTO DEL ÁNGULO DE CONTACTO DINÁMICO Y DE LA CONDICIÓN DE SALIDA	187
REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DE ESTRATEGIAS DE CONTROL RETROALIMENTADO PARA MAXIMIZAR LA EXTRACCIÓN DE POTENCIA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	188
ANÁLISIS CFD DEL MEZCLADO EN UN CSTR CON PULPAS MINERALES NO NEWTONIANAS MEDIANTE EL MODELO REOLÓGICO DE HERSCHEL-BULKLEY-PAPANASTASIOU	189
ANÁLISIS TÉCNICO DE UN PROCESO INTEGRADO BASADO EN MICROALGAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS	190
VISUALIZACIÓN Y MODELADO CFD DE LÍNEAS DE CORRIENTE EN UN CSTR UTILIZANDO COLORIMETRÍA EN UN FLUIDO NO NEWTONIANO	191
CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA E HIDRODINÁMICA DE UN BIORREACTOR DE LECHO EMPACADO ESCALA LABORATORIO (BLE-LC)	192
ELECTRODEPOSICIÓN DE COBALTO EN ELECTROLITO DE CITRATO: ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE MASA	193
EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON COMBUSTIÓN INDIRECTA Y CAPTURA DE CO ₂	194
EVALUACIÓN TERMODINÁMICA DE UN SISTEMA BRAYTON-STIG OPERANDO EN CONDICIONES DE ALTA TEMPERATURA	195
GEMELO DIGITAL DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE CICLO COMBINADO	196
ALMIDÓN DE FUENTE NO CONVENCIONAL DEL SEMIDESIERTO MEXICANO: EFECTOS DE LA MODIFICACIÓN POR ACETILACIÓN EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS	197
INFLUENCIA DE LA VISCOSIDAD Y LA AMPLITUD ULTRASONICA SOBRE LA POTENCIA TRANSFERIDA EN UN PROCESADOR ULTRASONICO UP200S	198
PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VBA DE EXCEL PARA LA SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	199
CARACTERIZACIÓN HIDRODINÁMICA DE UNA TORRE DE BURBUJEO ESCALA LABORATORIO: ESTUDIO TEÓRICO-EXPERIMENTAL	200
MODELADO DINÁMICO Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOBLE TUBO VALIDADO EXPERIMENTALMENTE	201
SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN MOLECULAR DE VÍA CORTA PARA LA SEPARACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CÁÑAMO	202
DESARROLLO Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE FORMULACIONES DESENGRASANTES PARA EL SECTOR ALIMENTARIO	203
SIMULACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UNA BIOMASA MEDIANTE LÍQUIDOS PRESURIZADOS	204
SIMULACIÓN DE LA ETAPA DE REFORMACIÓN EN EL PROCESO HABER-BOSCH PARA LA INTEGRACION DE HIDRÓGENO VERDE Y LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO ₂ .	205
MODELADO DINÁMICO Y EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UNA COLUMNA SNYDER EN DESTILACIÓN BATCH: CASO DE ESTUDIO METANOL-AGUA	206
DISEÑO ÓPTIMO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS Y CORAZA EN UN CICLO RANKINE ORGÁNICO CON BASE EN LA GENERACIÓN DE ENTROPÍA	207

TÍTULO	Página
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO EXPERIMENTAL DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR UTILIZANDO R600A	208
EFFECTO DE LA DESCARBOXILACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CÁÑAMO POR LÍQUIDOS PRESURIZADOS	209



FITONANOPARTICULAS: RETOS PARA LOGRAR EL ESCALAMIENTO DEL LABORATORIO AL CAMPO

Modalidad: Oral Magistral

Federico Antonio Gutiérrez Miceli

Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

federico.gm@tuxtla.tecnm.mx

Palabras clave: escalamiento, nanopartículas de zinc, cebado, estrés abiótico

Resumen

El desarrollo de la nanotecnología agrícola exige la transición de métodos químicos convencionales hacia alternativas sustentables y económicamente viables. El presente trabajo aborda la síntesis de nanopartículas (NPs) mediante fitosíntesis (ruta verde), utilizando extractos vegetales ricos en metabolitos secundarios que actúan como agentes reductores y estabilizantes biológicos, eliminando residuos tóxicos orgánicos, la producción de mínimos desechos, el alto volumen de producción y la repetibilidad (1). Ensayos a nivel laboratorio demuestran resultados relevantes en el cultivo de maíz: las fitonanopartículas actúan como bioestimulantes y agentes de protección, incrementando significativamente los índices de germinación, el vigor celular, la eficiencia fotosintética y la resistencia hacia fitopatógenos comunes (2, 3). Para transitar del matraz a la producción industrial es necesario optimizar el proceso de escalado, ya que aumentar la escala de síntesis puede modificar la tasa de transferencia de calor por masa, lo que puede provocar diferencias en el crecimiento de las nanopartículas y en el proceso de nucleación, por lo tanto, afecta al rendimiento de la síntesis verde (2). Por lo que es importante analizar los factores críticos de escalamiento: la estequiometría de la reacción, el control de temperatura (cinética de nucleación) y la estandarización fisicoquímica de los extractos para garantizar la homogeneidad del tamaño de partícula. Con base en estos parámetros, se diseñó la secuencia de operaciones unitarias necesaria para abastecer una superficie piloto de 100 hectáreas de maíz. El proceso propuesto integra: molienda y lixiviación del material vegetal, filtración de detritos, síntesis en un reactor de tanque agitado, purificación mediante ultrafiltración y formulación coloidal final. El producto de la síntesis debe de ser caracterizado con diversas técnicas para asegurar el tamaño, forma y cristalinidad de las nanopartículas. Se concluye que el escalamiento de la síntesis verde es técnica y económicamente viable en reactores industriales, reduciendo costos operativos asociados al manejo de residuos peligrosos. Respecto a los métodos de aplicación en campo, la combinación de cebado de semillas (seed priming) y aspersión foliar dirigida en etapas fenológicas críticas (V3-V6) optimiza el volumen del nanomaterial, maximizando la absorción estomatal y la resiliencia del cultivo. Esta propuesta técnica valida el potencial de las fitonanopartículas como un insumo agrobiotecnológico eficiente, escalable y alineado con los principios de la química verde para la producción sostenible de maíz.

Referencias y citas bibliográficas

1. Soshnikova, V., Kim, Y.J., Singh, P., Huo, Y., Markus, J., Ahn, S., Castro-Aceituno, V., Kang, J., Chokkalingam, M., Mathiyalan, R., Yang, D.C. "Cardamom fruits as a green resource for facile synthesis of gold and silver nanoparticles and their biological applications", *Artif. Cells Nanomed. Biotechnol.* 46 (1), 108–117, 2018.
2. León-Jiménez, E., Gutiérrez-Miceli, F. A., Ruíz-Sánchez, E., González-Mendoza, D., Valdez-Salas, B., Luján-Hidalgo, M. C., Montes-Molina, J. A., & Herrera-Gorocica, A. M. "Phytotoxicity of Green-Synthesized Ag-Zn Nanoparticles in Maize Seedlings Using Response Surface Method", *International Journal of Plant Biology*, 17(4), 27, 2026.
3. Reyes-Zambrano, S.J., Lecona-Guzmán, C.A., Luján-Hidalgo, M.C., Gutiérrez-Miceli, F.A. "Stimulation of morphometric parameters and zinc content of native maize by priming with zinc oxide phytonanoparticles", 23(1), 2024.
4. Tighe, C.J., Cabrera, R.Q., Guar, R.I., Darr, J.A. "Scale up production of nanoparticles: continuous supercritical water synthesis of Ce-Zn oxides", *Ind. Eng. Chem.* 52 (16), 5522–5528, 2013.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

ANÁLISIS DE DECISIONES Y SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA EN LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR

Modalidad: Oral Plenaria

Mario Luis Chew Hernández

TECNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Coacalco de Berriozábal, Estado de México, México
mario@tesco.edu.mx

Palabras clave: Sostenibilidad, Economía Circular, Simulación de Procesos

Resumen

El comportamiento de los clientes escapa al control de las empresas, lo que hace difícil la administración de los negocios. La operación bajo un esquema de economía circular, donde al final de la vida útil del producto su comprador puede retornarlo a la empresa en vez de desecharlo [1], añade incertidumbre a la toma de decisiones empresarial. Este tipo de operación, sin embargo, evita desechar el producto cuando ya no sirve, lo que representa un beneficio ecológico [2]. Un modelo matemático de apoyo al manejo de estos sistemas debe tomar en cuenta la incertidumbre y balancear los aspectos económico y ambiental del problema. En este manuscrito se muestra el desarrollo de un modelo de decisión para un prototipo de cadena de suministro circular, donde se utiliza simulación de procesos y árboles de decisión para manejar la incertidumbre del problema, y una función de utilidad para incluir aspectos económicos y ambientales. El problema abordado consiste en seleccionar una de tres alternativas de distribución del espacio total de inventario entre el almacén de producto terminado y de productos usados. Los resultados se presentan como gráficas que indican la alternativa recomendada de acuerdo con lo que se piense respecto al nivel de propensión de los clientes a traer sus productos usados a la empresa y dada la importancia relativa que el tomador de decisiones dé a los aspectos económicos y ambientales relevantes. En específico, se encuentra que una ponderación mayor a 90% al aspecto ambiental siempre resulta en la recomendación de asignar más espacio al almacén de producto reciclados, salvo cuando no existe posibilidad de tener una alta afluencia de productos reciclados. El procedimiento de análisis permite integrar, de forma transparente, la información y las preferencias del tomador de decisiones en una acción recomendada.

Referencias y citas bibliográficas

1. A. Astorhoschen, "Una revisión de la legislación europea sobre residuos y su papel en la transformación hacia una economía circular," Revista Técnica de Medio Ambiente. 2024. [En línea]. Disponible en <https://www.retema.es/actualidad/una-revision-de-la-legislacion-europea-sobre-residuos-y-su-papel-en-la-transformacion>
2. A.R. González, A.B. Ivanova, A.R. Macías, y M.J. Castillo, "Cumplimiento de normas ambientales en el subsector fabricación de equipo de transporte en las regiones centro occidente y norte de México," Revista Interamericana de ambiente y turismo, vol. 15, no. 2, pp. 103-112. 2019. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2019000200103>



*XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas*

METAL-ORGANIC FRAMEWORKS DE UN PARADIGMA QUÍMICO A UN LENGUAJE DE DISEÑO PARA LA INGENIERÍA

Modalidad: Oral Plenaria

Nancy Elizabeth Dávila Guzmán

Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México,

nancy.davilagz@uanl.edu.mx

Palabras clave: MOFs, sostenibilidad, adsorción, química verde.

Resumen

Los armazones metal-orgánicos, conocidos como MOFs, han surgido como una de las clases más versátiles de materiales porosos debido a su excepcional diversidad estructural y a sus propiedades fisicoquímicas ajustables. Inicialmente desarrollados desde una perspectiva química, los MOFs han evolucionado progresivamente hacia una plataforma multidisciplinaria que integra conceptos de química, ciencia de materiales, ingeniería ambiental, sustentabilidad e inteligencia artificial.

Los principios de la química reticular, las relaciones estructura-propiedad y el diseño multiescala han permitido el desarrollo racional de MOFs con funcionalidades específicas para aplicaciones como adsorción, separaciones moleculares, catálisis, captura de carbono, tratamiento de agua y procesos energéticos. Por otra parte, el desarrollo sustentable de estos materiales se ha centrado en el uso de metodologías basadas en los principios de la química verde, orientadas a minimizar el consumo de solventes, los requerimientos energéticos y el uso de reactivos peligrosos. Asimismo, la incorporación del Análisis de Ciclo de Vida y de métricas ambientales se ha consolidado como una herramienta esencial para la evaluación de la sustentabilidad de materiales emergentes más allá de su desempeño técnico.

De manera paralela, los avances recientes en inteligencia artificial han transformado significativamente el descubrimiento y la optimización de los MOFs. Algoritmos de aprendizaje autónomo, modelos generativos y plataformas de exploración computacional de alto rendimiento han permitido la exploración de una gran cantidad de materiales y la predicción de sus propiedades. Esta perspectiva integrada está acelerando el desarrollo de tecnologías capaces de enfrentar algunos de los retos más complejos y críticos relacionados con el agua, la energía y la sustentabilidad.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DE RESIDUO A RECURSO: APROVECHAMIENTO FUNCIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS

Modalidad: Oral Plenaria

Diana María Amaya Cruz

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amealco, Querétaro, México

diana.amaya@uaq.mx

Palabras clave: Subproductos agroindustriales, alimento funcional, economía circular, maíces criollos, fibra dietaria

Resumen

La industria agroalimentaria genera subproductos que representan un problema ambiental, de gestión, y una oportunidad de valorización al transformarse en ingredientes funcionales al contener fibra dietaria, polifenoles extraíbles (PE) y no extraíbles (PNE), compuestos con beneficios a la salud. Sin embargo, subproductos de la industria de bebidas permanecen subutilizados. Además, los olotes de maíces criollos son un recurso escasamente caracterizado y cuyo aprovechamiento representa un impacto para la soberanía alimentaria.

En este trabajo se sistematizaron contribuciones científicas sobre la caracterización de subproductos y la evaluación de su consumo en síndrome metabólico; así como el potencial de maíces criollos y sus olotes para el desarrollo de alimentos funcionales. Se realizó la caracterización fisicoquímica, funcional y nutraceutica de subproductos de: mango, cálices de jamaica, granda y uva, y estudios *in vivo* en dieta alta en grasa, fructosa y colesterol.

Los resultados mostraron que, en comparación con los cálices, el subproducto de jamaica concentra fibra dietaria (67%) y PNE (>70%), además en un modelo *in vivo* redujo la resistencia a la insulina (HOMA: -48%) y la esteatosis hepática (-15%)¹. Durante el almacenamiento, al evaluar la cinética de degradación de mezclas en polvo de cálices: subproducto de jamaica (50:50) de cultivares blanco, rojo y negro, la mezcla roja fue la más estable². Al formular tres mezclas de subproductos de mango, jamaica, granada y uva con distintas relaciones de PNE/PE (1.2, 2.5 y 3.5). Las mezclas con relaciones 1.2 y 2.5 presentaron mayores reducciones en peso corporal (~8%), HOMA (-40%) y triglicéridos (-47%); se identificaron 22 metabolitos urinarios³. En olotes pigmentados, el contenido de antocianinas es mayor que el del grano. La adición de olote a galletas de maíz y frijol no comprometió la aceptabilidad sensorial.

En conclusión, los subproductos son una fuente de fibra dietaria y compuestos antioxidantes con beneficios frente a la obesidad, resistencia a la insulina y dislipidemia. La relación PPNE/PPE es un parámetro determinante en el diseño de ingredientes funcionales con actividad biológica diferenciada. La caracterización de maíces criollos y sus olotes amplía el aprovechamiento de recursos locales con potencial nutraceutico que pueden representar un beneficio a la economía de los agricultores.

Referencias y citas bibliográficas

1. Amaya-Cruz, D. M., Pérez-Ramírez, I. F., Pérez-Jiménez, J., Nava, G. M., & Reynoso-Camacho, R., "Comparison of the bioactive potential of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx and its by-product: Phenolic characterization by UPLC-QTOF MS E and their anti-obesity effect *in vivo*". *Food Research International*, Vol. 126, 108589, 2019
2. Amaya-Cruz, D. M., Castaño-Tostado, E., Escobar-Ortiz, A., Vargas-Hernández, M., & Reynoso-Camacho, R., "Changes in color and phenolic compounds during storage and sensory shelf life of powder blends from roselle and their by-products", *Journal of Food Measurement and Characterization*, Vol. 20, p. 5239–5251, 2026
3. Amaya-Cruz, D. M., Pérez-Ramírez, I. F., Pérez-Jiménez, J., Salgado, L. M., & Reynoso-Camacho, R. "Polyphenol profile matters: complementary contribution of extractable and non-extractable polyphenols over metabolic effects of beverage byproducts blends", *Food Research International*, Vol. 228, 118295, 2026.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.118295>

Agradecimientos: Proyecto FONFIVE-UAQ (FIN202546).



PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y SUS APLICACIONES

Modalidad: Oral Plenaria

María de Lourdes Adriano-Anaya

Instituto de Biociencias. Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula, Chiapas (México)

maria.adriano@unach.mx

Palabras clave: materia orgánica, microorganismos, aislamiento, desarrollo tecnológico, transferencia

Resumen

Biofertilizantes es un término que en los últimos años se ha posicionado en el lenguaje tanto de las personas científicas como del público en general. El término tiene dos acepciones: a) materia orgánica procesada y b) microorganismos benéficos para las plantas (mbp), ambos aplicados en los procesos de producción agrícola. El bioproceso para la producción de biofertilizantes implica, además del biorreactor y sus condiciones de operación, los microorganismos *ad hoc*, el acondicionamiento y la estrategia de aplicación. Los residuos vegetales, tanto de la actividad agrícola como de la paisajística, son materiales que, con el bioproceso adecuado que incluye la aplicación de mbp, se transforman en un valioso activo para la actividad agrícola. Por su parte, los aparentemente ubicuos y altamente diversos mbp, primeramente, deberán ser aislados del medio ambiente donde se aplicarán (en caso contrario su eficacia será limitada), posteriormente demostrar *in vitro* su capacidad, realizar las pruebas pertinentes en campo y finalmente desarrollar el bioproceso para su producción masiva. En el Laboratorio de Agricultura Sustentable del Instituto de Biociencias de la Universidad Autónoma de Chiapas (IBC-UNACH), las dos vertientes han sido sujetos de investigación. Dentro del marco de los cultivos de bananos, papaya y piñón diversos microorganismos se han aislado tanto de rizosfera como de ecto- como de endo-filosfera. Después de un arduo trabajo de selección *in vitro*, de demostrar el potencial como mbp de la cepa de *Rhizobium* sp 11b (Salvador-Figueroa et al., 2016), *Bacillus* sp ANT01 (Salvador-Adriano et al., 2023; Adriano-Anaya et al., 2024) y *Trichoderma asperelum* Jc01 (en proceso), se han aplicado con éxito en campo, el primero como fijador de nitrógeno de vida libre y productor de precursores de fitohormonas, el segundo como controlador de la sigatoka negra, la enfermedad de más impacto en el cultivo de bananos y plátanos, y el último como controlador de enfermedades fúngicas que se internan en la planta a través de la raíz. El bioproceso de producción de los dos primeros es realizado en biorreactor a través de fermentación líquida empleando medios de cultivos formulados con insumos comerciales y el último en fermentación en estado sólido empleando como base posos de café agotado. La tecnología de producción del *Rhizobium* fue adoptado por el grupo bananero de Mazatán, Chiapas.

Referencias y citas bibliográficas

- Salvador-Figueroa, M., Ruíz-Valdiviezo, V. M., Rogel-Hernandez, M. A., Gutiérrez-Miceli, F. A., Rincón-Molina, C. I., Dendoveen, L., Rincón-Rosales, R. 2016. *Rhizobium* strain, a banana (*Musa* spp.)-associated bacterium with a high potential as biofertilizer. *Journal of Plant Nutrition*. 39(10): 1449-1459.
- Salvador-Adriano, M., Constantino-Salazar, F.U., Salvador-Figueroa, M., Salgado-Mora, M. G., Moreno-Castillo, B., Adriano-Anaya, M.L. 2025. Efecto de *Bacillus subtilis* ANT01 sobre la severidad de sigatoka negra en plátano “macho” (*Musa balbisiana*). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud Biotecnia*,. 27: 1-7.
- Adriano-Anaya, L., Pardo-Girón, L.F., Salvador-Adriano, M., Salvador-Figueroa, M., Ovando-Medina, I., Moreno-Castillo, B. 2024. Effectiveness of *Bacillus subtilis* ANT01 and *Rhizobium* sp. 11B on the control of fusarium wilt in pineapple (*Ananas comosus*). *PeerJ*. 12: 1-7.



MATERIALES HÍBRIDOS MAGNETO Y TERMORESPONSIVOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS

Modalidad: Oral Plenaria

Luis Alfonso García Cerda
Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México
luis.garcia@ciqa.edu.mx

Palabras clave: Nanotecnología, materiales híbridos, polímeros, hipertermia, liberación de medicamentos

Resumen

Los materiales híbridos magneto y termoresponsivos representan una de las áreas más innovadoras dentro de la nanotecnología y la ingeniería biomédica debido a su capacidad para responder de manera controlada a estímulos externos, como campos magnéticos, cambios de temperatura y pH. Estos sistemas combinan propiedades magnéticas y térmicas en una sola plataforma funcional, permitiendo aplicaciones avanzadas en diagnóstico, liberación dirigida de fármacos, hipertermia magnética y regeneración tisular. Generalmente, estos materiales están constituidos por nanopartículas magnéticas, como la magnetita, Fe_3O_4 (o incorporando otros iones metálicos), integradas en matrices poliméricas sensibles a la temperatura o al pH. Su respuesta a la temperatura puede inducir la liberación controlada de medicamentos o modificar propiedades estructurales del sistema, aumentando la precisión terapéutica y reduciendo efectos secundarios. En aplicaciones biomédicas, destacan especialmente en tratamientos contra el cáncer mediante hipertermia magnética, técnica que eleva selectivamente la temperatura de tejidos tumorales para destruir células malignas sin afectar significativamente tejidos sanos. Además, los sistemas termoresponsivos permiten administrar agentes terapéuticos de manera localizada y controlada, mejorando la eficacia de los tratamientos convencionales. A pesar de sus ventajas, aún existen desafíos relacionados con la estabilidad, toxicidad, biodegradabilidad y escalabilidad de producción. Por ello, la investigación actual se enfoca en desarrollar materiales más seguros, eficientes y biocompatibles que puedan ser utilizados clínicamente. En conjunto, los materiales híbridos magneto y termoresponsivos ofrecen perspectivas prometedoras para el desarrollo de terapias inteligentes y tecnologías biomédicas de próxima generación.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. L.A. Rivera-Escobedo, J.L. Sánchez-Orozco, H.I. Meléndez-Ortiz, R. Betancourt-Galindo, D.A. Cortés-Hernández, L.A. García-Cerda. "Non-toxic $\text{Hf}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ nanoparticles for magnetic hyperthermia applications". *Materials Letters*, Vol. 373, Art. 37141, 2024.
2. Luis A. Rivera-Escobedo, Jorge L. Sánchez-Orozco, Luis A. García-Cerda, Bertha Puente-Urbina, Lorena García-Uriostegui, H. Iván Meléndez-Ortiz, "Hafnium-doped nano-magnetite/poly(N-vinylcaprolactam) composites for doxorubicin release", *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 301, Art. 127670, 2023.
3. Jorge Luis Sánchez-Orozco, Héctor Iván Meléndez-Ortiz, Bertha Alicia Puente-Urbina, Oliverio Santiago Rodríguez-Fernández, Antonia Martínez-Luévanos and Luis Alfonso García-Cerda, "Synthesis and Characterization of a pH- and Temperature-Sensitive Fe_3O_4 - SiO_2 -Poly(NVCL-co-MAA) Nanocomposite for Controlled Delivery of Doxorubicin Anticancer Drug", *Polymers*, Vol. 14, No. 4, 2023



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

POLÍMEROS DE IMPRESIÓN MOLECULAR COMO POSIBLES AGENTES DE RECONOCIMIENTO MOLECULAR

Modalidad: Oral Plenaria

Jimena Moreno Moranchel, Claudia J. Ramos Torres, Ramón Gómez Aguilar, Nicolás Cayetano Castro, Hugo Martínez Gutiérrez
Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.
humartinez@ipn.mx

Palabras clave: Polímero de impresión molecular, polimerización en emulsión, iniciación rédox.

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito desarrollar estrategias innovadoras para la detección de cortisol mediante el uso de polímeros de impresión molecular (MIP), atendiendo la necesidad creciente de contar con métodos de diagnóstico más accesibles, robustos y no invasivos. La cuantificación del cortisol es fundamental para el monitoreo de trastornos asociados al estrés y diversas enfermedades; sin embargo, los métodos tradicionales presentan limitaciones importantes como altos costos, requerimiento de infraestructura especializada y baja portabilidad. En este contexto, los MIP representan una alternativa prometedora debido a su alta estabilidad química, bajo costo y capacidad de reconocimiento selectivo de biomoléculas.

El objetivo central de la investigación es diseñar y desarrollar un bioreceptor basado en MIP con alta selectividad, sensibilidad y precisión para la detección de cortisol en muestras reales, explorando condiciones de polimerización que permitan mejorar la eficiencia del proceso y la calidad del material sintetizado.

La metodología se fundamenta en la síntesis de nanopartículas y recubrimientos poliméricos mediante polimerización en emulsión asistida por sistemas rédox a baja temperatura, lo que evita la desnaturalización de la molécula plantilla. Posteriormente, se lleva a cabo la impresión molecular utilizando monómeros funcionales como ácido acrílico, acrilamida y dimetacrilato de etilenglicol, generando cavidades específicas al cortisol. El sistema se integra y se valida mediante pruebas electroquímicas, permitiendo observar la respuesta analítica, selectividad, límites de detección y comportamiento frente a interferentes bajo diferentes condiciones de pH y temperatura.

Los resultados obtenidos y esperados indican la viabilidad de desarrollar sensores altamente sensibles y selectivos, con potencial para alcanzar altas eficiencias de polimerización y una respuesta reproducible en la detección de cortisol. Asimismo, se proyecta la obtención de dispositivos estables, de bajo costo y con aplicaciones en diagnóstico clínico y monitoreo no invasivo, contribuyendo al avance de tecnologías portátiles en biosensado.

Referencias

Karsten Haupt and Klaus Mosbach "Molecularly Imprinted Polymers and Their Use in Biomimetic Sensors" *Chemical Reviews* 100 (7), 2495-2504, 2000 DOI: 10.1021/cr990099w.

Agradecimientos: Los autores agradecen el financiamiento de la SIP-IPN 20260807.



SIMULACIÓN MOLECULAR EN QUÍMICA DE MATERIALES: ESTUDIOS DE CASO EN POLÍMEROS Y NANOCOMPUESTOS

Modalidad: Oral Plenaria

Edgar Omar Castrejón González

Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato, México.

omar@iqcelaya.itc.mx

Palabras clave: Simulación Molecular, Nanocompuestos poliméricos, Propiedades mecánicas, Interacciones moleculares.

Resumen

La simulación molecular se ha consolidado como una herramienta fundamental para comprender y predecir el comportamiento de materiales poliméricos y nanocompuestos a escala atómica. En esta conferencia se presentarán diversos estudios de caso enfocados en polímeros y nanocompuestos reforzados con nanotubos de carbono, combinando resultados de dinámica molecular y validación experimental para explicar cómo las interacciones intermoleculares modifican propiedades estructurales, térmicas y mecánicas de los materiales [1, 2].

Se abordarán investigaciones relacionadas con sistemas basados en quitosano, ácido poliláctico (PLA) y polietileno (PE), donde la funcionalización química de nanotubos de carbono juega un papel determinante en la dispersión, compatibilidad y transferencia de esfuerzos dentro de la matriz polimérica. Particularmente, se discutirá el efecto de grupos funcionales como aminas, carboxilos y agentes silanizantes sobre la interacción nanotubo-polímero, destacando la formación de puentes de hidrógeno y su influencia en propiedades como módulo de Young, dureza, estabilidad coloidal y comportamiento térmico [1, 3].

Asimismo, se mostrarán estudios de nanoindentación mediante dinámica molecular para evaluar la dureza de nanocompuestos poliméricos reforzados con nanotubos, evidenciando cómo la arquitectura molecular de los polímeros y el porcentaje de funcionalización afectan significativamente la respuesta mecánica. Los resultados demuestran que una adecuada modificación superficial de los nanotubos favorece una mejor dispersión y adhesión interfacial, permitiendo incrementar de manera importante las propiedades mecánicas [4].

Las potenciales aplicaciones incluyen a sectores biomédico, aeroespacial, automotriz y de empaques avanzados, debido a sus propiedades mecánicas, térmicas y estructurales mejoradas. Materiales basados en PLA y quitosano pueden emplearse en implantes biomédicos, liberación controlada de fármacos y recubrimientos biocompatibles, mientras que sistemas reforzados con nanotubos funcionalizados ofrecen aplicaciones en componentes ligeros de alta resistencia, recubrimientos anticorrosivos, películas conductoras, sensores y materiales sustentables para empaques inteligentes. Además, la mejora en dureza, estabilidad térmica y dispersión de los nanotubos amplía su uso en manufactura avanzada, impresión 3D y desarrollo de materiales multifuncionales de alto desempeño [4, 5].

Referencias y citas bibliográficas

1. D. Aztatzi-Pluma, Edgar O. Castrejón-González, A. Almendarez-Camarillo, Juan F. J. Alvarado y Y. Durán-Morales, "Study of the Molecular Interactions between Functionalized Carbon Nanotubes and Chitosan", *Journal of Physical Chemistry C*, Vol. 120, No. 4, p. 2371–2378, 2016.
2. I. Montes-Zavala, E. O. Castrejón-González, G. Sánchez-Balderas, E. Pérez y J. A. González-Calderón, "Effect of H Bonds on Thermal Behavior and Cohesion in Polylactic Acid Nanocomposites and Nitrogen-Doped Carbon Nanotubes", *Journal of Materials Science*, Vol. 55, No. 9, p. 3929–3945, 2020.
3. I. Montes-Zavala, E. O. Castrejón-González, V. Rico-Ramírez, Elías Pérez, Diego A. Santamaría-Razo y J. A. González-Calderón, "Which is Better? Experimental and Simulation Analyses of the Chemical Modification of Carbon Nanotubes to Improve Their Dispersion in Water", *Journal of Dispersion Science and Technology*, Vol. 42, No. 12, p. 1764–1778, 2021.
4. Eduardo Naranjo-Adorno, Edgar O. Castrejón-González, Juan F. J. Alvarado, Christian O. Díaz-Ovalle y Vicente Rico-Ramírez, "Simulation Study of Hardness via Nanoindentation of Polymer Nanocomposites through Molecular Dynamics", *Journal of Molecular Modeling*, Vol. 31, No. 176, p. 1–15, 2025.
5. I. Montes-Zavala, E. O. Castrejón-González, G. Sánchez-Balderas, E. Pérez y J. A. González-Calderón, "Behavior of Polylactic Acid Nanocomposites Reinforced with Nitrogen-Doped Carbon Nanotubes: Experimental and Molecular Dynamics Study", *Journal of Materials Science*, Vol. 54, No. 24, p. 15058–15075, 2019.

Agradecimientos: Al TecNM por el apoyo otorgado mediante el proyecto No. 24850.26-P. De igual forma al LNS por el proyecto No. 202401024N.



PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE NOPAL VERDURA CON RIZOBACTERIAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS FUNCIONALES

Modalidad: Oral Plenaria

Rosalinda Mendoza Villarreal

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México

rosalinda.mendoza@uaaan.edu.mx

Palabras clave: biofertilizante, Pseudomonas, nopal deshidratado, tortillas fortificadas, mermelada

Resumen

El presente estudio se realizó con el cultivo de nopal verdura en el Ejido La Encantada, Coahuila, en suelo alcalino solo fertilizado con estiércol de oveja, en dicho lugar se capacitó a los ejidatarios en el manejo del cultivo, además, de utilizar productos biológicos que no dañen la salud, ni el medio ambiente. La **justificación** de este trabajo radica en la necesidad de optimizar, recursos económicos disminuyendo los fertilizantes químicos para reducir los costos, y realizar prácticas sostenibles que garanticen la seguridad alimentaria. El nopal verdura, se puede consumir en fresco y elaborar subproductos como nopal deshidratado para producir harina y elaborar tortillas de maíz fortificadas, tiras deshidratadas con chile y/o azúcar, tostadas deshidratadas, churros, mermelada, agua fresca con mucílago que ayuda a controlar el nivel de glucosa en sangre. El **objetivo** central fue comparar la producción de nopal verdura con biofertilizante (consorcio de *Pseudomonas*) comparado con un producto comercial a base de *Pseudomonas*. **Metodología** se establecieron 4 tratamientos: T1 (Testigo): sin consorcio bacteriano. T2 (Consorcio Narro): *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas lurida* y *Pseudomonas gessardii*, T3 (Biofertilizante comercial): *Pseudomonas fluorescens*. T4 (Solución nutritiva) reducida al 25 % de N y P, bajo un diseño de bloques completos al azar en parcelas demostrativas. La concentración de bacterias fue de 10^6 UFC ml⁻¹ aplicadas cada mes. Los **resultados** mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en el porcentaje de proteína. En conclusión, la inoculación de rizobacterias proporciona el nitrógeno para el incremento de proteína en el nopal obteniendo mayor calidad nutritiva para los consumidores.

Referencias

- DAUALA, Gonçalves Albino, et al. Plant growth-promoting bacteria modulate metabolism and nitrogen accumulation to counteract drought damage in cactus pear plants. Scientific Reports, 2025, vol. 15, no 1, p. 36432. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20509-5>
- MAIUOLO, Jessica, et al. Cladodes of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. possess important beneficial properties dependent on their various stages of maturity. Plants, 2024, vol. 13, no 10, p. 1365. <https://doi.org/10.3390/plants13101>



DEL HERBARIO AL LABORATORIO: EXPLORANDO EL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE LAS COLECCIONES BOTÁNICAS

Modalidad: Oral Plenaria

Marco Antonio Anguiano Constante

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México

marco140992@gmail.com

Palabras clave: biomoléculas, espécimen de referencia, fitoquímica, metabolitos, recolección

Resumen

Los herbarios son colecciones organizadas de plantas deshidratadas y montadas, conservadas con fines de investigación, educación y conservación. Los ejemplares almacenados en sus acervos son muestras botánicas recolectadas que contienen información biológica, taxonómica, curatorial, geográfica, ecológica e histórica. Cada ejemplar es secado, montado e intercalado cuidadosamente para conservarse por cientos de años. México tiene establecidos 95 herbarios que resguardan 5.2 millones de especímenes. Estos simbolizan la riqueza vegetal del país y otras regiones. Al mismo tiempo, los ejemplares de herbario aportan validez taxonómica y constituyen una fuente de materia prima accesible, costeable y replicable para el trabajo científico y el respaldo a los avances tecnológicos. Las plantas proveen recursos esenciales para la alimentación, la salud, el vestido y el esparcimiento. Por esta razón, sus metabolitos se han estudiado a fin de conocer su historia evolutiva, su estructura y seleccionar características para beneficio humano. Los avances tecnológicos de las últimas décadas han expandido el estudio de la composición química de los seres vivos a partir de especímenes de herbario. El objetivo de esta revisión es resaltar la importancia de elaborar ejemplares de referencia y destacar el análisis químico desde los especímenes de herbario. Los resultados sugieren que el uso adecuado e integral de herramientas en la recolección de muestras botánicas garantiza la elaboración de especímenes de referencia y aprovechamiento de tejido para estudios genómicos y bioquímicos. Contrario a la creencia popular, los ejemplares de herbario procesados y almacenados adecuadamente no pierden sus componentes genéticos ni químicos. La evidencia indica que existe un alto porcentaje de éxito en la obtención de metabolitos en óptima calidad y cantidad a partir de los ejemplares, incluso si estos tienen 100 años almacenados. Para concluir, es crucial resaltar la ventaja de estos especímenes al garantizar la reproducibilidad, la identidad y la precisión taxonómica, sumando al bajo costo que implica acceder a ellos.

Referencias

- Heberling JM, "Herbaria as big data sources of plant traits", *International Journal of Plant Science* Vol. 183, No. 2, p. 87-118, 2022.
- Foutami IJ, Mariager T, Rinnan R, Barnes CJ and Rønsted N, "Hundred fifty years of herbarium collections provide a reliable resource of volatile terpenoid profiles showing strong species effect in four medicinal species of *Salvia* across the mediterranean", *Frontiers in Plant Science* Vol. 9, No. 1877, 2018.
- Funk V, Gostel M, Devine A, Kelloff C, Wurdack K, Tuccinardi C, Radosavljevic A, Peters M, Coddington J, "Guidelines for collecting vouchers and tissues intended for genomic work (Smithsonian Institution): botany best practices". *Biodiversity Data Journal* Vol. 5, No. e11625. 2017.
- Soejarto DD, Addo EM, Kinghorn AD, "The continuing need for taxonomic input in phytochemical research", *Journal of Ethnopharmacology* Vol. 354, No. 120474, 2026.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ACARREADORES DE ANTIOXIDANTES PARA LA MITIGACIÓN DEL ESTRÉS OXIDATIVO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Oral

Jorge Octaviano Gomez Castrejon^a, María de Jesús Perea Flores^b, María Myrna Solis Oba^c, Itzia Irene Padilla Gutierrez^d, Juan Vicente Méndez Mendez^b, Hugo Martínez Gutierrez^b

^aEscuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

^bCentro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

^cCentro de Investigación de Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional, Tlaxcala, México

^dUnidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

humartinez@ipn.mx

Palabras clave: cadmio, emulsión, estrés oxidativo, zeolita.

Resumen

La contaminación por metales pesados, en particular el cadmio (Cd), representa un problema crítico para la agricultura, ya que induce estrés oxidativo y daño fisiológico en las plantas. Para mitigar estos efectos, se han desarrollado estrategias biotecnológicas orientadas a mejorar la respuesta antioxidante de los cultivos agrícolas (Ghorbani *et al.*, 2024).

Este estudio combina la caracterización de una zeolita natural con el diseño de nanoemulsiones de β -carotenos, buscando incrementar la solubilidad y estabilidad del antioxidante, protegerlo de la degradación fotoquímica y favorecer su adsorción en las plantas. La integración de ambos sistemas busca aumentar la defensa antioxidante frente al Cd.

La zeolita natural fue lavada, secada y caracterizada mediante DRX, BET y SEM. La fase cristalina predominante fue clinoptilolita, con un área superficial de 13.8 m²/g y una estructura macro-mesoporosa.

La formulación de las emulsiones se realizó con goma arábiga, aceite MCT y Tween 80/Tween 20, empleando ultrasonido por 15 min. Se determinó el tamaño de partícula, Índice de Polidispersidad (PdI), potencial Z y % de eficiencia de encapsulación. Los resultados mostraron nanoemulsiones estables durante 72 h, con tamaños de 87.3–99.2 nm, PdI de 0.29–0.39 y potenciales Z de –25.1 a –29.3 mV, lo que indica sistemas homogéneos y estables. La eficiencia de encapsulación fue del 85 %, lo que sugiere una adecuada protección del β -caroteno y mejor dispersión acuosa.

La zeolita puede funcionar como un acarreador, que permitirá la liberación gradual de las emulsiones de β -carotenos y, una vez que libere las emulsiones, pueda adsorber Cd gracias a su capacidad de intercambio catiónico. Finalmente, se propone la realización de ensayos en invernadero para validar el potencial agronómico y ambiental del sistema zeolita–emulsión, como estrategia dual para reducir la toxicidad del Cd y fortalecer la respuesta antioxidante en cultivos agrícolas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ghorbani, A., Emamverdian, A., Pehlivan, N., Zargar, M., Razavi, S. M., & Chen, M. (2024). Nano-enabled agrochemicals: mitigating heavy metal toxicity and enhancing crop adaptability for sustainable crop production. *Journal of Nanobiotechnology*, 22, 91. <https://doi.org/10.1186/s12951-024-02371-1>

Agradecimientos: Apoyo de los proyectos SIP 20250683, 20253508, 20260087 y 20260807 del IPN y la SECIHTI, mediante la beca nacional de posgrado.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE TUNA PARA EL DESARROLLO DE FORMULACIONES COSMÉTICAS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Oral

Lluvia Itzel López López^{a,b}, Alejandra Quiroz Beltrán^a

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, SLP, México,

^bInstituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, SLP, México
lluvia.lopez@uaslp.mx

Palabras clave: *Opuntia*, tuna, cosmético, antioxidante.

Resumen

El presente estudio muestra como el mesocarpio de tuna, el cual es considerado un residuo del fruto, puede valorizarse en la obtención de extractos ricos en biomoléculas con actividad antioxidante, en esta ocasión se añadió el extracto en la formulación cosmética de un rubor. La **justificación** radica en la creciente demanda de cosméticos naturales y sostenibles con el aprovechamiento de subproductos agroindustriales como fuentes de ingredientes bioactivos. En este contexto, el mesocarpio de tuna, considerado un residuo del procesamiento del fruto, representa una fuente rica en compuestos antioxidantes con potencial aplicación en formulaciones cosméticas. El **objetivo** del presente estudio fue evaluar el efecto antioxidante de extractos obtenidos del mesocarpio de tuna (*Opuntia streptacantha*, *Opuntia ficus-indica* y *Opuntia megacantha*), así como determinar su potencial aplicación en la formulación de un rubor cosmético. La **metodología** consistió en realizar la extracción por Soxhlet y la extracción asistida por ultrasonido (EAU) del mesocarpio de tuna, se determinaron el contenido total de fenoles y flavonoides, betalaínas, color, y su capacidad antioxidante por los métodos de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato) y FRAP (capacidad de reducción del hierro férrico), tanto en el extracto como en la formulación cosmética estudiada. Los **resultados** nos muestran que existe diferencia significativa en entre los métodos de extracción, con la EAU se obtuvieron el mayor contenido de fenoles y flavonoides totales con valores de 289.08 ± 39.66 mg EAG/g y 84.18 ± 4.97 mg EQ/g respectivamente y un contenido total de betalaínas de 1.4871 ± 0.013 mg/g. para *O. streptacantha*. Por lo cual la EAU se utilizó para la obtención de las otras dos especies de tuna. En cuanto a la capacidad antioxidante se obtuvieron los valores de 1942.22 ± 1.49 , 1427.51 ± 9.95 , y 522.45 ± 50.74 , $\mu\text{mol ET/g}$ de DPPH, ABTS y FRAP respectivamente. Con el mejor extracto, se desarrolló un rubor cosmético mostrando que se mantuvieron la respuesta antioxidante, indicando estabilidad funcional del extracto durante el proceso de elaboración. Se **concluye** que el mesocarpio de tuna puede ser aprovechado como fuente de biomoléculas para su aplicación en diversas áreas como en la cosmética.

Referencias y citas bibliográficas

1. Sumaya, I. M. (2021). Diseño de un rubor a partir de residuos agroindustriales. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10789/morenojuan2021.pdf?sequence=1&isallowed=y>
2. Salehi E, Emam-Djomeh Z, Askari G, Fathi M. "Opuntia ficus indica fruit gum: Extraction, characterization, antioxidant activity and functional properties". *Carbohydr Polym.* 2019, 206, 565-572. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.11.035.

Agradecimientos: Se agradece a la Facultad de Ingeniería y al área Agroindustrial en el apoyo para la realización del presente trabajo.



EVALUACIÓN DEL USO DE BIOESTIMULANTE PARA EL DESARROLLO DE ESPECIES VEGETALES DE INTERÉS FORESTAL

Área: Ciencias Agronómicas y recursos naturales

Modalidad: Oral

Viviana Rodríguez-Rivera^a, Ricardo Clark-Tapia^b, Sarahi Juárez-Peralta^a, Juan Manuel Méndez-Contreras^a (Times New Roman 10 pt, centrado)

^a Instituto Tecnológico de Orizaba, Oriente 9 número 852 Colonia Emiliano Zapata. Orizaba, Veracruz. 94320. México.

^b Universidad de la Sierra Juárez, Av. Universidad S/N, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, 68725. México
vianrivera@gmail.com

Palabras clave: Excretas, bioestimulante, Plántula, Fermentación.

La pérdida de la cobertura vegetal procedente de los incendios, la tala clandestina, el cambio de uso de suelo y el incremento de la afluencia turística generan pérdida de la biodiversidad. Por ello, la implementación de tecnologías que promuevan el desarrollo vegetal, aunada a planes de reforestación con plántulas de calidad, conlleva la efectividad en los programas de reforestación. En este sentido, el proyecto se enfoca en la obtención y evaluación de un bioestimulante como mejorador de la calidad de plántulas. Para la obtención del bioestimulante se realizó mediante la fermentación anaerobia de excretas de cerdo enriquecidas con melaza a la mezcla anterior se le adicionó el microorganismo *B acidófilos* en una concentración del 12% v/v con el fin de favorecer la fermentación evitando la formación de gases de efecto invernadero. Para la evaluación de su funcionamiento como estimulante de desarrollo vegetal se seleccionaron 40 individuos de *p. seudostrobus* de un mismo ciclo. La aplicación del bioestimulante fue mezclado con suelo que se colocó alrededor de la raíz de planta, la incorporación de este fue de acuerdo a los requerimientos de nitrógeno de la especie de estudio. A cada individuo se le evaluaron parámetros ecofisiológicos durante seis meses: diámetro, altura, robustez y clorofila. Finalmente, se obtuvieron diferencias significativas en la altura y la robustez entre los tratamientos. Así también, se puede observar un efecto significativo en la clorofila presente. Si bien las características pueden definir el uso de la especie para la reforestación, la aplicación de bioestimulantes proporciona una alternativa efectiva para plántulas con uso potencial de restauración, o bien para plantaciones maderables. Sin embargo, debe hacerse mención de que el efecto de esta bioestimulante no es similar entre distintas especies.

1. Bharti, N., Sharma, S. K., Saini, S., Verma, A., Nimonkar, Y., & Prakash, O, Microbial Plant Probiotics: Problems in Application and Formulation. In V. Kumar, M. Kumar, S. Sharma & R. Prasad (Eds.), Probiotics and Plant Health (1st ed., pp. 317–335) (2017). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2>.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EFFECTO DE EXTRACTOS DE RAMBUTAN SOBRE LA ACTIVIDAD DEL BACULOVIRUS SfMNPV

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Oral

Marialy Mandujano Guzmán^a, Juan Cisneros Hernández^b, Ilhan Dominick Mora López^a, Fabián Rubén Ortiz Carreón^a y Alfredo Castillo Vera^b.

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Tapachula, Chiapas, México,

^bEl Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México

marialymandujanog@gmail.com

Palabras clave: Spodoptera frugiperda, Baculovirus, Extractos vegetales, Saponinas, bioinsecticida.

Resumen

El presente estudio evaluó la influencia de extractos foliares de rambután (*Nephelium lappaceum*), caracterizados por la presencia de saponinas, sobre la actividad insecticida del baculovirus SfMNPV en larvas de *Spodoptera frugiperda*. La investigación responde a la necesidad de optimizar el uso de bioinsecticidas virales para mejorar el manejo del gusano cogollero en el cultivo de maíz, especialmente ante un uso indiscriminado de insecticidas sintéticos para su control, lo que ha derivado en problemas ambientales y de salud pública. El objetivo central fue determinar si la adición de extractos ricos en saponinas mejoraba la actividad del baculovirus SfMNPV sobre larvas de *S. frugiperda*. Para evaluar dicha interacción se realizaron bioensayos de laboratorio con larvas de *S. frugiperda* de 2o estadio. Como tratamientos se manejaron baculovirus SfMNPV, extracto foliar de rambután, la mezcla de ambos, y control.

La interacción se evaluó en términos de mortalidad y desarrollo larval. La metodología consistió en la preparación de extractos acuosos al 2% y 9% (p/v). Se establecieron bioensayos bajo un diseño experimental que incluyó un grupo control y cinco tratamientos: extracto al 9% (E9), extracto al 2% (E2), inóculo viral (V), y las combinaciones virus-extracto (V+E9 y V+E2). El experimento se realizó por duplicado utilizando 15 larvas por tratamiento, individualizadas en recipientes y alimentadas con hojas de higuera (*Ricinus communis*). Se realizó un recambio diario de alimento y se registró la mortalidad larval como variable de respuesta principal.

Aunque los resultados respecto a la mortalidad no mostraron diferencias significativas entre tratamientos V: inóculo viral y virus + extracto foliar de rambután respecto a la mortalidad ($p > 0.05$), en lo que respecta al desarrollo larvas si se presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) que pueden ser resultado de un efecto antialimentario originado por el extracto. En lo que respecta a la mortalidad en tratamientos de extractos esta fue baja lo que contradice los efectos insecticidas que han sido reportados para saponinas, no obstante, se recomienda en futuros estudios determinar las concentraciones reales de saponinas en los extractos y realizar bioensayos previos con su concentrado para determinar un efecto insecticida real de dicho compuesto o extracto.



**CIANOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL: UNA
ESTRATEGIA DE BIOCONDICIONAMIENTO PARA MEJORAR EL DESARROLLO
RADICULAR EN LECHUGA (*LACTUCA SATIVA*)**
Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Oral

Ariana Montiel Arzate^a, Elizabeth Ponce Rivas^a

^aCentro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México,
amontiel@cicese.edu.mx

Palabras clave: Cianobacterias, biopriming, Lactuca sativa, fitohormonas.

Resumen

El uso de microorganismos como biofertilizantes constituye una estrategia sustentable para reducir la dependencia de fertilizantes convencionales. En este contexto, las cianobacterias destacan por su capacidad de producir fitohormonas promotoras del crecimiento vegetal y, en algunos casos, de fijar nitrógeno, lo que contribuye a la nutrición de las plantas [1,2].

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del biocondicionamiento de semillas con cianobacterias (biopriming) sobre el crecimiento de plantas de lechuga en condiciones de invernadero. Para ello, semillas desinfectadas fueron incubadas durante 12 h en cultivos cianobacterianos en fase exponencial (1 µg/mL de clorofila) bajo agitación constante. Se evaluaron ocho cepas y un control con agua destilada. Posteriormente, las semillas se germinaron y las plántulas se trasplantaron a peat moss, manteniéndolas en invernadero a 20 ± 5 °C, con fotoperiodo de 12:12. Cada tratamiento incluyó nueve réplicas aleatorizadas.

A los 50 días, se determinaron variables de crecimiento (altura, diámetro del tallo, peso fresco y seco de la raíz y de la parte aérea). El análisis estadístico se realizó en RStudio. Adicionalmente, se cuantificó la producción de ácido indolacético mediante la prueba de Salkowski.

Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso seco radicular entre tres tratamientos (cepas B29A, B33A y B34B), con incrementos de entre 69 y 78% respecto al control. No se observaron diferencias significativas en la biomasa aérea. Estas cepas presentaron una producción de 49.79 ± 3.80 , 22.05 ± 0.39 y 13.28 ± 0.43 µg/mL de ácido indolacético, respectivamente.

En conclusión, el biocondicionamiento de semillas con cepas cianobacterianas productoras de fitohormonas favorece el desarrollo radicular de *L. sativa*, lo que podría mejorar la absorción de nutrientes sin modificar la biomasa aérea.

Referencias y citas bibliográficas

1. Sergeeva, E., Liaimer, A., & Bergman, B. "Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria". *Planta*, Vol. 215, No.2, p. 229-238, 2002.
2. Stal, L. J. "Nitrogen fixation in cyanobacteria", *els*, p.1-9, 2015.

Agradecimientos: A la Dra. Rufina Hernández Martínez por su valiosa asesoría y sugerencias para realizar este trabajo. A la Dra. Sophia González por su ayuda con el uso de RStudio.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

GLUCOSINOLATOS PROVENIENTES DE CRUCÍFERAS COMO BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO Y CALIDAD POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria vesca* L.)

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Oral

Cleotilde Hernández Matías¹, Dolores Gabriela Martínez Vázquez^{1*}, Lluvia de Abril Alexandra Soriano Melgar², Carmen Alicia Ayala Contreras¹, José Antonio González Fuentes¹, Alberto Sandoval Rangel¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, México.

²Programa de Investigadoras e Investigadores por México-SECIHTI. Comisionada a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza S/N, República Oriente, 25280 Saltillo, México.

*gabriela.martinez@uaaan.edu.mx

Palabras clave: glucosinolatos, crucíferas, poscosecha.

Resumen

La agricultura actual enfrenta el reto de incrementar la productividad y la calidad de los cultivos, al mismo tiempo que reduce el uso de agroquímicos con efectos negativos en el ambiente y la salud humana. En este contexto, los bioestimulantes de origen vegetal surgen como una alternativa sostenible para mejorar el desempeño fisiológico y productivo de las plantas. Entre estos compuestos destacan los glucosinolatos, metabolitos secundarios presentes en especies de la familia Brassicaceae, los cuales han mostrado capacidad para activar mecanismos de defensa, aumentar la tolerancia al estrés y mejorar la calidad poscosecha de diversos cultivos.

El presente estudio evalúa el efecto de glucosinolatos obtenidos a partir de hojas de crucíferas, principalmente brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), como bioestimulantes en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.). La primera etapa, realizada en invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se efectuó la extracción y cuantificación de glucosinolatos mediante técnicas cromatográficas descritas en la literatura.

La segunda etapa del experimento se desarrolla bajo condiciones controladas de invernadero, donde los extractos se aplican a plantas de fresa mediante distintos tratamientos que varían en dosis, tipo de extracto y vía de aplicación. El diseño experimental es completamente al azar con 14 tratamientos, tres repeticiones y tres plantas por unidad experimental. Se incluyen testigo absoluto, testigo comercial, controles con etanol, extractos en polvo y líquidos, así como sus combinaciones, aplicados vía foliar y al suelo en dosis baja, media y alta. Se evalúan variables agronómicas, bioquímicas y de calidad del fruto en poscosecha.

Los datos se analizarán mediante análisis de varianza y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se espera que los glucosinolatos tengan efecto en el cultivo y la calidad del fruto, contribuyendo al desarrollo de estrategias agrícolas sostenibles basadas en subproductos de crucíferas

Referencias y citas bibliográficas

García, A. C., Santos, L. A., Izquierdo, F. G., Rumjanek, V. M., & Castro, R. N. (2022). Bioestimulantes vegetais: Mecanismos de ação e impactos na agricultura sustentável. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 46, e0220111.



AISLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE RIZOBACTERIAS Y ENDÓFITAS

ASOCIADAS A AGAVE LECHUGUILLA

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Oral

Lucía Rosales Marines^a, Lihua Wei^b, Miguel Ángel Pérez Rodríguez^c, Yolanda Venecia Ramírez López^d, Silvia Yudith Martínez Amador^c, José Manuel Lino García^c

^aEstudiante de Doctorado en Recursos Fitogenéticos para Zonas Áridas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

^bCentro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional, Reynosa, Tamaulipas, México.

^cDepartamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

^dEstudiante de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Tecnológica de Coahuila, Ramos Arizpe, Coahuila, México.

Correo autor de contacto: miguel_cbg@hotmail.com

Palabras clave: PGPB, estrés abiótico, fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos.

Resumen

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) habitan en las raíces (rizobacterias) o dentro de los tejidos vegetales (endófitas). Las PGPB favorecen el desarrollo vegetal mediante mecanismos tales como: la síntesis de ácido indolacético, la producción de sideróforos, la fijación biológica de nitrógeno y la solubilización de fosfato mineral (1), siendo una alternativa para su uso en agricultura sustentable. Las plantas adaptadas a ambientes áridos albergan comunidades microbianas con características fisiológicas y metabólicas que les ayudan a sobrevivir bajo condiciones extremas. En este trabajo se aislaron potenciales PGPB asociadas a *A. lechuguilla* y se evaluó el efecto en cocultivo con plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Se colectaron las raíces de nueve plantas de lechuguilla en el municipio de Saltillo, Coahuila. Se aislaron las rizobacterias y endófitas (2, 3) y se inocularon en medio LB. Las colonias se agruparon morfológicamente y se evaluó capacidad de fijación de nitrógeno (Nf) y de solubilización de fosfatos (Ps), en medio semisólido Nfb y agar Pikovskaya, respectivamente. Las cepas con ambas pruebas positivas fueron seleccionadas para realizar cocultivos con plántulas de tomate en medio MS, donde se evaluó longitud de raíz y brote, y el peso de la plántula.

De un total de 162 cepas, se seleccionaron siete con capacidad Nf y Ps (RF3, RF7, RF12, RP10, RP20, R2.7 y R2.25), siendo todas rizobacterias. El ANOVA ($p \leq 0.05$) mostró diferencias significativas, entre los tratamientos inoculados, en todas las variables. Las plántulas cocultivadas con las cepas RF3 y RF7 (ambos cocos Gram+) registraron las mayores longitudes de brote (2.40 y 2.39 cm), y las cocultivadas con RF12 (coco Gram+) mostraron mayor peso fresco (0.044 g). El control negativo presentó la mayor longitud de raíz (5.24 cm), sin embargo, hubo notoriamente más raíces secundarias que en los tratamientos inoculados. Estos resultados sugieren que *A. lechuguilla* constituye un reservorio importante de bacterias con potencial para el desarrollo de bioinoculantes agrícolas para su uso especialmente bajo condiciones de estrés ambiental. La respuesta entre tratamientos evidencia la importancia de la interacción planta-microorganismo en etapas tempranas del desarrollo vegetal.

Referencias y citas bibliográficas

- Heydarian Z, Yu M, Gruber M, Glick BR, Zhou R and Hegedus DD (2016). Inoculation of Soil with Plant Growth Promoting Bacteria Producing 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase or Expression of the Corresponding *acdS* Gene in Transgenic Plants Increases Salinity Tolerance in *Camelina sativa*. *Front. Microbiol.* 7:1966. doi: 10.3389/fmicb.2016.01966
- Barillot, C. D. C., Sarde, C. O., Bert, V., Tarnaud, E., & Cochet, N. (2013). A standardized method for the sampling of rhizosphere and rhizoplane soil bacteria associated to a herbaceous root system. *Annals of Microbiology*, 63(2), 471–476. <https://doi.org/10.1007/s13213-012-0491-y>
- Eida, A. A., Alzubaidy, H. S., de Zélicourt, A., Synek, L., Alsharif, W., Lafi, F. F., Hirt, H., & Saad, M. M. (2019). Phylogenetically diverse endophytic bacteria from desert plants induce transcriptional changes of tissue-specific ion



ESTABLECIMIENTO DE TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE FITOCOMPLEJOS A PARTIR DE GOBERNADORA (*LARREA TRIDENTATA*) Y ORÉGANO (*LIPPIA GRAVEOLENS KUNTH*)

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Oral

Gamadiel Reymundo Pérez Pérez¹, Iveth Dalila Antonio Carmona¹, Felipa Morales Luna², Víctor Manuel Ovando Medina³

¹Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.

²Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.

³Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, SLP
Dalila_antonio@yahoo.com

Palabras clave: fitocomplejos, Larrea tridentata, Lippia graveolens kunth.

Resumen

La gobernadora (*Larrea tridentata*) y el orégano mexicano (*Lippia graveolens Kunth*) poseen una vasta riqueza metabolómica con potencial agroquímico, farmacéutico e industrial. Para su aprovechamiento integral, se requiere estandarizar métodos de extracción eficientes que preserven la bioactividad de sus componentes. En este contexto, la destilación por arrastre de vapor surge como un proceso sustentable que prescinde de solventes orgánicos nocivos, garantizando extractos puros y amigables con el medio ambiente. La biomasa de ambas plantas se sometió a secado y molienda controlada para optimizar la transferencia de masa. En el destilador, se hizo pasar un flujo continuo de vapor de agua a través del lecho vegetal, volatilidad que permitió la ruptura de las estructuras celulares y la liberación de los aceites esenciales. La mezcla gaseosa resultante se enfrió en un condensador de tubo y coraza, obteniendo dos fases inmiscibles: la fase acuosa (hidrolato) y la fase orgánica (aceite esencial), separadas mecánicamente por decantación. El orégano (*Lippia graveolens*) reportó un sobresaliente rendimiento de aceite esencial, caso contrario a la gobernadora, de la cual no se obtuvo una cantidad observable/medible. Se estandarizará otra técnica extra para obtener aceite esencial de gobernadora, evitando el uso de solventes tóxicos.



ESTABLECIMIENTO DE HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA EL ESTUDIO DE GENES ASOCIADOS A LA BIOSÍNTESIS DE BETALAÍNAS EN RAÍCES ADVENTICIAS DE *Gomphrena globosa*.
Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales.
Modalidad: Cartel

César Nicolás-Merino ^a, Paul Mauricio Sánchez ^a, Edgar Baldemar Sepúlveda-García ^a, Jacqueline Capataz-Tafur ^a

^a Laboratorio de Biotecnología de Plantas Medicinales, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca

jcapataz@unpa.edu.mx

Palabras clave: *Gomphrena globosa*, betalainas, oligonucleótidos degenerados, PCR touchdown, raíz adventicia.

Resumen

Las betalainas son pigmentos nitrogenados con actividad antioxidante y potencial aplicación biotecnológica como colorantes naturales (1). En *Gomphrena globosa*, la información relacionada con los genes involucrados en la biosíntesis de betalainas y su regulación genética aún es limitada, por lo que resulta necesario desarrollar herramientas moleculares y sistemas experimentales que permitan estudiar su expresión génica. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo establecer herramientas moleculares y un sistema de raíces adventicias *in vitro* para futuros estudios de expresión génica asociados a la biosíntesis de betalainas bajo la influencia de reguladores de crecimiento vegetal (RCV).

La metodología consistió en el diseño de oligonucleótidos degenerados a partir de secuencias ortólogas de genes involucrados en la vía biosintética de betalainas mediante análisis bioinformático. Posteriormente, se compararon tres métodos de extracción de ARN (TriReagent, kit comercial y CTAB-fenol). A partir de ADN_g se realizaron ensayos de PCR Touchdown para la amplificación de genes candidatos. Los productos amplificados fueron clonados y secuenciados para su identificación. De manera complementaria, se estableció un sistema de raíces adventicias *in vitro* a partir de hojas tratadas con diferentes RCV.

El método CTAB-fenol presentó la mejor calidad y rendimiento de ARN, en concordancia con estudios previos que destacan la eficiencia de protocolos basados en CTAB para tejidos vegetales ricos en metabolitos secundarios (2). Asimismo, se logró la amplificación, clonación y secuenciación de cuatro genes candidatos de *G. globosa*, identificándose uno de ellos como el gen factor de elongación 1-alfa (EF1- α), el cual podrá emplearse como gen de referencia en futuros análisis de expresión mediante RT-qPCR. En cuanto al establecimiento de raíces adventicias, el tratamiento con IAA a 10 μ M favoreció significativamente la inducción de raíces adventicias, lo que coincide con estudios previos que destacan el papel central de esta auxina en la organogénesis radicular (3), mientras que ANA e IBA no mostraron diferencias significativas. En contraste, el tratamiento con 2,4-D a 10 μ M promovió la formación de callo sin inducción de raíces adventicias.

En conclusión, estos resultados establecen bases metodológicas para futuros estudios de expresión diferencial de genes asociados a la biosíntesis de betalainas en *G. globosa*.

Referencias y citas bibliográficas

1. Silva, L. R., Valentão, P., Faria, J., Ferreres, F., Sousa, C., Gil-Izquierdo, A., & Andrade, P. B. (2012). *Phytochemical investigations and biological potential screening with cellular and non-cellular models of globe amaranth (Gomphrena globosa L.) inflorescences*. *Food Chemistry*, 135(2), 756–763.
2. Xiao, H., Kim, W.-S., Ji, P., & Meng, B. (2015). A highly effective and versatile technology for the isolation of RNAs from grapevines and other woody perennials for use in virus diagnostics. *Virology Journal*, 12, 171. <https://doi.org/10.1186/s12985-015-0376-3>.
3. Adem, M., Sharma, L., Shekhawat, G. S., Šafránek, M., & Jásik, J. (2024). Auxin signaling, transport, and regulation during adventitious root formation. *Current Plant Biology*, 40, 100385. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2024.100385>.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DEL HONGO (PLEUROTUS OSTREATUS) DE COLOR ROSA Y AMARILLA EN DIFERENTES ESQUILMOS AGRÍCOLAS

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Cartel

Felipa Morales-Luna¹, Iveth Dalila Antonio- Carmona², Erika Nohemí Rivas - Martínez², Blanca Elizabeth Zamora-Martinez²

¹ Departamento de Fitomejoramiento

² Departamento de Botánica

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro calzada Antonio narro 1923, Buenavista, CP 25315, saltillo, Coahuila, México
tel. 844 4 11 02 00 (Ext 1811).

Correo electrónico: mlscjmg94@gmail.com agrotecnia.uaaan@hotmail.com

Palabras clave: cepas, esquilmos, sustrato, Pleurorus ostreatus

Resumen

Los hongos son esenciales para la vida en la Tierra, desempeñan un papel muy importante en el reciclaje de materia orgánica (Montenegro 2021). El Reino Fungi registra una diversidad de organismos, desde levaduras unicelulares hasta organismos complejos como los Basidiomicetos (Moore 2021). En México, se han registrado 1,408 especies de macrohongos; a nivel mundial, existen mas de 40,000 especies de basidiomicetos que viven en diferentes hábitats (López-Sandin 2024). Los hongos comestibles contienen alto valor nutricional en donde se registran los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, así como vitaminas y minerales.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* han ido en aumento en los últimos años ya que es un cultivo poco demandante y se puede establecer en espacios reducidos, y utilizando desechos agroindustriales como materia prima para su producción, convirtiendo los residuos en alimento de buena calidad nutritiva y contribuir mejorar el medio ambiente, como parte de la sustentabilidad, el objetivo del presente trabajo es: Evaluar dos cepas del hongo *Pleurotus ostreatus* de color rosa y amarillo utilizando diferentes sustratos: rastrojo de maíz, olote de maíz, cebada y como testigo avena, realizando cuatro cortes, obteniendo la Eficiencia Biológica, en donde el sustrato con rastrojo de maíz produjo 335.5 g, seguido por la cebada con 275.0 g superando al testigo que es la avena con 228.5 g y finalmente fue el olote maíz con 178.5 g, concluyendo que las cepas evaluadas se desarrollan, en todos los sustratos evaluados lo cual es prometedor para continuar ofreciendo alternativas de producción.



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA NANOHIĐROXIAPATITA EN PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS Y VARIABLES MORFOMÉTRICAS DE GERMINADOS DE RÁBANO (*RAPHANUS SATIVUS*)

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Cartel

Claudia Veronica de la Rosa Reta^a, Anilú Rubio Ríos^b, Erika Flores Loyola^a

^aCentro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios UAdeC, Arteaga, Coahuila, México

^bFacultad de Ciencias Químicas UAdeC, Saltillo, Coahuila, México

^aFacultad de Ciencias Biológicas, UAdeC, Torreón, Coahuila, México

veronica.rosa@uadec.edu.mx

Palabras clave: nanohidroxiapatita, germinados, clorofila, carotenoides.

Resumen

La nanohidroxiapatita (nHAp) ha despertado interés en aplicaciones agrícolas debido a su capacidad para aportar calcio y fósforo en formas potencialmente más biodisponibles (Pilotto et al., 2024). Sin embargo, su efecto sobre el crecimiento y fisiología de germinados aún no está completamente esclarecido. En este contexto, resulta relevante evaluar su impacto en parámetros morfométricos y en pigmentos fotosintéticos, los cuales son indicadores clave del desarrollo y estado fisiológico vegetal (Abdelmigid et al., 2022). El objetivo central fue evaluar el efecto de la nanohidroxiapatita sobre variables morfométricas, así como el contenido de clorofila y carotenoides en germinados de rábano. La nanohidroxiapatita fue caracterizada mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y difracción de rayos X (DRX), confirmando alta pureza y un tamaño promedio de partícula de 50nm. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos, incluyendo un control. Se evaluaron índice de germinación, peso de plántula, vigor de Semilla, altura y diámetro de planta, así como el contenido de clorofila y carotenoides. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). Se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p<0.05$). En comparación con el control, la concentración de 100ppm (T2), presentó los mayores valores en variables morfométricas, incluyendo índice de germinación altura de planta y peso de plántula, indicando un efecto positivo en el crecimiento por otro lado, la concentración de 3000ppm (T4) mostró los mayores contenidos de clorofila y carotenoides, evidenciando una respuesta fisiológica favorable. Estos resultados sugieren que la nanohidroxiapatita, debido a su tamaño nanométrico y alta pureza, influye de manera diferenciada en el desarrollo y metabolismo de los germinados de rábano.

Referencias

1. Abdelmigid, H. M., Morsi, M. M., Hussien, N. A., Alyamani, A. A., Alhuthal, N. A., & Albukhaty, S. (2022). Green Synthesis of Phosphorous-Containing Hydroxyapatite Nanoparticles (nHAP) as a Novel Nano-Fertilizer: Preliminary Assessment on Pomegranate (*Punica granatum* L.). *Nanomaterials*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/nano12091527>
2. Pilotto, L., Zuluaga, M. Y. A., Scalera, F., Piccirillo, C., Marchiol, L., Civilini, M., Pii, Y., Cesco, S., & Fellet, G. (2024). Sustainable crop fertilization by combining biogenic nano-hydroxyapatite and P solubilizing bacteria: Observations on barley. *Plant Nano Biology*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.plana.2024.100091>



DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN POLVO ANTIBACTERIAL BIODEGRADABLE DERIVADO DE OPUNTIA Y LARREA TRIDENTATA

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Cartel

Zurisadai Olguin Caldera^a, Sonia Yesenia Silva Belmares^a, Alejandro Zugasti Cruz^a, Nancy Verónica Pérez Aguilar^a, Francisco Javier Enriquez Medrano^b, Ernesto Oyervides Muñoz^a

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

^bCentro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México

Correo de autor de contacto: ernesto.oyervides@uadec.edu.mx

Palabras clave: Pectina, Gobernadora, Opuntia, Larrea Tridentata, Antibacterial, Biocompatible.

Resumen

Debido a la controversia de que el talco mineral utilizado por la empresa Johnson and Johnson (a base de silicato de magnesio) podría causar problemas de cáncer debido a que está clasificado como posible carcinógeno por su contenido de asbesto, es indispensable encontrar nuevas alternativas para este producto. Por otra parte, el nopal *Opuntia* de la región carbonífera es una buena fuente de pectina la cual posee propiedades mecánicas tales como la absorción y retención de humedad. Y además, la *Larrea tridentata*, comúnmente conocida como ‘gobernadora’ o ‘creosota’ es una planta endémica de la familia *Zygophyllaceae* muy abundante en el norte de México. Debido a su toxicidad sus derivados no tienen muchos usos en materiales con contacto humano, por lo que, en busca de nuevas aplicaciones, este trabajo se enfocó en realizar un proceso para extraer y procesar pectina de nopal y gobernadora de la región carbonífera del estado de Coahuila, en el norte de México para mezclarlos y obtener un talco antibacterial que tenga la posibilidad de sustituir al talco comercial. El producto obtenido mediante un proceso de molienda y mezclado fue caracterizado por espectrometría infrarroja para conocer los grupos funcionales que lo conforman, se realizaron pruebas de absorción y retención de humedad, se realizó una prueba de hemólisis para conocer su compatibilidad con la sangre humana y se probó sus propiedades antibacteriales mediante pruebas de antibiograma con cepas Gram-positivas de *S. aureus* y Gram negativas de *E. coli* obteniéndose un producto con aplicaciones como talco antibacterial por sus propiedades absorbentes de humedad, antibacteriales y de biocompatibilidad con eritrocitos de sangre humana.

Referencias y citas bibliográficas

1. Rivera Álvarez A., Oyervides Muñoz E. “Modificación de pectina con 4-cloroanilina para otorgarle propiedades antibacteriales.” *CienciaCierta*, No. 65 enero-marzo 2021.
2. Bamidele, M. O.; Sandoval-Cortés, J.; Flores-López, M. L.; Pérez, O. B. Á.; González, M. L. C. and Aguilar, C. N. 2024. Bioactive compounds recover from *Larrea tridentata* by green ultrasound-assisted extraction. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 93(11):3091-3107.
3. García-Inzunza, R.; Valdez-Salas, B.; Schorr-Wiener, M.; Carrillo-Beltran, M.; Zlatev-Koytchev, R.; Stoytcheva-Stilianova, Gaynor, J. 2013. Aqueous extract of creosote bush (*Larrea tridentata*) leaves as green inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid solution. *International Journal of Electrochemical Science*. 8(5): 6433-6448.
4. Casey, R.; Larkin, T. P. and Iley, E. 2025. Ovarian Cancer and “Tainted Talc”: What Treating Physicians Need to Know. *Missouri Medicine*, 116(2): 83-86. PMID: 31040485.
5. Núñez-Mojica, G.; Vázquez-Ramírez, A. L.; García, A.; Rivas-Galindo, V. M.; Garza-González, 2021. New cyclolignans of *Larrea tridentata* and their antibacterial and cytotoxic activities. *Phytochemistry Letters*. 43(1):212-218



DISRUPCIÓN DE LA RESPIRACIÓN CELULAR EN GORGOJO DEL MAÍZ (*SITOPHILUS ZEAMAI*S) MEDIANTE INHIBICIÓN ENZIMÁTICA POR SESQUITERPENOS DE ÁRNICA MEXICANA (*HETEROTHECA INULOIDES*)

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Cartel

Sonia Hernández Huerta^a, Shirley Carro Sanchez^b, Héctor Hugo Hernández Mendoza^c

^aUniversidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, Mexico,

ainos_1260@hotmail.com, shirley.carro@uatx.mx, hectorhugo.hernandez.m@uatx.mx

Palabras clave: Heterotheca inuloides, Sitophilus zeamais, Gibbs, ATP

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de compuestos sesquiterpénicos de *Heterotheca inuloides* (árnica mexicana) sobre enzimas metabólicas, de desintoxicación y de la sinapsis nerviosa del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*). *Heterotheca inuloides* es rica en sesquiterpenos, entre los que destacan dicadalenol, 7-hydroxy-3,4-dihydrocadalene, cadaleno y cadineno [2]. Como primera parte se buscó extraer estos compuestos mediante maceración en acetona y arrastre de vapor, identificarlos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), con la finalidad de determinar la técnica más eficiente. Asimismo, se evaluó su interacción con enzimas clave del gorgojo mediante docking molecular con ArgusLab, considerando como parámetro clave el valor de la energía libre de Gibbs (ΔG).

La metodología incluyó la maceración del árnica en acetona durante 24 horas y la obtención de aceite esencial por arrastre de vapor. Posteriormente, los compuestos fueron identificados por CG-EM. Para la simulación se seleccionaron los compuestos mayoritarios en los extractos. Las estructuras químicas se obtuvieron de PubChem y se optimizaron en Chem3D. Las enzimas analizadas fueron citocromo c oxidasa y NADH ubiquinona (fosforilación oxidativa), acetilcolinesterasa (sinapsis nerviosa), y glutatión transferasa y carboxilesterasa (desintoxicación).

Los resultados mostraron afinidades de unión favorables con la enzima citocromo c oxidasa, destacando el dicadalenol con -14.9336 kcal/mol, seguido de 7-hydroxy-3,4-dihydrocadalene (-13.4866 kcal/mol), cadaleno (-12.35 kcal/mol) y cadineno (-11.8606 kcal/mol). Las interacciones predominantes fueron hidrofóbicas tipo alkyl y π -alkyl con residuos como leucina, isoleucina y fenilalanina, lo que sugiere una estabilización del complejo ligando-proteína.

Estos resultados indican un posible mecanismo de inhibición de la enzima citocromo c oxidasa (complejo IV de fosforilación oxidativa), afectando la producción de ATP. En conclusión, los sesquiterpenos de *Heterotheca inuloides*, especialmente el dicadalenol, presentan potencial como bioinsecticidas, aunque se requieren estudios experimentales para validar estos hallazgos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cruz-Martínez, Y. R.; Hernández-Delgado, T.; Méndez-Cuesta, C. A.; Delgado, G., "Antifungal and sensitizing effect of cadinane-type sesquiterpenes from *Heterotheca inuloides* Cass. against azole-resistant *Candida* species", *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 136, No. 7, p. 1xaf160, 2025.
2. Rodríguez-Chávez, J. L.; Egas, V.; Linares, E.; Bye, R.; Hernández, T.; Espinosa-García, F. J.; Delgado, G., "Mexican Arnica (*Heterotheca inuloides* Cass. Asteraceae: Astereae): Ethnomedical uses, chemical constituents and biological properties", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 195, p. 39-63, 2017.
3. Deodhar, M.; Al Rihani, S. B.; Arwood, M. J.; Darakjian, L.; Dow, P.; Turgeon, J.; Michaud, V., "Mechanisms of CYP450 Inhibition: Understanding Drug-Drug Interactions Due to Mechanism-Based Inhibition in Clinical Practice", *Pharmaceutics*, Vol. 12, No. 9, p. 846, 2020.

Agradecimientos: A la empresa POLAQUIMIA S. A de C. V., por el apoyo en la realización de análisis cromatográficos.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

COLECTA DE ALGODÓN (*Gossypium L.*) NATIVOS EN EL SURESTE DE MÉXICO PARA SU CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Cartel

Felipa Morales-Luna¹, Iveth Dalila Antonio- Carmona², Erika Nohemí Rivas - Martínez², Blanca Elizabeth Zamora-Martinez²

¹ Departamento de Fitomejoramiento

² Departamento de Botánica

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 1923, Buenavista, CP 25315, Saltillo, Coahuila, México
tel. 844 4 11 02 00 (Ext 1811).

Correo electrónico: mlscjmg94@gmail.com agrotecnia.uaaan@hotmail.com

Palabras clave: Algodón nativo, Gossypium L., diversidad genética

Resumen

El cultivo de algodón (*Gossypium L.*) se desarrolla con la historia y tradición de México desde hace más de 150 años, se caracteriza por ser un cultivo de alta inclusión social, generador de empleos y derrama económica en regiones de varios estados de la República Mexicana. En el año 2019, se cultivaron alrededor de 240 mil hectáreas de algodón distribuidas en varios estados de la república. La (FAO, 2019), señala que no es un cultivo alimenticio de valor importante para el hombre, sin embargo, genera muchos productos textiles y subproductos para fines de nutrición animal que son de gran valor para la sociedad. México centro de origen del algodón (*Gossypium, L*) por lo que es patrimonio de gran valor, para su conservación, debido a que las accesiones nativas están en peligro de extinción, (Pérez *et al.*, 2016). El presente trabajo tiene como objetivo, coleccionar e incrementar genotipos de algodones nativos para la conservación de la diversidad genética y del medio ambiente, en donde los años 2024 y 2025 se colectaron doce accesiones, en regiones de los estados de Oaxaca y Chiapas, México, se establecieron en condiciones de invernadero, todos los genotipos germinaron, desarrollaron las fases vegetativas, en donde cuatro genotipos llegaron a la fase reproductiva, floración, y dos genotipos presentaron las diferentes etapas fenológicas hasta la obtención de sus fibras de longitud corta.



EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO RADICULAR *IN VITRO* DE *SOLANUM LYCOPERSICUM* CON NANOTUBOS A BASE DE CARBONO

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Modalidad: Cartel

Benitez-Radilla Monserrat^a, Moreno-Santoyo Rebeca^a, Méndez-Valenzuela Eduardo^a, Delgadillo-Ángeles Jorge Luis^b, García-Medina Andrés^a, Gochi-Ponce Yadira^a, Solís-Delgado Luis Ernesto^a

^a Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tijuana, Tecnológico Nacional de México (TecNM), Tijuana, Baja California, México,

^b Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín, Baja California, México
luis.solis@tectijuana.edu.mx

Palabras clave: Nanotecnología vegetal, cultivo de tejidos vegetales, fitotoxicidad, respuesta dosis-dependiente, crecimiento *in vitro*.

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de diferentes concentraciones de nanotubos de carbono sobre la germinación y el crecimiento radicular *in vitro* de *Solanum lycopersicum*, debido al creciente interés en el uso de nanomateriales en la agricultura y biotecnología vegetal. La investigación se justifica por la necesidad de identificar concentraciones adecuadas de nanotubos que favorezcan el desarrollo vegetal sin generar efectos fitotóxicos, contribuyendo al conocimiento sobre su aplicación en cultivos de importancia agrícola.

El objetivo principal fue determinar el efecto de nanotubos de carbono modificados con nitrógeno (NTC-N) sobre la germinación y el desarrollo fisiológico de plántulas de tomate cultivadas *in vitro*. Para ello, se utilizaron semillas establecidas en medio Murashige y Skoog (MS) al 20 %, incubadas a 25 ± 2 °C con un fotoperiodo de 16 h luz y 8 h de oscuridad. Los tratamientos consistieron en un testigo sin nanotubos (T1) y tres concentraciones de NTC-N: T2 (200 ng/mL), T3 (100 ng/mL) y T4 (50 ng/mL). Se evaluaron variables como porcentaje de germinación, velocidad e índice de germinación, así como longitud de raíz.

Los resultados mostraron que el tratamiento testigo presentó el mayor porcentaje de germinación en comparación con la presencia de nanotubos de carbono; sin embargo, las concentraciones bajas favorecieron significativamente la velocidad de germinación, el crecimiento radicular y el desarrollo del tallo. En contraste, las dosis elevadas ocasionaron reducción en la longitud de las raíces, deformaciones radiculares y disminución del crecimiento de los tallos, lo que sugiere efectos de fitotoxicidad. Así mismo, se propone complementar el estudio con un análisis estadístico preliminar mediante ANOVA (Análisis de Varianza), con el fin de validar si las diferencias observadas entre tratamientos son estadísticamente significativas. Esto permitiría determinar qué concentraciones de NTC-N generan efectos relevantes sobre la germinación y el desarrollo de plántulas a diferentes niveles de confianza.

En conclusión, los nanotubos de carbono en bajas concentraciones pueden ejercer efectos benéficos sobre la velocidad de germinación, crecimiento y desarrollo radicular *in vitro* de *Solanum lycopersicum*, mientras que concentraciones elevadas pueden afectar negativamente el desarrollo fisiológico de las plántulas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Pérez-de-Luque, A., "Interaction of nanomaterials with plants: What do we need for real applications in agriculture?," Front. Environ. Sci., vol. 5, no. APR, pp. 1–7, 2017.
2. Aouada, F., & de Moura, M. (2015). Nanotechnology applied in agriculture: Controlled release of agrochemicals. En Rai, M., Ribeiro, C., Mattoso, L., Duran, N. (Eds.) Nanotechnologies in Food and Agriculture (pp. 103-118). Estados Unidos: Springer International Publishing.
3. Haghighi, M., Teixeira da Silva, J. A., "The effect of carbon nanotubes on the seed germination and seedling growth of four vegetables species", J. Crop Sci. Biotech. Vol. 17, No. 4, p. 201-208. 2014.



EFFECTO DE LA BIOFORTIFICACIÓN FOLIAR CON HIERRO SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH) DEL GRANO Y CASCARILLA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Área: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
Modalidad: Cartel

Lucero Polanco Arjona*, Efraín de la Cruz Lázaro, Pedro García Alamilla

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. C. P. 86280
Villahermosa, Tabasco, México. correo: lucero19@hotmail.com

Palabras clave: Biofortificación, Compuestos bioactivos, Minerales, Grano

Resumen

La biofortificación agronómica representa una alternativa para incrementar el contenido mineral en cultivos de consumo habitual, como el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Félix et al., 2024). Además de su importancia nutricional, este cultivo contiene compuestos con actividad antioxidante, los cuales pueden evaluarse mediante el método DPPH, ampliamente utilizado para estimar la capacidad reductora frente a radicales libres en tejidos vegetales (Chávez-Mendoza et al., 2019). El **objetivo** de este estudio fue evaluar el efecto de la biofortificación foliar con sulfato y quelato de hierro sobre la capacidad antioxidante del grano y la cascarilla de frijol. La **metodología** consistió en evaluar siete tratamientos bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en aplicaciones foliares de sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y quelato EDDHA (6 %) en concentraciones de 25, 50 y 100 $\mu\text{M L}^{-1}$, además de un testigo sin aplicación. Después de la cosecha, los granos se separaron en cascarilla y cotiledón, se molieron y se prepararon los extractos. La capacidad antioxidante se determinó mediante el método DPPH, utilizando 150 μL de extracto y 1350 μL de solución reactiva, con lectura de absorbancia a 517 nm. Los **resultados** mostraron variaciones en la capacidad antioxidante entre tratamientos y fracciones del grano. En el cotiledón, el quelato de hierro presentó los valores más altos, especialmente a 50 μM , con aproximadamente 0.21 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$, mientras que el sulfato registró valores entre 0.15 y 0.18 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$. En la cascarilla, destacó el quelato a 100 μM con cerca de 0.30 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$, seguido de los tratamientos intermedios con valores entre 0.24 y 0.28 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$. En el grano completo, la respuesta fue similar, sobresaliendo el quelato a 50 y 100 μM con niveles entre 0.25 y 0.29 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$. En conclusión, la biofortificación foliar con hierro incrementó la capacidad antioxidante del frijol, especialmente en la cascarilla y el grano completo. El quelato de hierro mostró mayor efectividad que el sulfato, principalmente en concentraciones medias y altas, lo que sugiere mayor disponibilidad del micronutriente y posible estimulación en la síntesis de compuestos antioxidantes.

Referencias y citas bibliográficas

1. Félix, W. J., Sánchez-Chávez, E., Tosquy-Valle, O., Preciado-Rangel, P., Márquez-Quiroz, C., & de la Cruz Lázaro, E. (2024). Biofortificación de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Verdín con Quelato y Sulfato de Hierro. *Terra Latinoamericana*, 42, 1-11. e1831. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1831>
2. Chávez-Mendoza, C., Hernández-Figueroa, K. I., & Sánchez, E. (2019). Antioxidant Capacity and Phytonutrient Content in the Seed Coat and Cotyledon of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Various Regions in Mexico. *Antioxidants*, 8(1), 5. <https://doi.org/10.3390/antiox8010005>



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

ANTOCIANINAS COMO CANDIDATAS TERAPÉUTICAS CONTRA CÁNCER DE COLON: APROXIMACIÓN MEDIANTE DOCKING MOLECULAR.

Área: Alimentos

Modalidad: Oral

Cabrera-Domínguez, Edgar Daniel^a, Rodríguez-Miranda, Jesús^b, Fernández Martínez, Tomás Eduardo^a, Santos-López, Eva María^c, Lavecchia, Martin Jose^d, Cariño-Cortes, Raquel^a.

^a Autonomous University of the State of Hidalgo, Dr. Eliseo Ramírez Ulloa, 400, Colonia Doctores, Pachuca de Soto, Hidalgo, México, 42090.

^b Technological Institute of Tuxtepec, Av. Dr. Victor Bravo Ahuja, s/n, Colonia 5 de Mayo, Tuxtepec, Oaxaca, México, 68350.

^c Autonomous University of the State of Hidalgo, Pachuca-Tulancingo Highway, Km 4.5, Mineral de la Reforma, Hidalgo, Mexico, 42184.

^d Center for Inorganic Chemistry (UNLP, CCT-CONICET La Plata, associated with CIC), Department of Chemistry, School of Exact Sciences, National University of La Plata, La Plata, Argentina, 1900.

Correo de autor: ca503392@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Antocianinas, cáncer de colon, Talina, docking molecular.

Resumen

El cáncer de colon es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2022 se registraron 1,926,425 nuevos casos y 904,019 muertes por esta patología, posicionándola en el tercer lugar en incidencia y el segundo como causa de muerte entre todos los tipos de cáncer (Fonseca et al., 2025). Los principales factores asociados al desarrollo de esta enfermedad incluyen la dieta y el envejecimiento poblacional, seguidos del consumo de alcohol, el tabaquismo y la inactividad física, entre otros. A pesar de la existencia de alternativas terapéuticas farmacológicas y quirúrgicas para el tratamiento del cáncer de colon, muchas de ellas conllevan efectos adversos de alta toxicidad que comprometen significativamente la calidad de vida del paciente, por lo que la búsqueda de alternativas naturales es de suma importancia (Hong et al., 2023). El **objetivo** central de este trabajo fue evaluar el potencial anticancerígeno de las antocianinas mediante estudios *in silico*, (análisis de docking molecular), con el fin de predecir y comprender las interacciones con blancos moleculares del cáncer de colon. La **metodología** consistió en identificar dianas moleculares relevantes que se sobre expresen en dicha patología, posteriormente obtener las estructuras fenólicas propuestas en PubChem y las proteínas seleccionadas de Protein Data Bank (PDB). Finalmente, los estudios de docking molecular se llevaron a cabo utilizando AutoDock Vina, herramienta ampliamente validada para estudios de interacción proteína-ligando con una exhaustividad de 8-20, número de unión de 10 y tamaño de la caja de búsqueda por encima de 30 Å. Se utilizó un enfoque semirrígido, considerando la proteína como rígida y los ligandos como flexibles. La selección de los complejos se basó en la energía de unión (kcal/mol) y en la presencia de interacciones favorables, tales como puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. Las interacciones moleculares se analizaron mediante Discovery Studio Visualizer y PyMOL. Los **resultados** mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes antocianinas y sus derivados, siendo la que mejor interaccionó la cianidina-3-glucósido en su forma calcona (-9.44Kcal/mol), seguida de la peonidina-3-glucosido (-8.46Kcal/mol) y la pelargonidina-3-glucosido (-8.43Kcal/mol). Interaccionando en los sitios LYS321A, SER382A, TYR380A, GLN377A, GLU767B, LYS323A y SER379A de la Talina y β -Integrina. Estos resultados demuestran que las antocianinas podrían bloquear la unión de dichas proteínas, evitando su activación y con esto la inhibición de la metástasis de las células cancerosas. Por lo tanto, se sugiere un análisis de dinámica molecular para reforzar los resultados obtenidos.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Fonseca FG, Silva Pessoa IMD, Marco Túlio TM, Froes MMB, Coelho WS, Sousa YBD, et al. Prevalence of non-communicable chronic diseases in teachers. *Obes Med* 2025; 53: 100567. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2024.100567>.
2. Hong W, Ying H, Wang X, Liu L, Shen X, Shan Y. Higher dietary fiber intake associated with better survival in male but not female cancer patients: Evidence from National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2014. *Nutrition* 2023; 111: 112035. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112035>.



PERFILES QUÍMICOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA FT-IR (ATR) EN MATRICES DE CACAO FERMENTADAS CON INÓCULOS DE LEVADURAS

Área: Alimentos

Modalidad: Oral

Diana L. Rivera-Torrez¹, Anne C. Gschaedler-Mathis², Pedro García-Alamilla¹, Manuel Reinhart Kirchmayr², Areli Carrera Lanestosa¹

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México, C.P.86040.

² Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Unidad de Biotecnología Industrial. Zapopan, Jalisco. México, C.P. 45019

lauratorrezrivera95@gmail.com

Palabras clave: Perfil vibracional, cocoa, cotiledón, grasa, PLS-DA, actividad antioxidante,

El cotiledón del cacao es una matriz compleja compuesta principalmente por grasa, proteínas, carbohidratos, polifenoles y minerales. Durante la fermentación, etapa crítica para la calidad del grano, ocurren transformaciones endógenas mediadas por microorganismos autóctonos. **Justificación:** En México, este proceso se realiza de forma empírica, por lo que la adición de cultivos iniciadores de levaduras nativas representa una estrategia para estandarizar y mejorar el perfil químico y sensorial del cacao. En este contexto, la espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR) se empleó como herramienta rápida, directa y no destructiva para monitorear los cambios bioquímicos inducidos por la fermentación. El **objetivo** de este estudio fue evaluar el efecto de cultivos de levaduras autóctonas sobre la fermentación del cacao y caracterizar los productos mediante FT-IR. **Metodología:** se analizaron matrices de cotiledón, cocoa y grasa de cacao derivados de la cinética de fermentación. Los espectros ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) se procesaron con la segunda derivada y se realizó análisis quimiométricos en la plataforma MetaboAnalyst 6.0. los **resultados** mostraron que las señales a 2922 y 2852 cm^{-1} (estiramientos C-H) permitieron monitorear la fracción lipídica y la señal a 1658 cm^{-1} (C=O) se asoció a procesos de oxidación de ácidos carboxílicos. Se observó una atenuación significativa en las regiones a 1518 cm^{-1} a 1548 cm^{-1} (anillos aromáticos) y 1050 cm^{-1} (grupos hidroxilo en polifenoles), lo que indicó una degradación y transformación progresiva de compuestos fenólicos y metilxantinas hacia las 144 h del proceso. El Análisis de Componentes Principales (ACP) demostró una robustez estadística elevada, explicando el 83.9% de la varianza total (CP1:71.8% y CP2:12.1%), logrando una discriminación por tiempo de fermentación e inóculo. Para la matriz de cocoa, se empleó un modelo de Mínimos Cuadrados Parciales Discriminante (PLS-DA), seleccionando señales con importancia en la proyección ($\text{VIP} \geq 1.0$).

Referencias

1. Velásquez-Reyes, D., García-Alamilla, P., Kirchmayr, M.R., Lugo-Cervantes, E., & Gschaedler, A.C. (2025). Contribution of post-harvest processing in cocoa bean: Chemometric and metagenomic analysis in fermentation step. *Food Chemistry*, 477, 143458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143458>

Agradecimientos: Al laboratorio de ingeniería de procesos (UJAT) y al centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco (CIATEJ).



EFFECTO DEL TRATAMIENTO POR DESCOMPRESIÓN INSTANTÁNEA CONTROLADA (DIC) SOBRE LA ESTRUCTURA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL AISLADO DE PROTEÍNA DE LENTEJA (*LENS CULINARIS* M)

Área: Alimentos

Modalidad: Oral

Yuliza Guadalupe Morales Herrejón^{1a}, Sandra Olimpia Mendoza Díaz^{1b}, Maritza Alonso Macías^{3a}

^aPosgrado en Ciencias de los Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México^a,

^bEscuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Querétaro, Querétaro, México

Yulizamoraes89@gmail.com

Palabras clave: proteína de lenteja, DIC, FTIR, funcionalidad, aerogeles

El presente estudio evaluó el efecto del tratamiento por descompresión instantánea controlada (DIC) sobre la estructura y propiedades funcionales del aislado de proteína de lenteja (*Lens culinaris* M.), La **justificación** de este trabajo radica en la necesidad de mejorar las propiedades funcionales de proteínas vegetales para su aplicación en el desarrollo de sistemas estructurados, como aerogeles, que requieren biomateriales con adecuada capacidad de interacción con el agua y formación de redes tridimensionales. En este contexto, el tratamiento DIC representa una alternativa tecnológica capaz de inducir modificaciones conformacionales sin afectar la estructura primaria de las proteínas.

Se **estudió** la relación estructura–funcionalidad del aislado proteico tratado mediante DIC. La **metodología** en la aplicación de un diseño central compuesto (DCC) con dos factores: presión (0.10–0.40 MPa) y tiempo (10–70 s), incluyendo puntos factoriales, axiales y centrales, lo que permitió determinar efectos lineales, cuadráticos e interacciones. Se evaluaron como variables de respuesta la solubilidad proteica, el índice de solubilidad en agua (ISA), la capacidad de absorción de agua (CAA) y la concentración mínima de gelificación (CMG). Adicionalmente, los cambios estructurales fueron determinados mediante espectroscopía FTIR-ATR y deconvolución de la banda amida I.

Los **resultados** mostraron que la solubilidad proteica fue significativamente afectada por el tratamiento ($R^2 = 0.965$), alcanzando hasta 80% en condiciones óptimas (0.26 MPa, 70 s). El ISA presentó comportamiento tipo cúpula ($R^2 = 0.953$), con máximos de 86–87% en condiciones intermedias, mientras que la CAA aumentó progresivamente con el tiempo (R^2 ajustado = 0.956). En cuanto a la CMG, el aislado sin tratamiento fue de 20% (p/v), indicando baja capacidad gelificante. Tras el DIC, la CMG disminuyó a 15% en la mayoría de condiciones y hasta 10% en los tratamientos 8 y 9, evidenciando mayor formación de redes tridimensionales. Este efecto se asocia a desnaturalización parcial que expone grupos funcionales y favorece reorganización molecular sin agregación irreversible. FTIR confirmó cambios en estructura secundaria sin alterar la primaria, con equilibrio entre α -hélice y láminas β relacionado con funcionalidad.

Referencias:

- Galvão, A. M. M. T., Freitas, J. C., Karatay, G. G. B., Furtado, G. de F., Rasera, M. L., Tavares, G. M., & Hubinger, M. D. (2023). Thermo-induced changes in the structure of lentil protein isolate (*Lens culinaris*) to stabilize high internal phase emulsions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127313>
- Bondu, C., Gimeno, F., Evon, P., Vaca-Medina, G., & Rouilly, A. (2024). Uso de FTIR para estudiar la estructura secundaria de proteínas vegetales texturizadas mediante cocción por extrusión con alta humedad: Una revisión exhaustiva. *Investigación Alimentaria Internacional*, 197(Parte 1), 115147.



**EFFECTO DEL PH DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS DE *POMACEA*
FLAGELLATA SOBRE SUS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES, ANTIDIABÉTICAS Y SU
PERFIL ELECTROFORÉTICO**
Área: Alimentos
Modalidad: Oral

Nidia Noemí Hernández Hernández¹, Guzmán Ceferino J.^{1*}, Ochoa Flores A.A.¹, Gallegos Morales I.¹, Durán Mendoza T.¹, Silva Belmares S.Y.², Velázquez Martínez J.R.¹, y Sierra Rivera K.A.²

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México.

juan.guzman@ujat.mx

Palabras clave: Bioactividad proteica; moluscos acuáticos; radicales libres; inhibición enzimática.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito analizar el efecto de distintas formulaciones de alimentos balanceados. La búsqueda de fuentes proteicas alternativas con propiedades bioactivas ha incrementado el interés en organismos acuáticos poco aprovechados, como el caracol de agua dulce *Pomacea flagellata*. Sin embargo, existe información limitada acerca del efecto del pH de extracción sobre las propiedades funcionales y biológicas de sus proteínas¹. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del pH de extracción sobre las propiedades antioxidantes, antidiabéticas y el perfil electroforético de proteínas obtenidas de *Pomacea flagellata*.

Las proteínas fueron extraídas a pH 2, 4, 6, 8 y 10 utilizando una relación muestra:solvente de 1:10 (p/v). Posteriormente, los extractos fueron neutralizados a pH 7 y caracterizados mediante determinación de proteína soluble, perfil electroforético por SDS-PAGE y evaluación de actividad antioxidante mediante los métodos DPPH, ABTS y FRAP. Asimismo, se determinó la actividad inhibitoria *In Vitro* sobre α -amilasa y α -glucosidasa utilizando cuatro concentraciones diferentes (0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 mg/mL), calculándose los valores de IC₅₀.

Los resultados mostraron que el pH de extracción afectó significativamente las propiedades funcionales y biológicas de las proteínas ($p \leq 0.05$). Los extractos obtenidos a pH alcalinos (8 y 10) presentaron la mayor actividad antioxidante, alcanzando valores de inhibición DPPH de $71.4 \pm 2.3 \%$ y $75.8 \pm 1.9 \%$, respectivamente, a 1 mg/mL². De manera similar, la actividad ABTS mostró porcentajes máximos de captura radicalaria superiores al 82 %, mientras que el poder reductor FRAP incrementó significativamente en condiciones alcalinas. En cuanto a la actividad antidiabética, los extractos obtenidos a pH 8 mostraron la mayor inhibición de α -amilasa ($68.5 \pm 2.1 \%$) y β -glucosidasa ($73.2 \pm 1.8 \%$), con valores de IC₅₀ de 0.54 y 0.47 mg/mL, respectivamente³. El análisis electroforético evidenció cambios en la intensidad y distribución de bandas proteicas dependiendo del pH de extracción, sugiriendo modificaciones estructurales inducidas por el medio. En conclusión, el pH de extracción influye significativamente sobre las propiedades estructurales y bioactivas de las proteínas de *Pomacea flagellata*, destacando los pH alcalinos moderados como condiciones favorables para obtener extractos con potencial antioxidante y antidiabético.

Referencias

¹Food Chemistry Adeyeye, E. I. (2021). Proximate composition and functional properties of snail meat proteins. Food Chemistry, 352, 129354. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129354>

²Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2022). Food protein-derived bioactive peptides: Production, processing, and potential health benefits. Food Research International, 152, 110918. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110918>

³Wang, J., Zhao, M., & Yang, X. (2024). Structural modification and antioxidant properties of food proteins induced by pH-shifting treatment. Food Chemistry, 402, 134256. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134256>



DESARROLLO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UNA GALLETA LIBRE DE GLUTEN ADICIONADA CON FIBRA DE CÁSCARA DE PIÑA Y SU ACEPTACIÓN FRENTE A UNA GALLETA COMERCIAL

Área: Alimentos
Modalidad Oral

Monica Rivera Rivera^a, Martha Patricia Valencia Perez^a, Marco Antonio Godínez Ruiz^a, Rebeca Gloria Tejeda^aFrancisco Jesús Díaz Pérez^a

^aTecnológico Nacional México. Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Tuxtepec, Oaxaca, México.
monica_ri_ri@hotmail.com

Palabras clave: Galleta, Gluten, Fibra de Cáscara de Piña, Funcional

Resumen

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una galleta libre de gluten adicionada con fibra de cáscara de piña y compararla con una galleta comercial, evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales. La formulación de la galleta experimental se realizó utilizando harina de maíz, harina de arroz y harina de cáscara de piña en proporción 60:40:8 respectivamente. Ambas galletas fueron sometidas a un análisis por triplicado de actividad de agua y composición proximal, así como a una evaluación sensorial mediante una escala hedónica de cinco puntos.

La enfermedad celíaca es un trastorno autoinmune desencadenado por la ingesta de gluten, cuyo único tratamiento efectivo es una dieta estricta libre de gluten (Fasano et al., 2012). Sin embargo, los productos sin gluten suelen presentar deficiencias nutricionales y menor contenido de fibra (Gallagher et al., 2004). En este contexto, el uso de subproductos agroindustriales como la cáscara de piña representa una alternativa para mejorar el valor nutricional y promover la sostenibilidad (Mendoza, 2023).

Los resultados mostraron que la galleta elaborada presentó una actividad de agua de 0.324, inferior a la galleta comercial (0.398), lo que sugiere una menor disponibilidad de agua libre y mayor estabilidad microbiológica. En el análisis proximal, la galleta desarrollada presentó menor contenido de humedad (2.77 %) y proteínas, pero mayores valores de cenizas (2.02 %), fibra (0.63 %) y grasas (23.5 %) en comparación con la galleta comercial.

En la evaluación sensorial, los atributos de sabor y aroma mostraron mayor preferencia por la galleta elaborada, mientras que los atributos de textura y color fueron mejor valorados en la galleta comercial, lo cual coincide con estudios que indican que la ausencia de gluten afecta la estructura y aceptación sensorial de productos de panificación (Devisetti et al., 2015).

Se concluye que la galleta desarrollada constituye una alternativa funcional, sostenible y de bajo costo, con potencial para el aprovechamiento de residuos agroindustriales. No obstante, es necesario optimizar su formulación para mejorar sus características sensoriales sin comprometer su valor nutricional.

Referencias y citas bibliográficas

1. Devisetti, R., Yadahally, S. N., & Bhattacharya, S. Nutritional and functional properties of gluten-free cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6323–6331. (2015).
2. Fasano, A., Berti, I., Gerarduzzi, T., et al. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States. *Archives of Internal Medicine*, 163(3), 286–292. (2012)
3. Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3–4), 143–152. (2004).
4. Mendoza, M. Caracterización fisicoquímica de subproductos de piña y su aplicación en alimentos funcionales. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 12(2), 45–52. (2023).



ACTIVIDAD ANTIDIABETICA DE GRANOS DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.) DE TABASCO

Área: Alimentos

Modalidad: Oral

Aydee Tobias-Baeza ^a, Areli Carrera-Lanestosa ^a, Pedro García-Alamilla ^a, Yolanda Moguel-Ordóñez ^b

^aDivisión Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

^b Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP), Campo experimental Mocochoá, Yucatán, 97130, México.

wonderfoulone@gmail.com

Palabras clave: cacao, grano, actividad biológica, antidiabético

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un alimento funcional reconocido por su contenido de compuestos fenólicos con potencial actividad antidiabética. No obstante, los procesos poscosecha, particularmente la fermentación, generan modificaciones estructurales en estos compuestos, lo que puede afectar su bioactividad (Rusconi & Conti, 2010). La **justificación** de este trabajo radica en que, resulta fundamental evaluar el comportamiento de la actividad antidiabética en el grano fermentado como punto de partida para comprender el efecto del procesamiento.

El **objetivo** central fue evaluar la actividad antidiabética de granos de cacao fermentados de Tabasco mediante la inhibición de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa. La **metodología** consistió en la obtención de extractos acuosos (1:10) a partir de granos fermentados, evaluando la actividad inhibitoria enzimática mediante métodos espectrofotométricos. El análisis de datos (% de inhibición) se realizó en Excel.

Los **resultados** mostraron que el grano fermentado presentó una mayor inhibición de α -glucosidasa (24%) en comparación con α -amilasa (12%), evidenciando un patrón consistente de mayor afinidad hacia la inhibición de α -glucosidasa. Este comportamiento coincide con lo reportado en la literatura, donde los extractos de cacao inhiben eficazmente la α -glucosidasa y de manera moderada la α -amilasa (Ryan et al., 2016). Asimismo, se ha documentado que la inhibición de α -glucosidasa puede alcanzar valores considerablemente superiores a la de α -amilasa, lo que confirma la selectividad enzimática de los compuestos fenólicos presentes en el cacao (Wongsa et al., 2012).

La relación relativamente estable entre ambas enzimas en el grano fermentado sugiere una matriz menos transformada, donde los compuestos fenólicos, particularmente flavanoles como epicatequina y procianidinas, conservan su capacidad de interacción enzimática. En conjunto, estos resultados indican que el cacao fermentado presenta un mecanismo antidiabético basado en la modulación de la hiperglucemia postprandial, a través de la inhibición preferencial de α -glucosidasa, lo que resalta su potencial como ingrediente funcional en la prevención y control de la diabetes tipo 2.

Referencias y citas bibliográficas

1. Rusconi, M., Conti, A., "Theobroma cacao L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims", *Pharmacological Research*, Vol. 61, No. 1, p. 5–13, 2010.
2. Ryan, C. M., et al., "Processing of cocoa: Influence on in vitro α -glucosidase and α -amylase inhibition", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 64, No. X, p. XX–XX, 2016.
3. Wongsa, P., Chaiwarit, J., Zamaludien, A., "In vitro screening of phenolic compounds, potential inhibition against α -amylase and α -glucosidase", *Food Chemistry*, Vol. 131, No. 3, p. 964–971, 2012.



EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN PROTOTIPO DE SECADOR ROTATORIO DE BAJO COSTO PARA EL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE SECADO DE CHILE HABANERO

Área: Alimentos

Modalidad: Oral

Mendoza Faz Estrella^{a*}, Martínez López Francisco Javier^a, Ovando-Medina Víctor M.^b, Zaira Pineda Rico^a

^a Ingeniería Mecánica Administrativa, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México

^b Ingeniería Química, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México estrella031097@gmail.com

Palabras clave: Secador rotatorio, chile habanero, cinética de secado, transferencia de calor

Resumen

El secado al aire libre para la deshidratación de productos agrícolas usualmente presenta baja eficiencia, largos tiempos de secado, pérdidas y variabilidad en la calidad debido a las condiciones ambientales y manipulaciones del productor [1]. Por lo anterior, el desarrollo y estudio de sistemas de secado controlados, bajo costo y de operación sencilla representa una alternativa para mejorar el procesamiento y conservación de los alimentos. En este sentido, el presente estudio evaluó el desempeño de un secador rotatorio de escala laboratorio de bajo costo, previamente diseñado y construido, mediante pruebas experimentales de secado de chile habanero (*Capsicum chinense*).

La cinética de secado se obtuvo variando la temperatura, la velocidad de flujo de aire y la masa inicial del producto. El equipo consistió en un secador rotatorio de escala laboratorio fabricado con materiales de grado alimenticio, provisto de un sistema de convección forzada con control de temperatura y flujo de aire, así como de un tambor rotatorio de baja velocidad fabricado en acero inoxidable [2]. Las pruebas fueron a 60, 80 y 100 °C, con una velocidad de rotación de 36 rpm y flujos de aire de 277 y 435 L min⁻¹. Cada experimento tuvo una duración de 180 min registrando la masa del producto a intervalos de 10 min. En cada paso por el secador, las muestras fueron retiradas, pesadas en una balanza analítica de precisión y reintroducidas al sistema para estimar el contenido de humedad en función del tiempo.

Los resultados mostraron una disminución progresiva del contenido de humedad del chile habanero, alcanzando valores finales entre 20 y 30 % en 180 min de operación. Asimismo, se observó que la temperatura y el flujo de aire influyeron directamente en la velocidad de remoción de humedad. A partir de los datos experimentales se construyeron curvas de velocidad de secado y se ajustaron a distintos modelos cinéticos de secado. En conclusión, el prototipo desarrollado constituye una alternativa funcional, económica y de fácil operación para estudiar el secado de chile habanero a escala de laboratorio, con potencial aplicación en el diseño, mejora y escalamiento de sistemas de secado de alimentos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaria. Producción del chile mexicano (2015). <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-del-chile-mexicano>
2. ROJAS ROJAS, E. I. Diseño y construcción de secador rotativo para pruebas en chile. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano. (2024).



BIOPELÍCULA CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE COMO PROTECTOR DE VEGETALES ANTE EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Nallely Rosalba Román Cortés^a, Teresita de Jesús Ariza Ortega^a, Karen Viridiana Valdez Cortes^b

^a Universidad Politécnica del Valle de México, Tultitlán, Estado de México, México,

^b Universidad Abierta y a Distancia de México, Benito Juárez, Ciudad de México, México

nallely.roman@upvm.edu.mx

Palabras clave: conservación, antioxidante, recubrimiento, inhibición, oxidación.

Resumen

El deterioro postcosecha de frutas y hortalizas frescas representa un problema relevante debido a los procesos de oxidación que afectan su color, textura y valor nutricional, reduciendo su vida útil y contribuyendo al desperdicio de alimentos (FAO, 2022). Ante esta problemática, los recubrimientos comestibles elaborados con biopolímeros naturales y extractos vegetales antioxidantes, como bugambilia y cedrón, se presentan como una alternativa viable y sostenible (Cruz-Monterrosa *et al.*, 2023). Estos materiales biodegradables protegen a los alimentos del daño oxidativo y conservan su calidad (Sánchez-González *et al.*, 2024). En este contexto, la **justificación** es debido a la necesidad de desarrollar soluciones ecológicas que reduzcan el impacto ambiental y permitan conservar mejor los vegetales mediante materiales biodegradables y compuestos antioxidantes de origen natural.

El **objetivo** principal fue evaluar el efecto de biopelículas adicionadas con extractos antioxidantes aplicadas sobre muestras vegetales frescas, con el propósito de disminuir su oxidación enzimática durante el almacenamiento postcosecha.

La **metodología** consistió en la obtención de extractos vegetales de *Bougainvillea spectabilis* y *Aloysia citriodora*, plantas reconocidas por sus propiedades antioxidantes. Dichos extractos se incorporaron en matrices de biopelículas formuladas con alginato de sodio. De forma preliminar, se desarrollaron sistemas encapsulados mediante gelificación iónica y coacervación para comparar su eficiencia de atrapamiento y liberación en medios ácido y alcalino. Posteriormente, las biopelículas se aplicaron a vegetales seleccionados (calabaza, manzana y plátano), los cuales se dividieron en grupos con y sin recubrimiento. Se evaluaron variables fisicoquímicas como pH, color y firmeza para determinar el grado de deterioro oxidativo, además de observar la presencia o ausencia de crecimiento microbiano.

Los **resultados** indicaron que las muestras encapsuladas mediante gelificación iónica presentaron mejor apariencia y estabilidad que aquellas obtenidas por coacervación. En las pruebas de liberación se observó mayor estabilidad del material en medio alcalino, mientras que en condiciones ácidas la disminución de firmeza favoreció la liberación de los extractos. En los vegetales recubiertos, ambas formulaciones actuaron como protectores frente al pardeamiento enzimático, y las muestras tratadas con extracto de cedrón mostraron además actividad antifúngica. En conclusión, las biopelículas desarrolladas demostraron potencial como alternativa ecológica e innovadora para la conservación postcosecha de vegetales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems, *FAO*, 2022.
2. Cruz-Monterrosa, R. G., Rayas-Amor, A. A., González-Reza, R. M., Zambrano-Zaragoza, M. L., Aguilar-Toalá, J. E., & Liceaga, A. M., "Application of polysaccharide-based edible coatings on fruits and vegetables: Improvement of food quality and bioactivities", *Polysaccharides*, Vol. 42, No. 2, p. 99-115, 2023.
3. Sánchez-González, L., Martín-Belloso, O., & Pérez-Gago, M. B., "Plant-based edible films and coatings for food-packaging applications: recent advances, applications, and trends", *Sustainable Food Technology*, No. 2, p. 1428-1455, 2024.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

COMPUESTOS BIOACTIVOS Y POTENCIAL ANTIOXIDANTE DEL CRUCETILLO (*RANDIA SPP.*): DEL FRUTO FRESCO A LA BEBIDA TRADICIONAL.

Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

Ivet Gallegos-Marin^a, Ernesto José-Gregorio^b, Cecilia E. Martínez-Sánchez^b, Erasmo Herman-Lara^b, Roselis Carmona-García^b.

^a SECIHTI-Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Calzada Victor Bravo Ahuja, No. 561, Col. Predio el Paraíso, San Juan Bautista Tuxtepec, 68350, Oaxaca, México.

^b Tecnológico Nacional de México Campus, Tuxtepec, Calzada Victor Bravo Ahuja, No. 561, Col. Predio El Paraíso, San Juan Bautista Tuxtepec 68350, Oaxaca, Mexico.

Correo de autor de contacto: ernestojose2772@gmail.com

Palabras clave: Ultrasonido, FRAP, DPPH, compuesto bioactivos, extracto.

Resumen

La **justificación** de este trabajo es debido a que el creciente interés en el uso de plantas medicinales se sustenta en su alto contenido de compuestos bioactivos con potencial terapéutico. En este contexto, el crucetillo (*Randia spp.*) es ampliamente valorado en la medicina tradicional para el tratamiento de procesos inflamatorios, diabetes y otras afecciones; no obstante, su uso carece de un sustento científico suficiente que valide dichas propiedades biológicas, lo que justifica la necesidad de su caracterización.

El **objetivo** del trabajo fue determinar el contenido de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de extractos del fruto fresco, seco y una bebida tradicional del crucetillo (*Randia spp.*).

La **metodología** consistió en la obtención de los extractos de fruto (fresco y seco), el cual se realizó mediante extracción asistida por ultrasonido utilizando una mezcla hidroalcohólica (etanol/agua), mientras que la bebida tradicional se procesó por maceración. Tras su filtración y concentración en rotavapor, se obtuvieron los extractos EFF (fruto fresco), EFS (fruto seco) y EBT (bebida tradicional). En cada muestra se cuantificó el contenido de polifenoles y flavonoides totales, y se evaluó la capacidad antioxidante a través de los ensayos DPPH•, ABTS•+ y FRAP. Los **resultados** mostraron que los extractos EFF y EFS presentaron el mayor contenido de polifenoles totales, con valores de 48.97 y 58.98 mg GAE/g de extracto, respectivamente. Asimismo, EFS presentó la mayor concentración de flavonoides totales, con 34.37 mg EQ/g de extracto. En cuanto a la actividad antioxidante, los extractos EFF y EFS mostraron los mayores porcentajes de inhibición por DPPH• y ABTS•+, destacando EFS por presentar la mayor capacidad antioxidante. Sin embargo, el extracto EBT presentó el menor poder reductor mediante el método FRAP. Los valores de IC₅₀ mostraron que los extractos EFF y EFS tuvieron mayor capacidad para neutralizar el radical DPPH•, con valores de 15.295 y 14.229 mg de extracto/mL, respectivamente, en comparación con EBT. Para ABTS•+, los valores de IC₅₀ fueron de 8.43, 6.51 y 58.23 mg de extracto/mL para EFF, EFS y EBT, respectivamente destacando EFS como el extracto con mejor capacidad antioxidante.

Referencias

1. Martínez-Sánchez, C.E.; Herman-Lara, E.; Fernández-López, V.M.; Méndez-Lagunas, L.L.; Moreno-Rodríguez, A.; Argueta-Figueroa, L.; Gallegos-Marin, I. Phytochemical Profile, Antioxidant and Antiproliferative Activity of *Randia spp.* Fruit Extracts Obtained by Ultrasound-Assisted Extraction. *Separations* 2025, 12, 292. <https://doi.org/10.3390/separations12110292>.
2. Manrique Ojeda-Ayala; Soila M. Gaxiola-Camacho; Francisco Delgado-Vargas. Phytochemical composition and biological activities of the plants of the genus *Randia*. *Botanical Sciences*, 100(4), 779-796. 2022. <https://doi.org/10.17129/botsoci.3004>



EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL CONTENIDO FITOQUÍMICO Y POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE VERDOLAGAS (*Portulaca oleracea*).

Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

Nallely Rosalba Román Cortés^a, Teresita de Jesús Ariza Ortega^a

^a Universidad Politécnica del Valle de México, Tultitlán, Estado de México, México.

nallely.roman@upvm.edu.mx

Palabras clave: fenoles, flavonoides, antocianinas, fitoquímico, antioxidante.

Resumen

El presente estudio se fundamenta en la necesidad de revalorizar el potencial nutricional, nutraceutico y antioxidante de plantas alimenticias endémicas de México, utilizadas desde la época prehispánica y aún presentes en la agricultura tradicional. Diversos organismos internacionales han destacado la importancia de diversificar la dieta mediante el aprovechamiento de especies vegetales locales para fortalecer la seguridad alimentaria y la nutrición sostenible (FAO, 2022). La **justificación** del presente trabajo se centró en la necesidad de contribuir con estudios desde el enfoque nutraceutico y antioxidante de plantas endémicas de México con potencial bioactivo. El creciente interés por alimentos funcionales ricos en compuestos bioactivos respalda la pertinencia de estas investigaciones (Suleria *et al.*, 2020). El **objetivo** fue evaluar el efecto del tratamiento térmico sobre el contenido fitoquímico, la capacidad antioxidante y el porcentaje de inhibición de radicales libres en verdolaga.

La **metodología** consistió en la obtención y preparación de la muestra de verdolaga. Las muestras fueron lavadas y secadas, una parte de la especie vegetal se sometió a tratamiento térmico en agua (90°C, durante 5 min). Posteriormente, ambas muestras (con y sin tratamiento térmico) se colocaron en bolsas de papel estraza para someterlas a secado en horno de 65 ± 5°C durante 72 horas o hasta peso constante. Ambas muestras se sometieron a cuantificación de antocianinas, flavonoides y fenoles totales; además de la determinación de actividad antioxidante y porcentaje de inhibición de radicales libres por métodos espectrofotométricos (ABTS, DMPD y DPPH).

Los **resultados** evidenciaron que la verdolaga posee un contenido significativo de compuestos antioxidantes y nutrientes esenciales, confirmando su potencial como alimento funcional. La presencia de metabolitos con capacidad para neutralizar radicales libres respalda su uso tradicional y su posible incorporación en estrategias de seguridad alimentaria sostenible (Kumar *et al.*, 2022). Además, los resultados evidenciaron que el tratamiento térmico puede afectar el contenido de fitoquímicos, pero el daño es despreciable y la se sigue considerando como un alimento con alto valor nutraceutico. En conclusión, la revalorización científica de esta especie fortalece el conocimiento sobre recursos vegetales locales y promueve alternativas nutricionales con impacto positivo en la salud pública y la sustentabilidad.

Referencias y citas bibliográficas

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems, *FAO*, 2022.
2. Kumar, A., Sreedharan, S., Kashyap, A. K., Singh, P., & Ramchiary, N., "A review on bioactive phytochemicals and ethnopharmacological potential of purslane (*Portulaca oleracea* L.)", *Heliyon*, Vol. 8, No. 1, p. 1-16, 2022.
3. Suleria, H. A. R., Barrow, C. J., & Dunshea, F. R., "Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different plant-based foods", *Antioxidants*, Vol. 9, No. 11, p. 1206-2020, 2020.



POTENCIAL DE LA NUEZ CRIOLLA PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES CON MAYOR ESTABILIDAD OXIDATIVA Y APLICACIONES INDUSTRIALES

Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

Andrea de Jesús Campos Badillo^a, Anilu Rubio Ríos^b, Jorge Armando Meza Velázquez^c

^a Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila, Arteaga, Coahuila, México.

^b Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^c Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, México

andrea campos@uadec.edu.mx

Palabras clave: aceite de nuez; alimentos funcionales; antioxidantes; calidad del aceite; nogal pecanero.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar diferentes genotipos de nuez pecanera (*Carya illinoensis*), con énfasis en la nuez criolla, para determinar su viabilidad como fuente de aceites y harinas con mayor estabilidad oxidativa y potencial de aplicación en la industria alimentaria y cosmética. La relevancia de esta investigación radica en que la nuez criolla, proveniente de árboles no injertados, puede presentar un perfil lipídico más favorable, así como una mayor presencia de compuestos bioactivos con efectos benéficos para la salud, lo que representa una oportunidad para generar productos de valor agregado. La metodología consistió en la extracción de aceite a partir de cinco variedades de nuez (Western, Wichita, criolla, criolla mejorada 1 y criolla mejorada 2), empleando el prensado en frío como método principal y Soxhlet como técnica de referencia. Posteriormente, se evaluó la capacidad antioxidante mediante los ensayos ABTS, FRAP y DPPH, además de determinar la composición de ácidos grasos y el rendimiento de extracción en cada variedad. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre genotipos. La variedad Western presentó la mayor capacidad antioxidante en los tres métodos evaluados (ABTS ~1.45, FRAP ~8.0 y DPPH ~1.5 mM TEAC/L), lo que indica una mayor presencia de compuestos con actividad antioxidante. En contraste, la nuez criolla destacó por su composición lipídica, mostrando un mayor contenido de ácido oleico (~72.4%) y menor proporción de ácido linoleico (~18.1%), características asociadas a una mayor estabilidad oxidativa y mejor calidad del aceite. En cuanto al rendimiento, el método Soxhlet mostró mayores valores de extracción en todas las variedades; sin embargo, el prensado en frío representa una alternativa más segura y adecuada para aplicaciones industriales donde se busca conservar la calidad del aceite.

En conclusión, los resultados indican que la capacidad antioxidante y la composición lipídica dependen del genotipo. La nuez criolla presenta un alto potencial como materia prima para el desarrollo de productos funcionales, debido a su mayor estabilidad oxidativa, lo que favorece su uso en aplicaciones alimentarias, cosméticas y farmacéuticas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Avila Arce, A. G. M., David de Jesús; Montano Mendez, Iliana Enriqueta y Vizcaino Villarreal, Luis Alberto. (2020). "Analysis of the competitiveness and commercialization of the Mexican pecan nut in the international market." *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 11, 895-904. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2292>.
2. Ni, Z.-J., Yi-Ge, Z., Sheng-Xiong, C., Kiran, T., Shaoyun, W., Jian-Guo, Z., Ya-Fang, S., y and Wei, Z.-J. (2022). "Exploration of walnut components and their association with health effects". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(19), 5113-5129. doi:10.1080/10408398.2021.1881439
3. Ros, E., Singh, A., y O'Keefe, J. H. (2021). "Nuts: Natural Pleiotropic Nutraceuticals". *13*(9), 3269.



CAMBIOS DE PH Y ULTRASONICACIÓN EN PROTEÍNA DE AMARANTO Y SU EFECTO ESPUMANTE

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Juan José Figueroa-González ^{ab}, Consuelo Lobato-Calleros ^c, Eleazar Aguirre-Mandujano ^c, Diana Itzel López-Monterrubio ^c, Eduardo Jaime Vernon-Carter ^d, José Álvarez-Ramírez ^d.

^a Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 10 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.

^b Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, 56230, Texcoco, México.

^c Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, 56230, Texcoco, México.

^d Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Vicentina, CDMX, 09340, México.

*figueroa.juan@inifap.gob.mx

Palabras clave: proteína de amaranto, propiedades espumantes, cambio de pH, ultrasonificación.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue modificar las propiedades espumantes en proteína de amaranto mediante cambios de pH y ultrasonificación. Actualmente, es importante la modificación de las proteínas vegetales, como mejora de las propiedades tecnofuncionales. Se evaluó el efecto de ultrasonificación (US) a 50% de amplitud por 10 min (PA_{US}), el cambio de pH a pH 2 y 12 (PA_{pH2} y PA_{pH12}), y la combinación de ambos (PA_{pH2US} y PA_{pH12US}) sobre las propiedades espumantes de la proteína de amaranto (PA) a diferente pH (5, 7 y 9). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y un análisis comparativo de medias de Tukey. La significancia se estableció en $p < 0.05$. La capacidad espumante varió de 213.3 ± 3.1 a 310.0 ± 3.2 % para pH 5, de 206.3 ± 4.5 a 303.3 ± 1.1 % para pH 7 y de 203.5 ± 4.2 a 296.6 ± 3.7 % para pH 9. Por lo tanto, la capacidad espumante disminuyó significativamente a medida que el pH aumentó de 5 a 9. Además, el tratamiento al que se sometió la PA tuvo un efecto significativo en la capacidad espumante, independientemente del pH utilizado para formar las espumas. La capacidad espumante más alta lo exhibió PA_{pH12US} seguido de PA_{US} y PA_{pH12} . En contraste, PA_{pH2} presentó una capacidad espumante menor que PA, y PA_{pH2US} una capacidad espumante similar a PA a pH 5 y 9. En otros estudios se reportaron valores de capacidad espumante de 200, 67 y 49% para proteínas de la variedad de amaranto Tlaxcala, y de 193, 58 y 45% para proteínas de la variedad de amaranto San José, a pH 5, pH 7 y pH 9, respectivamente [1]. Estos valores son mucho más bajos que los encontrados en este trabajo. El efecto del cambio de pH alcalino y los ultrasonidos incrementan la exposición de las regiones hidrofóbicas debido al despliegue de las moléculas [2], mientras que el cambio de pH a 2 podría favorecer una agregación extensa de las cadenas proteicas. En consecuencia, su capacidad para extenderse en la interfaz agua/aire y formar burbujas se ve severamente limitada [3].

Referencias y citas bibliográficas

1. Silva-Sánchez, C., González-Castañeda, J., De León-Rodríguez, A., & De La Rosa, A. B. (2004). Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two Mexican varieties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59(4), 169-174.
2. Nazari, B., Mohammadifar, M. A., Shojaei-Aliabadi, S., Feizollahi, E., & Mirmoghtadaie, L. (2018). Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate. *Ultrasonics Sonochemistry*, 41, 382-388.
3. Pezeshk, S., Rezaei, M., Hosseini, H., & Abdollahi, M. (2021). Impact of pH-shift processing combined with ultrasonication on structural and functional properties of proteins isolated from rainbow trout by-products. *Food Hydrocolloids*, 118, 106768.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

ASILAMIENTO DE HONGOS FILAMENTOSOS DE MUESTRAS DE AGAVE Y SU CARACTERIZACION EN LA PRODUCCION DE ENZIMAS CELULASAS UTILIZANDO ORUJO DE UVA COMO SUSTRATO

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Montserrat Blas Robles^a, Alejandra Rendón Benjumea^b, Carlos Arévalo^a, Ruth Belmares^b y Mario Cruz^a

^aUniversidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Saltillo, Coahuila, México.

^bUniversidad Autónoma de Coahuila. Laboratorio de Alimentos Funcionales y Nutrición, Facultad de Ciencias Químicas.

Saltillo, Coahuila, México

monserratblas.369@gmail.com

Palabras clave: Hongos, enzimas celulasas, orujo de uva

Resumen

Este proyecto aporta conocimiento sobre los hongos filamentosos asociados al agave y su capacidad para producir enzimas celulasas utilizando orujo de uva como sustrato. La investigación busca determinar las mejores condiciones y el tiempo adecuado para la producción de estas enzimas, importantes en industrias como la alimentaria, textil y de biocombustibles. Además, promueve el aprovechamiento de residuos agroindustriales, contribuyendo a procesos más sostenibles y al desarrollo de aplicaciones biotecnológicas. El objetivo principal es aislar hongos de muestras de residuos de *Agave salmiana*, que presentan la capacidad de producir enzimas Celulolíticas mediante el uso de orujo de uva de las empresas vinícolas como sustrato. Se recolectaron muestras de *Agave salmiana* para realizar un análisis microbiológico, utilizando medio Agar PDA en cajas Petri para el aislamiento de hongos filamentosos. Posteriormente, los microorganismos obtenidos fueron identificados y caracterizados mediante observaciones microscópicas y macroscópicas. Después, se preparó un medio líquido con sales minerales y orujo de uva como sustrato, el cual fue esterilizado antes de inocularse con discos de los hongos previamente aislados. Los cultivos se incubaron bajo agitación constante a 50 °C y 150 rpm. Cada 24 horas se tomaron muestras para obtener biomasa, la cual fue secada y pesada, mientras que el medio líquido se conservó en congelación para análisis posteriores.

Finalmente, se evaluó la adaptación de los hongos en distintos medios de cultivo y su capacidad para producir enzimas celulasas. Además, se cuantificaron azúcares mediante el método de fenol sulfúrico y se determinó la actividad enzimática, con el objetivo de caracterizar cinéticamente la producción de celulasas en cultivo líquido utilizando orujo de uva como sustrato.

Referencias y citas bibliográficas

1. C. Beres et al., "Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review" Waste Manag., vol. 68, pp. 581-594, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.WASMAN.2017.07.017.



CINÉTICAS DE SECADO DE NOPAL (*OPUNTIA FICUS-INDICA*) POR MICROONDAS A DISTINTAS POTENCIAS.

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Ricardo Dominguez Puerto ^a, Guillermina Hernández Rodríguez ^a, Valaur Ekbalam Márquez Baños ^b,
José Javier Valencia López ^b, Alejandra Manuela Vengoechea Pimienta ^c, Jorge Ramírez Muñoz ^c.

^a Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. Mex., México,

^b Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, Cuajimalpa, Ciudad de Mexico, Mexico.

^c Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Azcapotzalco, Ciudad de Mexico, Mexico.
jrm@azc.uam.mx

Palabras clave: Deshidratación, Microondas, Energía.

Resumen

La deshidratación del nopal constituye una alternativa tecnológica importante para prolongar su vida útil, disminuir pérdidas poscosecha y facilitar su aprovechamiento agroindustrial, manteniendo en la medida de lo posible sus propiedades fisicoquímicas y funcionales. Debido a su elevado contenido de humedad, el nopal presenta alta susceptibilidad al deterioro microbiológico y enzimático, lo que hace necesario evaluar tecnologías de secado eficientes. En este contexto, el secado asistido por microondas representa una opción atractiva por su capacidad para reducir significativamente los tiempos de procesamiento y mejorar la eficiencia energética frente a métodos convencionales [1].

El objetivo del estudio fue analizar la cinética de secado del nopal (*Opuntia ficus-indica*) mediante secado asistido por microondas, evaluando el efecto de diferentes niveles de potencia sobre la pérdida de humedad y el comportamiento térmico del material durante el proceso.

La metodología consistió en someter muestras de nopal a secado por microondas bajo distintas condiciones de potencia (15, 20, 25, 30 W). La pérdida de peso de las muestras se registró continuamente mediante una balanza para determinar la evolución del contenido de humedad durante el proceso, mientras que la temperatura del material fue monitoreada mediante termopares, permitiendo correlacionar el comportamiento térmico con la cinética de secado, según modelos probados anteriormente [2]. A partir de los datos experimentales, se construyeron curvas de secado y se evaluó la velocidad de remoción de humedad en función del tiempo y de la potencia aplicada.

Los resultados mostraron que el incremento en la potencia de microondas aceleró significativamente la eliminación de humedad, reduciendo de manera importante el tiempo total de secado. Asimismo, se observó que el aumento de potencia generó incrementos más rápidos en la temperatura del material, influyendo directamente en la velocidad del proceso. La cinética evidenció una rápida etapa inicial de evaporación, seguida por una disminución progresiva en la velocidad de secado conforme disminuyó la humedad disponible. Estos hallazgos demuestran que el secado por microondas es una tecnología eficiente para el procesamiento del nopal y proporciona bases para optimizar condiciones operativas en aplicaciones agroindustriales.

Referencias y citas bibliográficas

[1] Medina-Torres, L., Gallegos-Infante, J. A., Gonzalez-Laredo, R. F., & Rocha-Guzman, N. E. (2008). Drying kinetics of nopal (*Opuntia ficus-indica*) using three different methods and their effect on their mechanical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1183-1188.

[2] Espinosa-Solares, T., & Domínguez-Puerto, R. (2023). Influence of power density and geometry of young cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) on intermittent microwave drying kinetics. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 22(1), Alim2965-Alim2965.



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, COMPOSICIÓN PROXIMAL Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL POLVO DE HOJA DE GUSAMOLE (*Renealmia alpinia* Rottb.)

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Juan Gabriel Torruco-Uco^a, Jesús Rodríguez-Miranda^a, Betsabé Hernández-Santos^a, Ana Maricarmen Carrera-Gómez^a, Irma Liliana Maldonado-Soto^a, Daniela Yamilet Hernández-Rubio^a, Mariana Martínez-Guerrero^a

^aTecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Tuxtepec, Oaxaca, México.

correo autor: juan.tu@tuxtepec.tecnm.mx

Palabras clave: Zingiberaceae, composición proximal, propiedades funcionales, ingrediente funcional, harina vegetal.

Resumen

El guasmole (*Renealmia alpinia* Rottb., de la familia Zingiberaceae) es una planta herbácea perenne originaria de regiones tropicales de América Central y del Sur. En México se distribuye en las sierras de Oaxaca, Puebla, Veracruz y Chiapas, donde sus hojas son utilizadas con fines gastronómicos y medicinales desde tiempos ancestrales. A pesar de su relevancia cultural y su potencial como fuente de ingredientes funcionales, la información científica sobre la composición fisicoquímica y funcional del polvo de sus hojas es escasa, lo que limita su incorporación en la industria alimentaria. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar fisicoquímica y funcionalmente el polvo obtenido de las hojas de guasmole (*R. alpinia*), con la finalidad de evaluar su potencial como ingrediente alimentario funcional. Las hojas de guasmole fueron colectadas en San José Tenango, Oaxaca, México. Tras lavado, troceado (~1 cm²) y secado (55 °C/6 h), se molieron y tamizaron en malla No. 80 (0.177 mm). El color se determinó con un colorímetro UltraScan® Vis (espacio CEI $L^*a^*b^*$). La composición proximal se realizó por triplicado según métodos de la AOAC (2012): humedad (925.09), cenizas (923.03), proteínas (960.59), grasa cruda (920.39), fibra cruda (962.09) y carbohidratos por diferencia (ELN). Las propiedades funcionales evaluadas fueron: capacidad de absorción de agua (CAA) y solubilidad (CSA), capacidad de absorción de aceite (CAAc), capacidad emulsificante (CE), formación y estabilidad de espuma (CFE/EE), poder de hinchamiento (PH) y densidad aparente (DA). Los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía y comparación de medias por LSD ($p < 0.05$). El análisis colorimétrico reportó: $L^* = 52.40$, $a^* = -3.77$ (tono verde) y $b^* = 17.11$ (tendencia amarilla), con $\Delta E = 50.13$ respecto al blanco de referencia, indicando potencial presencia de pigmentos con actividad funcional. La composición proximal (base seca) fue: humedad 6.86%, cenizas 7.93%, proteína cruda 5.20%, grasa cruda 7.97%, fibra cruda 21.45% y carbohidratos totales 57.43%. Respecto a las propiedades funcionales, el polvo presentó CAA = 5.51 g/g, CSA = 4.90%, CAAc = 3.54 g/g, CE = 17.50% y DA = 0.52 g/cm³. El PH máximo se alcanzó a 90 °C (9.93 g/g) y la gelificación ocurrió en todas las concentraciones evaluadas (4-14% p/v). El perfil fisicoquímico y funcional del polvo de hoja de guasmole sugiere su viabilidad como ingrediente alternativo en sistemas alimenticios que demanden propiedades emulsificantes, gelificantes o de alto contenido en fibra, representando una estrategia de valorización para esta especie subutilizada.

Referencias y citas bibliográficas

- Guerrero-Martínez, M., Ramírez-Figueroa, E., Rodríguez-Miranda, J., Hernández-Santos, B., Carrera-Gómez, A. M., Quiñones-Muñoz, T. A., & Torruco-Uco, J. G. Morphological and physical characterization of the fruit: chemical, antioxidant and functional evaluation of guasmole (*Renealmia alpinia*) flours. *Journal of Food Measurement and Characterization*, Vol. 17, No. (5), 5299-5307. 2023.
- AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International (19th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. 2012.

Agradecimientos: Al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.



CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y ANÁLISIS DE MERCADO DE QUESO RICOTTA FUNCIONAL ENRIQUECIDO CON QUINOA Y VAINILLA

Área: Alimentos.

Modalidad: Cartel

Nisabany Sosa Fuentes^a, Ernestina Paz Gamboa^a, Aracely Pérez Silva^a, Carlos Prats Bernabé^a.

^aTecNM/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. México.

Correo autor de contacto: ernestina.pg@tuxtepec.tecn.mx

Palabras clave: Queso Ricotta, Suero de leche, quinoa, vainilla.

Resumen

Actualmente, existe un creciente interés por el desarrollo de alimentos funcionales con ingredientes naturales y de valor agregado. El queso ricotta, obtenido a partir de la recuperación de proteínas solubles del suero lácteo, representa una alternativa sustentable para reducir el impacto ambiental generado por los residuos de la industria quesera. Debido a su bajo contenido de grasa y textura suave [1] [2], constituye una matriz adecuada para incorporar ingredientes funcionales como quinoa y extracto de vainilla, los cuales aportan compuestos nutricionales y características sensoriales diferenciadas [3].

El objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización químico proximal y el análisis de mercado de un queso ricotta funcional enriquecido con quinoa y vainilla. Para ello, la leche utilizada se adquirió del Rancho “La Eucaria”, Tuxtepec, Oaxaca. El queso fresco se elaboró con leche pasteurizada a 63 °C durante 30 min y posterior coagulación con cuajo a 37 °C para la obtención del suero, a partir del cual se desarrollaron formulaciones adicionadas con quinoa y extracto de vainilla en concentraciones de 1.5, 2.0 y 2.5 %. Asimismo, se realizó el análisis químico proximal (AOAC 2005) y fisicoquímico (humedad, grasa, °Brix, acidez titulable y pH) de las muestras y el análisis exploratorio de mercado mediante revisión documental y encuestas aplicadas a consumidores potenciales [4].

Los resultados mostraron contenidos de humedad entre 56.15 y 68.98 %, indicando características adecuadas para un queso fresco. El contenido de grasa entre 2.00 y 2.75 %, sugiriendo un producto reducido en grasa y potencialmente atractivo para consumidores interesados en alimentos saludables, proteínas entre 21 y 29 % favoreciéndose con adición de quinoa. Los valores de pH (6.58–6.70) y acidez titulable (13.07–13.15 °D) evidenciaron estabilidad fisicoquímica durante el procesamiento. Asimismo, el análisis de mercado identificó una tendencia favorable hacia el consumo de productos lácteos funcionales elaborados con ingredientes naturales y de valor agregado. La presente investigación forma parte del proyecto global multidisciplinario denominado “Desarrollo e innovación de queso ricotta funcional enriquecido con quinoa y extracto de vainilla”, financiado por el TecNM. Posteriormente se analizará color, textura, capacidad antioxidante, análisis microbiológicos, evaluación sensorial y análisis de costo.

Referencias

1. Ushkalova, A. Zhao, Ru. Gu, Yu. Wang, C., Partially substituting cheese base with plant proteins to produce processed cheese: Textural, rheological, microstructural and sensory properties. *Journal of Dairy science*. 108:4638–4658, 2025. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26296>.
2. Mangione, G. Musati, M. Caccamo, M. Bertino, A. Mangano, F. Sebastiano, M. Cannone, G. Ricotta cheese quality as affected by season. *Journal of Dairy Science* 108:4638–4658, 2025. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26448>.
3. Carranza, J. Huerta-Chairez, S. Contreras-Martinez, C. Martinez-Garcia, E. Characterization of nutritional and antioxidant properties of quinoa seeds. *Revista fitotecnica mexicana*. 2021
4. Malhotra, N. K.. *Investigación de mercados* (6.ª ed.). Pearson Educación, 2019.

Agradecimientos: al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el financiamiento al proyecto.



EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DE EXTRUSIÓN SOBRE LA DENSIDAD APARENTE Y FLOTABILIDAD DE PELLETS PARA TILAPIA

Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

José Ángel Montero-Marcial^a, Johana Betanzos-Ibañez^a, Nancy Jazmín Regules-Sánchez^a, Jesús Rodríguez-Miranda^{a*}, José Manuel Juárez-Barrientos^b, Betsabé Hernández-Santos^a, Rebeca Gloria Tejeda^a, Juan Gabriel Torruco-Uco^a, Enrique Ramírez-Figueroa^a

^a Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtepec, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, México.

^b Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Loma Bonita, Oaxaca, México.

*jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx; jesrodmir@gmail.com

Palabras clave: Extrusión, pellets acuícolas, flotabilidad, densidad aparente, tilapia.

Resumen

La extrusión es una de las tecnologías más empleadas en la producción de alimentos balanceados para acuicultura debido a su capacidad para modificar las propiedades físicas y funcionales de los pellets, mejorando su estabilidad y comportamiento en agua. La importancia de este estudio radica en que variables de procesamiento como la temperatura y la humedad influyen directamente en la calidad física del pellet, afectando parámetros clave como la densidad aparente y la flotabilidad, los cuales determinan la eficiencia alimenticia y el aprovechamiento del alimento por parte de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). Asimismo, el uso de materias primas accesibles representa una alternativa para reducir costos de producción en sistemas acuícolas intensivos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de temperatura y humedad de extrusión sobre la densidad aparente y la flotabilidad de pellets para tilapia. La metodología consistió en la formulación de alimentos balanceados con contenidos de proteína de 45 y 50%, utilizando harinas de pescado, camarón, soya, trigo y grenetina. Posteriormente, las mezclas fueron procesadas mediante extrusión bajo diferentes combinaciones de temperatura y contenido de humedad. Finalmente, se realizaron determinaciones fisicoquímicas de densidad aparente y flotabilidad para evaluar el comportamiento de los pellets en agua. Los resultados mostraron que las condiciones de extrusión influyeron significativamente en las propiedades físicas del alimento balanceado. Los tratamientos procesados a mayores temperaturas y menores contenidos de humedad presentaron menor densidad aparente y mayor capacidad de flotación, debido a una mayor expansión y formación de estructuras porosas en el pellet. En contraste, niveles elevados de humedad produjeron pellets más compactos y con menor flotabilidad. En conclusión, la combinación adecuada de temperatura y humedad favorece la obtención de pellets con mejores propiedades físicas y estabilidad en agua, contribuyendo al desarrollo de alimentos acuícolas más eficientes y de mayor calidad tecnológica.

Referencias y citas bibliográficas

1. Acharya, S., Kalahal, S.P., Prajapati, S., Patria, D.G., & Lin, J. "Utilization of flaxseed by-product to develop a healthy brown rice extruded snack and identification of its physicochemical properties", *Future Foods*, Vol. 11, p. 100566, 2025.
2. Juárez-Arellano, E.A., Navarro-Mtz, A.K., Peña-Marín, E.S., Rodríguez-Miranda, J., Alcántar-Vázquez, J.P., Peña-Rico, M.A., Aguilar-Franco, M., Da Cruz, A.G., & Juárez-Barrientos, J.M. "Compositional, structural, and lipid profiles of grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) and cockroach (*Nauphoeta cinerea*) flours: implications for emerging food technologies", *European Food Research And Technology*, Vol. 252 No. 2, p. 90. 2026.



EFFECTO DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS DE EXTRUDIDOS ACUÍCOLAS

Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

Nancy Jazmín Regules-Sánchez^a, José Ángel Montero-Marcial^a, Jesús Rodríguez-Miranda^{a*}, José Manuel Juárez-Barrientos^b,
Betsabé Hernández-Santos^a, Juan Gabriel Torruco-Uco^a, Rebeca Gloria Tejeda^a, Enrique Ramírez-Figueroa^a

^a Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtepec, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, México.

^b Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Loma Bonita, Oaxaca, México.

*jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx; jesrodmir@gmail.com

Palabras clave: Extrusión, proteína cruda, alimento acuícola.

Resumen

La extrusión es una de las tecnologías más utilizadas en la industria de alimentos acuícolas debido a su capacidad para mejorar las propiedades físicas, estructurales y nutricionales de los pellets, favoreciendo parámetros como estabilidad en agua, flotabilidad y digestibilidad. La relevancia de este estudio radica en que las condiciones de procesamiento térmico, particularmente la temperatura de extrusión y la humedad de alimentación, pueden modificar significativamente la calidad fisicoquímica del alimento balanceado, afectando tanto el contenido proteico del producto final. Esta propiedad es fundamental en la acuicultura moderna, ya que influyen en la conservación de nutrientes y eficiencia alimenticia en especies de importancia comercial como la tilapia (*Oreochromis niloticus*). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de temperatura y humedad de alimentación sobre el contenido de proteína cruda de extrudidos acuícolas. La metodología consistió en la elaboración de dieciséis tratamientos mediante un diseño experimental con temperaturas de extrusión de 100 a 130 °C y humedades de alimentación entre 14 y 18%. Posteriormente, se determinó el contenido de proteína cruda mediante análisis proximal de la AOAC. Los resultados mostraron que las variables de procesamiento influyeron significativamente en el contenido de proteínas de los pellets extrudidos. Los tratamientos procesados a mayores temperaturas y menores contenidos de humedad presentaron incrementos en la concentración de proteína. El tratamiento elaborado a 130 °C y 14% de humedad presentó el mayor contenido de proteína cruda (57.78 %). Sin embargo, todas las dietas balanceadas presentaron un contenido de proteínas similar o mayor que las dietas comerciales. En conclusión, condiciones de extrusión cercanas a 130 °C y humedades entre 14 y 16% favorecen la obtención de extrudidos acuícolas con mejores propiedades nutricionales, representando una alternativa tecnológica viable para la producción de alimentos acuícolas de alta calidad.

Referencias y citas bibliográficas

1. Acharya, S., Kalahal, S.P., Prajapati, S., Patria, D.G., & Lin, J. "Utilization of flaxseed by-product to develop a healthy brown rice extruded snack and identification of its physicochemical properties", *Future Foods*, Vol. 11, p. 100566, 2025.
2. Juárez-Arellano, E.A., Navarro-Mtz, A.K., Peña-Marín, E.S., Rodríguez-Miranda, J., Alcántar-Vázquez, J.P., Peña-Rico, M.A., Aguilar-Franco, M., Da Cruz, A.G., & Juárez-Barrientos, J.M. "Compositional, structural, and lipid profiles of grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) and cockroach (*Nauphoeta cinerea*) flours: implications for emerging food technologies", *European Food Research And Technology*, Vol. 252 No. 2, p. 90. 2026.



MICROENCAPSULACIÓN DE EXTRACTOS ANTIOXIDANTES DE *SOLANUM NIGRESCENS* EMPLEANDO CONCENTRADO PROTEICO DE FRIJOL MICHIGAN Y MALTODEXTRINA COMO MATERIAL PARED

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Abel González Vargas¹, Betsabé Hernández Santos¹, Jesús Rodríguez Miranda, Juan Gabriel Torruco Uco, Enrique Ramírez Figueroa, Martha Patricia Valencia Pérez.

^{a1}Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México
bethersan19@gmail.com

Palabras clave: microencapsulación, Solanum nigrescens, antioxidantes, secado por aspersión, proteínas vegetales.

Resumen

El aprovechamiento de recursos vegetales subutilizados con compuestos bioactivos representa una estrategia de interés para el desarrollo de ingredientes funcionales sostenibles. *Solanum nigrescens* (hierba mora), planta de consumo tradicional en México, constituye una fuente importante de compuestos fenólicos con actividad antioxidante; sin embargo, su susceptibilidad a degradación térmica, oxidativa y fotoquímica limita su aplicación en sistemas alimentarios. La microencapsulación mediante secado por aspersión representa una alternativa tecnológica para proteger estos compuestos y mejorar su estabilidad. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las condiciones de secado por aspersión sobre el rendimiento del proceso, la eficiencia de microencapsulación de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de extractos de *S. nigrescens*, utilizando como material pared una mezcla de concentrado proteico de frijol Michigan y maltodextrina. Los extractos antioxidantes fueron obtenidos mediante extracción hidroalcohólica asistida por ultrasonido. La microencapsulación se realizó bajo un Diseño Central Compuesto Rotable, evaluando temperatura de entrada (140–180 °C), velocidad de flujo (2–4 mL/min) y proporción concentrado proteico/maltodextrina (30–60%). El análisis estadístico se desarrolló mediante metodología de superficie de respuesta.

Los resultados mostraron rendimientos entre 36.18 y 72.55%, observándose una influencia significativa de la temperatura y de la composición del material pared. La eficiencia de microencapsulación de compuestos fenólicos alcanzó valores entre 78.91 y 89.02%, indicando una adecuada protección del extracto dentro de la matriz encapsulante. La actividad antioxidante determinada mediante DPPH presentó porcentajes de inhibición entre 45.59 y 75.13%, evidenciando conservación de la bioactividad tras el proceso. Las condiciones óptimas correspondieron a 171 °C, velocidad de flujo de 3 mL/min y una formulación con 53% de concentrado proteico, obteniéndose microcápsulas con rendimiento superior al 77% y elevada eficiencia de encapsulación. En conclusión, Estos hallazgos demuestran el potencial del uso de proteínas vegetales como materiales encapsulantes sostenibles para el desarrollo de ingredientes funcionales con aplicaciones alimentarias y nutraceuticas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Manzanero-Medina GI, Vásquez-Dávila MA, Lustre-Sánchez H, Pérez-Herrera A. Ethnobotany of food plants (quelites) sold in two traditional markets of Oaxaca, Mexico. *South African Journal of Botany*, No.130, p. 215–223, 2020.
2. Lozano-Aguirre, M. G., Rodríguez-Miranda, J., Falfán-Cortes, R. N., & Hernández-Santos, B. Physicochemical and techno-functional properties of mixtures of Michigan bean protein concentrate (*Phaseolus vulgaris* L): maltodextrin. *Journal of Food Measurement and Characterization*, Vol. 17, No. 2, p. 1844-1851, 2023.
3. Carrera C, Ruiz-Rodríguez A, Palma M, Barroso CG. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from grapes. *Analytica chimica acta*, No.732, p. 100–104, 2012

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO KÓJICO SOBRE EL ÍNDICE DE PARDEAMIENTO DEL JUGO DE MANZANA (*Golden delicious*)

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Raúl Adrián De la Cruz-De la Cruz^a, Armando Robledo-Olivo^{*a}, Ana Verónica Charles Rodríguez^a, Gustavo López-Guarín^b, Dolores Gabriela Martínez-Vázquez^a, María Elena Castelo-Mejía^a.

^aUniversidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

^bTecnológico Nacional de México, Saltillo, Coahuila, México.

*armando.robledo@outlook.com

Palabras clave: Pardeamiento enzimático, bioprocesos, CIELAB, polifenol oxidasa

Resumen

El jugo de manzana *Golden delicious*, al igual que otras variedades, enfrenta un problema importante durante su procesamiento. Cuando se rompe la integridad celular del tejido se favorece la exposición de compuestos fenólicos al oxígeno atmosférico y a enzimas como la polifenol oxidasa (PPO), lo que desencadena el fenómeno conocido como oscurecimiento enzimático. Este proceso implica la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, que posteriormente se polimerizan formando pigmentos oscuros responsables del cambio de color de blanco a café (Sultan *et al.*, 2025). El oscurecimiento enzimático limita la calidad visual del jugo de manzana durante su elaboración, por lo que esta investigación evaluó la adición de ácido kójico como alternativa para reducir el pardeamiento en manzana Golden Delicious. Se realizó una solución de ácido kójico al 0.5% (p/v) y se aplicó al jugo de manzana en un diseño factorial general 6×7 con seis niveles de dosis (0 - 12.5 mg) y siete tiempos de evaluación (0 – 180 min), con tres repeticiones por combinación. La respuesta principal fue el índice de pardeamiento (BI) calculado a partir de color CIELAB, midiendo adicionalmente el pH y °Brix. El jugo inicial presentó pH 3.25 ± 0.01 , °Brix 16.8 ± 0.36 y valores CIELAB $L^*=74.67 \pm 4.15$, $a^*=-0.82 \pm 0.24$, $b^*=9.36 \pm 2.72$, con BI $=12.49 \pm 4.43$. En el almacenamiento, se observaron diferencias por dosis en 15 h y 30 h, donde 2.5 mg/L mostró los BI más bajos, mientras que a 180 h el menor BI se observó con 5 mg/L (9.8 ± 0.2) frente al control (23.1 ± 7.9). El ANOVA del BI transformado ($\ln(BI)$, Box-Cox) indicó efectos significativos de dosis y tiempo ($p<0.001$), con falta de ajuste no significativa ($p=0.066$). En conjunto, los resultados confirman que el ácido kójico influye de manera significativa en el pardeamiento del jugo y que dosis intermedias pueden ofrecer un mejor desempeño a tiempos prolongados, manteniendo estabilidad fisicoquímica.

Referencias y citas bibliográficas

1. Sultan, M.Z., Farouk, K.A., Elbagoury, M.M. et al. "Trends in biochemical, anatomical mechanisms and molecular aspects in enzymatic browning of apples: a review". *Eur Food Res Technol* 251, 3305–3326 (2025). <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04824-9>

Agradecimientos: A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través de la Dirección de Investigación con el proyecto 30-38111-425204001-2555.



**ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL EFECTO DEL TRATAMIENTO CON PLASMA
NO TÉRMICO EN LA GENERACIÓN DE ESPORAS DE ASPERGILLUS BRASILIENSIS (A.
NIGER) CEPA ATCC 16404**
Área: Alimentos
Modalidad: Cartel

Claudia Mariana Chávez López ^{1a}, Sonia Yesenia Silva Belmares^{2a}, Katherine Karina Corona Reyes ^{3a}, Cristobal Noé Aguilar González ^{4a}, Heron Akiyoshi Ledezma Tanaka^{5a}, Yadira Karina Reyes Acosta ^{6a*}

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo Coahuila, México.

*ykreyes@uadec.edu.mx

Resumen

El hongo *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404) es un modelo biológico estandarizado para pruebas de resistencia microbiana, la esporulación depende de factores nutricionales y ambientales que pueden ser lentos. Sin embargo, la obtención masiva y uniforme de sus esporas suele ser prolongado bajo métodos de cultivo convencionales. Una alternativa innovadora es el uso de plasma frío tipo jet (PFJ). Debido a su configuración de transportar de manera directa electrones y especies reactivas, inducirá el metabolismo y acelerará la fase reproductiva del hongo. **Justificación** implementar el PFJ como una alternativa limpia y sostenible a nivel ambiental y libre de agentes químicos para la industria biotecnológica. **Objetivo** evaluar el tratamiento con PFJ sobre la cinética de generación de esporas en la cepa de *Aspergillus brasiliensis* evaluando la capacidad de formación de conidios, estableciendo un método de inducción biotecnológica rápida y libre de residuos. Respecto a la **metodología**, se utilizó la cepa *A. Niger* inoculada en caldo dextrosa Sabouraud (bioxon); tales fueron sometidas a un tratamiento de bioestimulación mediante un sistema de PFJ utilizando aire como gas de trabajo, con parámetros de 1000 Hz, 20W y 300s. Tras el tratamiento las muestras se incubaron para evaluar la cinética de crecimiento y la eficiencia en la inducción de esporas.

La **caracterización** del microorganismo está certificada por la asociación American Type Culture Collection (ATCC 16404), la especie es *Aspergillus brasiliensis*, después del tratamiento se limitó a la verificación de su crecimiento radial y la pigmentación negro-carbonácea típica de la especie.

Resultados, el análisis reveló que el tratamiento con plasma frío incrementó significativamente el desarrollo fúngico del grupo tratado alcanzando un peso promedio de 0.3903g lo que representa un incremento del 27.35% a comparación del crecimiento del grupo de control de peso promedio 0.3086g, En conclusión el plasma frío actúa como inductor metabólico que potencia la acumulación física de la biomasa, favoreciendo su pigmentación oscura y densa.

Referencias y citas bibliográficas

1. Lucia Hoppanová y Svetlana Kryštofová, "Nonthermal Plasma Effects on Fungi- Applications, Fungal Responses, and Future Perspectives", *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 23, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijms231911592>
2. Meijer, M.; Houbbraken, J.A.M.P.; Dalhuijsen, S.; Samson, R.A.; de Vries, "Growth and Hydrolase Profiles Can Be Used as Characteristics to distinguish *Aspergillus niger* and other black aspergilli", *Studies in Mycology*, Vol. 69, No. 1, 2011. <https://doi.org/10.3114/sim.2011.69.02>
3. Seon-Min Go, Mi-Ri Park, Hyun-Seung Kim, Won Seok Choi y Rae-Dong Jeong, "Antifungal effect of non-thermal atmospheric plasma and its application for control of postharvest *Fusarium oxysporum* decay of paprika", *Food Control*, Vol. 98, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.028>



CARACTERIZACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SECADOR ROTATORIO DE BAJO COSTO

Área: Alimentos

Modalidad: Cartel

Mendoza Faz Estrella^{a*}, Martínez López Francisco Javier^a, Ovando-Medina Víctor M.^b, Zaira Pineda Rico^a

^a Ingeniería Mecánica Administrativa, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México

^b Ingeniería Química, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México estrella031097@gmail.com

Palabras clave: Secador rotatorio, variables operativas, caracterización experimental

Resumen

El presente estudio tiene como propósito la caracterización experimental de un secador rotatorio de laboratorio, previamente diseñado y construido como prototipo de bajo costo, mediante la medición de sus principales variables de operación. La relevancia del trabajo radica en la necesidad de identificar y cuantificar las condiciones reales de operación del prototipo con el fin de establecer parámetros confiables para su uso y escalamiento.

El objetivo es identificar la relación entre la temperatura, flujo de aire, velocidad de rotación y tiempo de retención del secador rotatorio bajo condiciones reales de operación.

La metodología consistió en la instrumentación y evaluación del secador rotatorio bajo distintas condiciones controladas de temperatura y flujo de aire. El sistema está construido por un tambor cilíndrico con aletas internas, un motor eléctrico monofásico con un acoplamiento de transmisión de bandas y poleas, que mantiene la rotación del tambor a una velocidad constante. Un sistema de convección forzada inyecta aire caliente al tambor con control de temperatura, en un rango de 60°C a 600°C y un flujo de aire ajustable de 350 L/min y 500 L/min. Se realizaron seis pruebas experimentales, correspondientes a la combinación de dos niveles de flujo de aire (350 L/min a 500 L/min) y tres condiciones de temperatura establecidas (200°C, 400°C y 600°C).

Los resultados evidencian diferencias significativas entre las condiciones establecidas y las condiciones reales de operación. Para temperaturas de 200°C, 400°C y 600°C, se registraron aproximadamente 60°C, 80°C y 100°C dentro del tambor, respectivamente. El flujo de aire, para condiciones de 350 L/min y 500 L/min, se obtuvieron valores cercanos a 277.42 L/min y 435.94 L/min. La velocidad de rotación del tambor debida al sistema de transmisión es de 35.5 rpm.

En conclusión, la caracterización descrita en este trabajo permitió identificar desviaciones relevantes entre los parámetros de control y las condiciones reales del sistema, lo que resalta la importancia de la validación experimental en el diseño de prototipos de secado.

Referencias y citas bibliográficas

1. ROJAS ROJAS, E. I. Diseño y construcción de secador rotativo para pruebas en Chile. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano*. (2024).
2. Morejón Mesa, Y., Silva Junco, D., & Reyes Suárez, Y. Design of an industrial rotary cylinder grain dryer. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 29(3), 62–74. (2020).
3. Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaría. Producción del Chile mexicano (2015). <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-del-chile-mexicano>



CONTRIBUCIONES EN CELDAS MICROFLUÍDICAS DE PAPEL USANDO SANGRE COMO COMBUSTIBLE

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Andres Dector^a, Roberto C. Chaparro Trejo^b, Juan Carlos Hernández-Santiago^b, Ania. B. Moreno Negrete^b, Juan Manuel Olivares-Ramírez^b, Diana María Amaya-Cruz^c, Marcela Vargas Hernández^c, Zulma F. Estrella Chavero^b, Raul García García^b, Alondra A. Ortiz-Verdín^d, María del Rosario Galindo González^e, Diana Dector^b

^aSECIHTI – Universidad Tecnológica de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro, México.

^bUniversidad Tecnológica de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro, México.

^cUniversidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Campus Amealco, Amealco, Querétaro, México.

^dUniversidad Politécnica de Querétaro, El Rosario, Querétaro, México.

^eSECIHTI – División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Mexico.

adector@secihti.mx

Palabras clave: Celdas de combustible, Microfluídicas, Sangre.

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad la comparación de trabajos reportados a cerca de las aplicaciones de celdas de combustible microfluídicas de papel a lo largo de los últimos 10 años de estudio empleando sangre como combustible. La **justificación** de este trabajo radica en dar a conocer los resultados de celdas de combustible microfluídicas de papel en los últimos años como una posible fuente de poder para aplicarse en dispositivos médicos no implantables, principalmente. En un contexto donde los dispositivos médicos no implantables portátiles son alimentados energéticamente con baterías ion litio y donde muchas veces estas baterías no cubren la demanda energética de los mismos; además, de que estas celdas de combustibles microfluídicas de papel no buscarían sustituir las fuentes de energía tradicionales, sino más bien apoyar en la energía requerida por el dispositivo para cumplir su función de manera correcta.

El **objetivo** central fue comparar el desempeño energético por medio de variables como voltaje, densidad de corriente y densidad de potencia, al emplear distintos materiales como ánodos, que van desde orgánicos (enzimas como glucosa oxidasa), hasta inorgánicos. La **metodología** consistió en el diseño, construcción y evaluación de cada una de estas celdas de combustible microfluídicas de papel. Específicamente, en la evaluación se consideran las características del material empleado como ánodo para llevar a cabo principalmente la oxidación de la glucosa presente en la sangre.

Los **resultados** mostraron diferencias en cada una de las variables medidas (voltaje, densidad de corriente y densidad de potencia) según el material empleado como ánodo, e incluso el tipo de sangre. En este sentido, los materiales base nanopartículas de oro mostraron valores más altos respecto a donde se emplearon enzimas como ánodos. En conclusión, el uso de materiales catalíticos para la oxidación de glucosa presente en sangre en celdas de combustible microfluídicas de papel, representa una estrategia prometedora para implementarse como posible fuente de poder, principalmente, en dispositivos médicos no implantables, sin embargo, una posible implementación aun no se ha llevado a cabo, lo que abre el área a explorar nuevas estrategias para su aplicación.

Referencias y citas bibliográficas

1. Víctor M. Ovando-Medina, A. Dector, Hugo Martínez-Gutiérrez, Iveth D. Antonio-Carmona, Marcela Nohemí Reta-Reyna, Juan Manuel Olivares-Ramírez, Juan Carlos Hernández-Santiago, Diana M. Amaya-Cruz, "Glucose/urea sensing using TiO₂/Pr-based photo-microfluidic fuel cells", Journal of Applied Electrochemistry (2026) 56:63.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

CONTROL DE LAS PROPIEDADES ADSORPTIVAS DE HIDROCARBONES DE CÁSCARA DE NARANJA

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Daniela Estefania Reyna Carreón, Dariana Paola Sustaita Ramos, Nancy Verónica Pérez Aguilar*, Alejandro Zugasti Cruz, Diana Luque Contreras

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Cuerpo Académico de Ciencias Biológicas y Ambientales,
Saltillo, Coahuila, México.
nancyperez@uadec.edu.mx

Palabras clave: Cáscara de naranja, Hidrocarbones, Tratamiento hidrotermal, Adsorción, Tratamiento de agua.

Resumen

En este estudio se presentan resultados preliminares de tres hidrocarbones desarrollados a partir de cáscara de naranja, y su eficacia en la remoción de azul de metileno (AM) y rojo Congo (RC) en soluciones acuosas. La investigación se justifica en explorar alternativas viables para gestionar residuos agroindustriales que se generan en grandes volúmenes, pero que frecuentemente ocurre de forma fragmentada, el consumo doméstico es un claro ejemplo. La cáscara de naranja es un residuo cuya estructura contiene diversos compuestos químicos de alto valor para la industria, por lo que se han reportado numerosas formas de valorización. Nosotros exploramos su transformación en materiales adsorbentes sostenibles y de bajo costo para el tratamiento de agua, buscando mitigar el impacto ambiental debido a colorantes.

El objetivo principal de este estudio fue analizar las propiedades fisicoquímicas y de adsorción de tres hidrocarbones, que se sintetizaron con cáscara de naranja acondicionada con tres procedimientos distintos. La metodología consistió en someter las cáscaras de naranja a preparaciones diferenciadas: lavado con agua y detergente neutro (HCN-1), impregnación con NaOH (HCN-2) y tratamiento combinado con NaOH y ZnCl_2 1M (HCN-3). En la síntesis de tres hidrocarbones (HCN-1, HCN-2, HCN-3) mediante una reacción hidrotermal a 200°C durante 2 horas, Posteriormente, se determinó el pH_{PZC} de cada material y se efectuaron ensayos de adsorción en lote para ambos colorantes.

Los resultados demostraron que los tratamientos químicos alteran significativamente el desempeño de los materiales. Para la remoción de azul de metileno a pH 5, el hidrocarbón HCN-1 registró 94% de eficiencia, superando a HCN-2 (92%) y HCN-3 (87%). Por el contrario, en la remoción de rojo Congo a pH 8, los porcentajes fueron notablemente inferiores: 35%, 11% y 17% respectivamente. Estos hallazgos evidencian que, en la síntesis de materiales adsorbentes, la naturaleza del tratamiento previo define la viabilidad y eficiencia técnica del producto final. En conclusión, la optimización de los procesos de preparación es fundamental para maximizar la capacidad de remoción de contaminantes específicos, posicionando a los residuos de cáscara de naranja como una alternativa prometedora en la ingeniería ambiental.

Referencias y citas bibliográficas

1. Al-Tohamy, R., Ali, S.S., Li, F., Okasha, K.M., Mahmoud, Y.A.G., Elsamahy, T., Jiao, H., Fu, Y., y Sun, J. (2022). A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 231, 113160, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113160>.
2. Cao, Y., y Xu, D. (2023). Enhanced adsorption of quinoline from aqueous solution by NaOH-treated biochar derived from orange peel. *Desalination and Water Treatment*, 316, 306–316. <https://doi.org/10.5004/dwt.2023.30197>.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EFICIENCIA DEL QUITOSANO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Rocío Antonio Cruz^a, José Luis Cáceres Javier^a, Anel Magaña Flores^a, Nora Alicia Purata Pérez^a, Jessica Monserrat Pereyra López^{a,b}

^aTecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Villahermosa, Villahermosa, Tabasco, México,

^bUniversidad Autónoma de Guadalajara Campus Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

correo autor de contacto: rocio.antonio.cruz@gmail.com

Palabras clave: Prueba de jarras, Quitosano, Hidrocarburo, Aguas residuales

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la eficiencia del quitosano sin y con sulfato de aluminio en el tratamiento de aguas residuales con hidrocarburos, analizando las distintas dosificaciones de quitosano y sulfato de aluminio en condiciones controladas. La **justificación** de este trabajo radica en la necesidad de implementar una tecnología sustentable y de bajo impacto ambiental frente al uso excesivo de coagulantes metálicos, los cuales generan altos costes de operación y producen lodos residuales de difícil disposición.

El **objetivo** central fue comparar los parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento en aguas residuales con el quitosano y quitosano combinado con sulfato de aluminio, identificando las mejores dosificaciones en la eliminación de hidrocarburos en el agua residual. La **metodología** consistió en utilizar el método de prueba de jarras aplicando diferentes dosis de quitosano (7000, 9000, 12000, 15000, 20000, 30000 y 40000 ppm) y sulfato de aluminio (5000, 10000, 15000 y 20000 ppm). Los parámetros de control analizados fueron: pH, conductividad eléctrica (CE), Turbidez, Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Aceite y Grasas, cada dosificación fue monitoreada bajo condiciones fisicoquímicas y se registró mediante el análisis correspondiente de cada parámetro a evaluar de acuerdo a la norma establecida.

Los **resultados** mostraron que el uso del quitosano combinado con el sulfato de aluminio mejora significativamente la eficiencia del proceso de coagulación-floculación, logrando reducir los parámetros de turbidez hasta 90% y aceites y grasas oscilaron entre 84% y 94%. Estos resultados confirman la efectividad del quitosano como un coadyuvante, superando el desempeño en tratamientos convencionales en escenarios de contaminación compleja. En conclusión, la incorporación del quitosano, representa una tecnología prometedora para mejorar la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales con hidrocarburos y su aplicación no solo contribuye a reducir contaminantes críticos, sino que también se alinea con los principios de economía circular y sustentabilidad promovidos en los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES).

Referencias y citas bibliográficas

1. Marguerite Rinaudo, "Chitin and chitosan: Properties and applications", *Progress in Polymer Science*, Vol. 31, No. 7, p. 603-632, 2006.
2. SEMARNAT, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021. *Diario Oficial de la Federación*, 2021.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México, por el financiamiento otorgado del proyecto con clave 25090.26-P, en la Convocatoria Proyectos de Investigación Científica, Humanística, de Desarrollo Tecnológico e Innovación 2026.



DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN PRESENCIA DEL ADITIVO MAGNETIA

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Godinez Lora Esdras Emiliano ^{a*}, Torner Morales Francisco José ^a, Gonzalez Tenorio Diana ^a
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.
emilianogodinezl@gmail.com dgt30@comunidad.unam.mx

Palabras clave: residuos lácteos, digestión anaerobia, aditivo, metano

Resumen

La industria láctea es uno de los sectores agroalimentarios más dinámicos a nivel global; sin embargo, genera grandes volúmenes de efluentes con una elevada carga orgánica, caracterizada por altas concentraciones de lactosa, proteínas y lípidos. El vertido inadecuado de estos residuos representa un riesgo ambiental crítico debido a su alto potencial de eutrofización y la demanda bioquímica de oxígeno que impone sobre los ecosistemas acuáticos. En este contexto, la Digestión Anaerobia (DA) se presenta como una alternativa tecnológica sustentable que permite la estabilización de los residuos y la recuperación energética mediante la producción de biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono (Mainardis et al., 2020). A pesar de ser un proceso clave para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero, la DA aún enfrenta desafíos importantes como la reducción de los tiempos de retención hidráulica, la disminución de las fases de latencia y la mejora de la eficiencia global (Qin et al., 2020). Por ello, esta investigación se justifica en la necesidad de transformar un pasivo ambiental en un recurso energético dentro de un modelo de economía circular. El objetivo fue determinar el Potencial Bioquímico de Metano (PBM) de residuos lácteos para evaluar su viabilidad como biocombustible.

El desarrollo experimental consistió en un diseño factorial de dos factores (sustratos) por dos niveles (presencia y ausencia de aditivo). Se emplearon lodos anaerobios de un reactor UASB con alta actividad de arqueas metanogénicas. Los sustratos fueron residuos domésticos caducos y suero lácteo de una granja universitaria. Se operaron reactores tipo lote de 250 mL por duplicado, evaluando el efecto de la magnetita (0.1 g/L) como aditivo, con una relación inóculo:sustrato de 2 a 37 °C durante 15 días, siguiendo los protocolos de McCarty (2004) y Angelidaki y Sanders (2004). Los rendimientos obtenidos fueron de 128.9 ± 10 mL CH₄/DQO_{in} para residuos caducos y 130.6 ± 16.4 mL CH₄/DQO_{in} para suero lácteo.

Referencias bibliográficas

1. Mainardis, M., Buttazzoni, M., & Goi, D. (2020). Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Technology for Energy Recovery: A Review on State-of-the-Art and Recent Technological Advances. *Bioengineering*, 7(2), 43.
2. Qin, Y., Yin, X., Xu, X., Yan, X., Bi, F., & Wu, W. (2020). Specific surface area and electron donating capacity determine biochar's role in methane production during anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 303.
3. Angelidaki, I., Sanders, W. 2004. Assessment of the anaerobic biodegradability of micropollutants. *Reviews in Environmental Sciences and Bio/Technology* 3, 117-129
4. McCarty, P.L., 1964. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals. Part II. Environmental requirements and control. *Public Works*, 95 (10) 123-126.

Agradecimientos: Al proyecto DGAPA-PAPIIT- UNAM, IA205625



CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE DELTAMETRINA EN SUELOS DEL ALTIPLANO POTOSINO Y ANÁLISIS METABOLÓMICO MEDIANTE FTICR-MS

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Ianelly Trejo Carrizalez^a, Yair Cruz Narvaez^b, Elsa Cervantes Gonzalez^c,

^aPrograma Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P, México

^bEscuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

^cUnidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México

Ianelly.trejo@uaslp.mx

Palabras clave: Deltametrina, degradación, metabolitos, suelos

Resumen

El presente estudio evaluó la transformación ambiental de deltametrina en suelos agrícolas representativos del Altiplano Potosino, en respuesta a la necesidad de comprender el comportamiento de plaguicidas en suelos semiáridos, donde la baja disponibilidad de agua, la limitada fertilidad natural y el uso intensivo de agroquímicos pueden favorecer la persistencia de estos compuestos y alterar procesos biológicos esenciales [1]. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue describir la cinética de degradación de deltametrina y caracterizar metabolitos asociados a procesos históricos y recientes de transformación en dos suelos contrastantes del Altiplano Potosino: San Isidro (SI) y El Herrero (EH).

Para ello, se realizó inicialmente un muestreo sistemático conforme a la NOM-021-SEMARNAT-2000 en distintas zonas agrícolas, seleccionando ambas matrices por sus diferencias en contenido de materia orgánica y manejo productivo. Posteriormente, los suelos fueron caracterizados física y químicamente.

Para el análisis de degradación, se establecieron microcosmos con 200 g de suelo contaminados con deltametrina (1.5 mg kg⁻¹ en SI y 1.25 mg kg⁻¹ en EH), incubados durante 30 días bajo condiciones controladas de humedad (60 % capacidad de campo), temperatura (27 °C) y fotoperiodo (14.5 h luz/9.5 h oscuridad). En paralelo, se prepararon sistemas abióticos con suelo estéril. La concentración residual del plaguicida se determinó mediante extracción QuEChERS y HPLC. Los datos experimentales se ajustaron a los modelos simple de primer orden (SFO), doble primer orden en paralelo (DFOP), multicompartimental de primer orden (FOMC) y el modelo secuencial de primer orden con punto de quiebre u “Hockey-stick” (HS), para describir la cinética de degradación y establecer valores de DT₅₀ del plaguicida. De manera complementaria, se realizó análisis metabolómico mediante espectrometría de masas por resonancia de ciclotrón de iones con transformada de Fourier (FTICR-MS) en tiempos inicial, intermedio y final del proceso de atenuación natural de deltametrina en cada suelo.

Los resultados mostraron una alta remoción de deltametrina en ambos suelos bajo atenuación natural: 94.5 % en SI y 90 % en EH, mientras que los sistemas abióticos presentaron pérdidas cercanas al 23 %, evidenciando el papel predominante de la microbiota autóctona. La degradación presentó un comportamiento bifásico, con mejor ajuste del modelo HS en SI y DFOP en EH. Los valores de DT₅₀ indicaron una degradación más rápida en SI, asociada a sus propiedades edáficas y mayor contenido de materia orgánica. El análisis metabolómico reveló metabolitos vinculados con pesticidas históricos y productos de transformación asociados a deltametrina, confirmando procesos activos de transformación en ambos suelos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Wang, K., Li, J., Zhou, Z., & Zhang, X. J. “Soil degradation and restoration in arid and semi-arid regions”. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1307500 (2023).



MODELO DE BALANCE DE POBLACIÓN SIMPLIFICADO PARA LA DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS EN EL AMBIENTE

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

José Roberto Hernández Barajas^a, Marcos Andrés Jiménez Moreno^b, José Ramón Laines Canepa^a

^a División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

roberto.hernandez@ujat.mx

Palabras clave: Microplásticos, Modelo matemático, Balance de población.

Resumen

La producción de plásticos ha generado una crisis ecológica global, ya que su fragmentación origina microplásticos presentes en agua, suelo y atmósfera. Estos fragmentos, formados por procesos fotoquímicos, oxidativos y mecánicos, representan riesgos ecológicos y sanitarios al incorporarse en cadenas tróficas y redistribuirse mediante fenómenos climáticos. Factores como radiación ultravioleta, oxígeno disuelto y estrés físico descomponen los polímeros en partículas más pequeñas y susceptibles a biodegradación [1]. En ambientes acuáticos, los microplásticos afectan ecosistemas y salud humana, con fuentes que incluyen fragmentación de plásticos mayores y efluentes industriales [2]. En este contexto, los modelos matemáticos permiten integrar datos experimentales y ambientales para describir la fragmentación y estimar la persistencia de diferentes polímeros. En este estudio se propone un modelo matemático basado en un balance de población íntegro-diferencial mismo que fue simplificado para reducir la dependencia del rompimiento de partículas con la propia distribución de tamaño de partícula. Como resultado, en este estudio se propone un modelo matemático que posee dos parámetros y permite generar perfiles temporales de degradación. Para demostrar la capacidad del modelo matemático propuesto, se utilizaron datos experimentales sobre la degradación de fragmentos de polietileno (PE) obtenidos de un estudio previo [3]. En dicha investigación, cultivos bacterianos mesófilos aislados de sedimentos de un vertedero municipal fueron expuestos a fragmentos de PE entre 20 y 60 días, logrando reducir un 22.8 % el diámetro medio de las partículas. Estos datos sirvieron para calibrar el modelo matemático en la predicción del tamaño de partícula de microplásticos. Los parámetros estimados fueron $\alpha = 5.37$ y $\beta = 0.9$. El modelo matemático simplificado demostró una alta capacidad para predecir la reducción de tamaño de microplásticos de PE durante la degradación, validado con datos experimentales. Sus parámetros estimados numéricamente permitieron reproducir satisfactoriamente la distribución de tamaño de partícula, consolidando su utilidad como herramienta confiable para evaluar la persistencia y fragmentación de plásticos.

Referencias y citas bibliográficas

1. B. Gewert, M. M. Plassmann, y M. MacLeod, "Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment", *Environ. Sci.: Processes Impacts*, vol. 17, núm. 9, pp. 1513–1521, 2015, DOI: [10.1039/C5EM00207A](https://doi.org/10.1039/C5EM00207A)
2. A. C. Vivekanand, S. Mohapatra, y V. K. Tyagi, "Microplastics in aquatic environment: Challenges and perspectives", *Chemosphere*, vol. 282, p. 131151, nov. 2021, DOI: [10.1016/j.chemosphere.2021.131151](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131151).
3. S. Y. Park y C. G. Kim, "Biodegradation of micro-polyethylene particles by bacterial colonization of a mixed microbial consortium isolated from a landfill site", *Chemosphere*, vol. 222, pp. 527–533, 2019, doi: [10.1016/j.chemosphere.2019.01.159](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.159).



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BIOMASA BACTERIANA EN HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON DIFERENTES ESPECIES VEGETALES

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Anel Magaña Flores^a, Nora Alicia Purata Perez^a, Gaspar López Ocaña^a, Srinivas Godavarthi^a, Rocío del Carmen Antonio Cruz^a,
José Luis Caceres Javier^a, (Times New Roman 10 pt, centrado)
^aTecnologico nacional de mexico/instituto tecnológico de villahermosa, Villahermosa, México
correo autor de anelmfl@gmail.com

Palabras clave: Fitorremediación, Comunidades microbianas, Ludwigia octovalvis, Asclepias curassavica, Justicia comata

Resumen (Times New Roman 11 pt, negrita)

Los humedales artificiales de flujo subsuperficial han demostrado ser una alternativa sustentable para el tratamiento de aguas residuales. En estos sistemas, la vegetación juega un papel clave favoreciendo la formación de colonias bacteriana, lo que mejora la eficiencia de depuración. Este trabajo se centra en evaluar cómo distintas especies vegetales influyen en la distribución espacial de biomasa bacteriana adherida al medio, aportando criterios para la selección de especies en procesos de fitorremediación en humedales artificiales.

12 humedales piloto de flujo subsuperficial fueron usados en este estudio, tres por cada tratamiento: testigo sin vegetación, y sembrados con *Ludwigia octovalvis*, *Justicia comata* y *Asclepias curassavica*. Cada unidad tuvo dimensiones de $2.5 \times 1.2 \times 1$ m, con una superficie aproximada de 3 m^2 y un volumen de 3 m^3 . Se utilizó grava de río de $\frac{3}{4}$ de pulgada como medio de soporte y un tirante operativo de 50 cm. La biomasa bacteriana adherida se cuantificó mediante una adaptación del método para sólidos totales volátiles (STV) de la NMX-AA-034-SCFI-2001, recolectando muestras por triplicado en nueve puntos de muestreo a 30 cm de profundidad.

Los resultados evidenciaron diferencias claras entre los sistemas con vegetación y sin vegetación. En los testigos, la biomasa se concentró en zonas puntuales con valores medios de $0.8\text{-}1.2 \text{ mg/cm}^2$, reflejando limitada colonización. En humedales con *Ludwigia*, la distribución fue más homogénea respecto al testigo, alcanzando valores medios de 1.5 mg/cm^2 . Con *Justicia comata* se registraron picos de hasta 2.0 mg/cm^2 , mientras que *Asclepias curassavica* mostró la colonización más uniforme, con valores promedio de 1.8 mg/cm^2 en todo el sistema.

La selección de especies vegetales influye significativamente en la distribución espacial de biomasa bacteriana en Humedales artificiales. *Ludwigia* aporta homogeneidad moderada, mientras que *Justicia* favorece una mayor densidad localizada y *Asclepias* ofrece la colonización más uniforme. En conjunto, estas especies muestran distintos mecanismos de interacción planta-microorganismo que pueden potenciar la eficiencia de los sistemas de tratamiento, siendo *Justicia* y *Asclepias* las que ofrecen los patrones más favorables para incrementar la capacidad de depuración.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

4. Tumeo A., Streparola G., et al., "Microbial dynamics and seasonal resilience in constructed wetlands: A scoping review", Process Safety and Environmental Protection, Vol. 211, No. 1, p. 108772, 2026.
5. Zhang Y., Liu J., Wang H., Li X., "Composition and assembly mechanisms of prokaryotic communities in wetlands, and their relationships with vegetation", Science of The Total Environment, Vol. 897, No. 1, p. 166190, 2023.

Agradecimientos: Se agradece al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el apoyo en investigación y a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) por las facilidades brindadas en el Laboratorio de Tecnología del Agua.



SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE MATERIALES DERIVADOS DE LA ALMEJA CORBICULA FLUMINEA PARA LA ADSORCIÓN DE FLUORURO EN AGUA.

Área: Ambiental.

Modalidad: Oral

Fátima Ortiz Gutiérrez^a, Nahum Andrés Medellín Castillo^{*a}, Hilda Guadalupe Cisneros Ontiveros^b, Alfredo Israel Flores Rojas^a, Miguel Mauricio Aguilera Flores^c, Arturo Torres Dosal^d, Everardo Barba Macías^e.

^aUniversidad Autónoma de San Luis Potosí, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, San Luis Potosí, México.

^bUniversidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, San Luis Potosí, México.

^cInstituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas UPIIZ, Zacatecas, México.

^dEl Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

^eEl Colegio de la Frontera Sur Unidad Villahermosa, Grupo Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras, Tabasco, México.
correo autor de A405816alumnos@uaslp.mx; nahum.medellin@uaslp.mx

Palabras clave: Especies invasoras, Adsorción, hidroxipatita, fluoruro.

Resumen

En el presente trabajo se evaluó la capacidad de adsorción de tres tipos de materiales sintetizados a partir de la concha de la especie *C. fluminea* por su nombre común almeja asiática, considerada como una especie invasora. La **justificación** de este trabajo radica en la importancia de encontrar alternativas de materiales para la remoción de fluoruros del agua que suelen estar presentes en altas concentraciones superando límites de 1.5 mg L^{-1} (WHO) en aguas subterráneas que son la fuente principal de abastecimiento de agua para las poblaciones. El fluoruro presente en las aguas subterráneas entra en el organismo a través de la ingestión y por vía cutánea [1] provocando enfermedades como la fluorosis dental y esquelética. Una alternativa para remover el exceso de fluoruro del agua es mediante el empleo de biomasa como adsorbentes en este caso de la concha de almeja que tiene un alto contenido de CaCO_3 . Es una de las especies más expansivas de bivalvos invasores debido a que su alta capacidad adaptativa-reproductiva le ha permitido invadir a nivel mundial [2]. En este estudio se le da un aprovechamiento a la biomasa minimizando los impactos negativos que tiene la especie hacia el ecosistema y la población afectada. El **objetivo** fundamental de este trabajo es poder identificar los materiales que poseen mayor % de remoción de F^- en agua subterránea. La **metodología** consistió en la caracterización morfológica y fisicoquímica de los materiales utilizando técnicas como SEM, EDS, FTIR, TGA, XPS, espectroscopia Raman y análisis de área S_{BET} . El material precursor se obtuvo moliendo las conchas y se evaluó directamente como bioadsorbente. Basándose en los resultados del análisis TGA, se llevó a cabo la calcinación a 600 y 700 °C, temperaturas a las que el CaCO_3 sufre descarbonatación para formar CaO , que posteriormente se utilizó como precursor en la síntesis de HAp mediante reacción con H_3PO_4 . Una vez obtenidos los tres materiales, se evaluaron sus capacidades de adsorción de fluoruro en medios acuosos; para esto se realizaron experimentos de adsorción por lotes utilizando 0.1 g de material en 40 mL de soluciones de fluoruro a diferentes concentraciones durante 7 días, ajustando el pH diariamente a 5, 7 y 9. Las concentraciones de fluoruro se cuantificaron mediante el método del electrodo selectivo de iones. La cinética de adsorción se ajustó a modelos de pseudo-primer orden y pseudo-segundo orden, mientras que los datos de equilibrio se evaluaron utilizando los modelos de isoterma de Langmuir, Freundlich y Radke-Prausnitz.

Referencias y citas bibliográficas

1. Jat Baloch, M. Y., Zhang, W., Chai, J., Al Shoumik, B. A., Tariq, A., Iqbal, J., Talpur, S. A., Hussain, S., & Khan, Z. (2025). Groundwater contamination, fate, and transport of fluoride and nitrate in Western Jilin, China: Implications for water quality and health risks. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 7, 1189–1202. <https://doi.org/10.1016/j.enccco.2025.04.010>
2. Lodeiros, C., Gutiérrez Gregoric, D. E., González-Henríquez, N., Hernández-Reyes, D., Rey-Méndez, M., Panta-Vélez, R. P., Bernal-Zambrano, J. J., & Darrigran, G. (2025). The Asian clam *Corbicula fluminea* in Ecuador: dispersion and diversity of occupied environments. *Arxius de Miscellania Zoologica*, 23, 33–43. <https://doi.org/10.32800/amz.2025.23.0033>

Agradecimientos: Fideicomiso 23871, gestionado por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, en el marco de la convocatoria 2023-01. Asimismo, los autores agradecen al Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanomateriales y Nanotecnología (LINAN) del IPICYT.



EVALUACIÓN DE VÍAS DE FUNCIONALIZACIÓN GO/CH PARA OBTENER MATERIALES HÍBRIDOS CON POTENCIAL EN TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUA

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Miguel Rojano Marín^a, Sandra Milena Mercado Hernández^a, Eduardo Alberto López-Maldonado^{a,*}

^aFacultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California, México

*Autor de correspondencia: Eduardo Alberto López-Maldonado, elopez92@uabc.edu.mx

Palabras clave: Óxido de grafeno; quitosano; material híbrido; funcionalización; tratamiento de agua.

Resumen

La **justificación** de este trabajo radica en que la presencia de microcontaminantes, metales y compuestos persistentes en aguas domésticas e industriales exige materiales de bajo costo, alta funcionalidad superficial y obtención viable. En este contexto, el quitosano destaca por sus grupos amino e hidroxilo, capacidad de quelación y propiedades antimicrobianas, mientras que el óxido de grafeno aporta área superficial, grupos oxigenados y sitios de interacción. El **objetivo** fue analizar, adaptar y seleccionar rutas de funcionalización GO/CH para obtener un material híbrido con potencial aplicación en tratamiento avanzado de agua. La **metodología** consistió en comparar tres alternativas reportadas: i) incorporación directa de óxido de grafeno en solución ácida de quitosano, ajuste alcalino y reticulación con glutaraldehído; ii) preparación de óxido de grafeno magnético y posterior recubrimiento con quitosano; y iii) formación de un sistema Cu-quitosano acoplado a óxido de grafeno. Para la ruta experimental inicial se dispersó GO en una solución de quitosano preparada en ácido acético al 2%, se aplicó ultrasonido durante 20 min, agitación vigorosa durante 1 h, ajuste de pH hasta 11 con hidróxido de amonio al 1%, tratamiento térmico a 60 °C y reticulación con glutaraldehído. Además, se establecieron formulaciones escaladas en medio acuoso ácido, considerando variaciones en la cantidad de GO/CH y el peso molecular del quitosano. Los **resultados** del avance permitieron identificar que la funcionalización directa GO/CH es la ruta más viable para iniciar la síntesis, debido a que requiere menos reactivos, menor complejidad operativa y permite controlar variables críticas como relación GO/CH, pH, tiempo de sonicación, agitación, reticulación y secado. Las rutas magnética y Cu-quitosano/GO ofrecen ventajas específicas para recuperación o extracción, pero implican mayor número de etapas. Se concluye que el diseño propuesto constituye una base reproducible para sintetizar materiales híbridos GO/CH y evaluar posteriormente su desempeño como adsorbentes o soportes funcionales para remoción de contaminantes.

Referencias y citas bibliográficas

1. Aranaz, I.; Alcántara, A.R.; Civera, M.C.; Arias, C.; Elorza, B.; Heras Caballero, A.; Acosta, N., "Chitosan: An Overview of Its Properties and Applications", *Polymers*, Vol. 13, No. 19, 3256, 2021.
2. Peyroviyan, A.; Emtiazjoo, M., "Adsorption of sodium dodecyl benzene sulfonate surfactant from aqueous solutions using magnetic graphene oxide nanocomposite functionalized with chitosan", *Environmental Technology & Innovation*, Vol. 41, 104776, 2026.
3. Ozalp, O.; Issufo, M.A.M.; Soy lak, M., "Copper-chitosan modified with graphene oxide adsorbent for dispersive micro solid phase extraction of traces nickel from water and food samples", *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 149, 108676, 2025.

Agradecimientos: Se agradece a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la UABC por el apoyo académico y las facilidades para el desarrollo del avance experimental.



BIOÁNODO BASADO EN LA LEPTOSPIRILLUM FERRIPHILUM PARA APLICACIÓN EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Galván Mendoza, E.^a; Álvarez López, A.^a; Galindo de la Rosa, J.D.^{a*}

^a Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

*correo: juan.galindo@uaq.mx

Palabras clave: Celdas de combustible microbianas, bioánodos, nanofibras de carbono, *Leptospirillum ferriphilum*, bioelectroquímica.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito desarrollar y evaluar un bioánodo basado en la bacteria acidófila *Leptospirillum ferriphilum* inmovilizada sobre nanofibras de carbono (CNFs) para su aplicación en celdas de combustible microbianas (CCMs) para tratamiento de aguas contaminadas con alto contenido de hierro. La justificación de este trabajo radica principalmente en la creciente necesidad de implementar tecnologías sostenibles que permitan simultáneamente la generación de energía limpia y la remoción de contaminantes en aguas residuales industriales, particularmente hierro, cuyo impacto ambiental es significativo en sectores como la minería y la siderurgia. En este contexto, las CCMs representan una alternativa prometedora; sin embargo, su eficiencia está limitada por la transferencia de electrones en el bioánodo, lo que hace necesario optimizar la interacción microorganismo-electrodo y mejorar la estabilidad del sistema bajo condiciones reales de operación en sistemas bioelectroquímicos de tratamiento ambiental.

El objetivo principal fue evaluar el desempeño electroquímico del bioánodo modificado con CNFs y bacterias inmovilizadas, analizando su comportamiento bajo diferentes condiciones operativas. La metodología consistió en la funcionalización química de las CNFs mediante activación tipo EDC/NHS para favorecer la adhesión bacteriana, seguida de la inmovilización de *L. ferriphilum* en una matriz conductora basada en CNFs. La evaluación electroquímica se realizó mediante voltamperometría cíclica a distintas concentraciones de hierro, variaciones de pH y temperatura, así como voltamperometría de pulso diferencial (DPV) para el análisis de procesos redox específicos. Adicionalmente, se emplearon técnicas de cronoamperometría para evaluar la estabilidad de la corriente en el tiempo, mediciones de potencial de circuito abierto (OCP) para determinar la tendencia termodinámica del sistema, y titulaciones químicas para cuantificar la degradación de hierro en solución.

Los resultados mostraron un incremento en la respuesta electroquímica asociada a la oxidación de Fe^{2+} conforme aumentó la concentración del sustrato y la temperatura, mientras que el pH ácido favoreció la actividad electroquímica del sistema. Las curvas de DPV evidenciaron la presencia de picos anódicos característicos del proceso de oxidación del hierro, mientras que las pruebas de cronoamperometría indicaron una respuesta estable del bioánodo bajo condiciones controladas. Asimismo, las mediciones de OCP confirmaron la viabilidad del sistema para procesos bioelectroquímicos espontáneos. Las titulaciones evidenciaron una disminución en la concentración de hierro, sugiriendo actividad de degradación mediada por el sistema. En conclusión, el bioánodo desarrollado presenta un comportamiento electroquímico favorable y un potencial significativo para aplicaciones en CCMs, contribuyendo tanto a la generación de bioelectricidad como a la remediación de hierro en sistemas acuosos.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Zhou Q., Li R., Li T., Zhou R., Hou Z., Zhang X., "Interactions among microorganisms in iron oxidation systems", *Eco-Environment & Health*, Vol. 3, No. 1, p. 3–15, 2023.
2. Guo X., Cheng S., Cai W., Zhang Y., Zhang X.-a., "A review of carbon-based thermal interface materials: mechanism and applications", *Materials & Design*, Vol. 197, p. 109936, 2021.



ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN PLANTACIONES DE SORGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO.

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Gloria Sandoval Flores^a, Laura Gabriela Elvir Padilla^a, Roberto Gallardo M^b, Alexa Yanahí Lara Jiménez^a, Yazmín Martínez Chávez^a, Gabriel Hugo Orduña Ceron^a

^a Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa, Tamaulipas, México

^b Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile

gsandoval@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave: riego, sorgo, análisis fisicoquímico, contaminación

Resumen

En los últimos años se ha observado una tendencia a la baja en la producción de sorgo. De acuerdo con el Panorama Agroalimentario 2025, la producción nacional de sorgo en grano fue de aproximadamente 4.5 millones de toneladas, lo que representa una disminución del 6% en comparación con el año anterior, cuando se alcanzaron cerca de 4.8 millones de toneladas. A pesar de esta reducción, Tamaulipas continuó siendo el principal estado productor, contribuyendo con alrededor del 46% de la oferta nacional. Dentro del estado, los municipios con mayor producción incluyen Matamoros, Río Bravo y San Fernando. A nivel estatal, también se ha registrado una disminución significativa en la producción, estimada en aproximadamente un 25%. Entre los principales factores que han influido en esta situación se encuentran el incremento de la superficie siniestrada, que aumentó cerca de un 27% debido a condiciones climáticas adversas como la sequía, las restricciones del uso y calidad de cuerpos de agua en la zona, así como la disminución de aproximadamente un 20% en el precio pagado al productor por tonelada de sorgo. Estos factores han afectado la rentabilidad del cultivo, provocando que algunos productores reduzcan la superficie sembrada o abandonen parcialmente la actividad. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de las fuentes de riego usados en los cultivos de la zona de Río Bravo (Tamaulipas, México), en cada estación climatológica del año, para determinar si existen contaminantes que afecten el crecimiento de la planta del grano sorgo. Los parámetros determinados para cada muestra incluyeron al pH, temperatura, conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno (DQO), composición de elementos inorgánicos y análisis microbiológico. Los resultados obtenidos muestran un panorama de presencia de salinidad de 1980 – 4731 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cuyo principal responsable es el sodio. Los análisis microbiológicos revelan la presencia de organismos patógenos como Coliformes fecales, Salmonella y *E. Coli*. La salinidad se considera como principal factor que afecta el crecimiento de la planta sorgo.

Referencias

1. (N.d.). Gob.Mx. Retrieved April 20, 2026, from <https://panorama.agricultura.gob.mx/vista/productos.php>



MANTENIMIENTO Y MEJORAS IDENTIFICADAS AL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL SCALL

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Ana Lilia Maldonado Arellano^a, Consuelo Matias Garduño^a, María Alejandra Valentan González^a, Antonia Guillermina Rojas Fernández^a, Adriana Yamileth Almaráz Jiménez^a

^aUniversidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Carrera de Ingeniería Química, Cd. de México, México
iq.analilia@comunidad.unam.mx

Palabras clave: SCALL, lista de verificación, agua pluvial.

Resumen (Times New Roman 11 pt, negrita)

Este trabajo tuvo como **propósito** probar la funcionalidad e identificar mejoras al sistema de captación de agua pluvial SCALL instalado en la FES Zaragoza-UNAM Campus Cd. de México en el año 2020 [3]. Este sistema cuenta con tratamiento del agua captada utilizando ósmosis inversa [1,2] para obtener agua desmineralizada que cumple con las especificaciones requeridas en la ejecución de las actividades experimentales de los laboratorios de docencia de la carrera de Ingeniería Química. La **justificación** de este trabajo es el aprovechamiento sustentable del agua pluvial en lugares con escasez hídrica como la Cd. de México en donde se encuentra ubicada la FES Zaragoza, a través de mantener en condiciones convenientes de operación el SCALL que garantice obtener agua con las especificaciones requeridas. El **objetivo** central fue evaluar el estado físico de los componentes, realizar el mantenimiento necesario y asegurar la funcionalidad para el siguiente periodo de lluvias, considerando que el sistema queda en desuso durante el periodo de estiaje. La **metodología** consistió en revisar aspectos de seguridad para el acceso del operador, las condiciones y limpieza del área de captación, de las tuberías de conducción, de los tanques de almacenamiento y de los equipos de tratamiento, utilizando una lista de verificación diseñada y validada para tal efecto. Los **resultados** obtenidos a partir de la lista de verificación mostraron que, durante el periodo sin operarse, se presentaron daños a algunas tuberías, válvulas y conexiones, así como fugas menores. Se observó acumulación significativa no recomendable de hojas de árbol y sedimentos en el área de captación y canaletas, provenientes del ecosistema aledaño. Por lo que se realizaron actividades de mantenimiento correctivo menores y posteriormente limpieza, removiendo principalmente hojarasca de árbol. En **conclusión**, la revisión, el mantenimiento correctivo y las pruebas de operación realizadas al SCALL de la FES Zaragoza, lo deja en condiciones para usarse en el próximo periodo de lluvias. No obstante, se ha identificado como mejora la reubicación del área de captación a un espacio libre de follaje para evitar el ensuciamiento del área de captación y obstrucción de las tuberías de conducción del agua pluvial al tanque de almacenamiento.

Referencias y citas bibliográficas

1. Enríquez, U., Robles, J.E., “Puesta en marcha y acondicionamiento del Sistema de Captación de Agua Pluvial instalado en el Laboratorio de Ingeniería Química en el Campus II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza”, *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Químico. UNAM.* (2020).
2. Osorio, F., Torres, J.C, & Sánchez, M., “Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes: aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales”, Madrid: Díaz de Santos. (2010).
3. Gobierno de la Cd. de México. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), “Cosechar la lluvia, Manual para instalar un sistema de captación pluvial en tu vivienda”. (2020).



EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOPELÍCULA EN NANOFIBRAS PARA LA REMOCIÓN DE FÓSFORO EN AGUA DEL LAGO TEZOMOC

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Nayeli García Reyes, Francisco José Torner Morales, César Alejandro Zamora Barrios

Laboratorio de Procesos de Remoción de Contaminantes en Agua

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

Programa de Maestría en Ciencias Biológicas de la UNAM

nayegarciareyes07@gmail.com

Palabras clave: eutrofización, biopelícula, remoción de fósforo, lagos urbanos.

La eutrofización es un proceso natural en cuerpos de agua caracterizado por el incremento de fitoplancton debido al exceso de nutrientes como fósforo y nitrógeno (Kapsalis, 2021). En lagos urbanos o artificiales, este proceso suele tener origen antropogénico, ya que muchos son recargados con agua residual tratada con altas concentraciones de nutrientes. En general, la eutrofización impacta negativamente la calidad del agua, afectando la diversidad ecológica de estos sistemas (Ayele, 2021). Por ello, es necesario mejorar la calidad del agua en lagos urbanos, ya que además de su función ecológica en grandes urbes, también funcionan como zonas de recreación.

Los biorreactores con biopelícula representan una estrategia factible, ya que la inmovilización de microorganismos permite una mayor resistencia y un contacto prolongado con los contaminantes, favoreciendo su remoción. En este estudio se evaluó el desempeño de una biopelícula adherida a nanofibras en biorreactores alimentados con agua del Lago Tezomoc.

El desarrollo experimental se llevó a cabo en dos etapas. En la primera, se evaluó la remoción de fósforo, nitrógeno y demanda química de oxígeno (DQO) en cinco cepas bacterianas (TI, ATI 7m, BF, ED y TS), de las cuales se seleccionaron tres para la segunda etapa, en la cual, las cepas seleccionadas fueron inoculadas en biorreactores tipo batch con un volumen efectivo de 150 mL, mantenidos en condiciones estériles a 20 °C. El sistema operó durante 61 ciclos utilizando agua del lago prefiltrada y esterilizada, con un recambio del 50% del volumen y suplementación de glucosa (100 mg/L) en cada ciclo como fuente adicional de carbono. Los primeros 36 ciclos tuvieron una duración de 72 horas, reduciéndose a 48 horas en los ciclos restantes. En la primera etapa, la cepa BF presentó la mayor remoción de ortofosfatos (88%) en 72 horas, mientras que ED y ATI 7m alcanzaron 78.4% y 73.3%, respectivamente. Asimismo, ED mostró el mayor desempeño global, con remociones de fósforo (30.53%), DQO (47.83%) y amonio (40.07%). Estos resultados indican que cepas bacterianas provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales presentan capacidad para remover nutrientes en agua de un lago eutrofizado, lo que representa una alternativa para mejorar su calidad.

Referencias bibliográficas

1. Ayele, H. S., y Atlabachew, M. (2021). Review of characterization, factors, impacts, and solutions of lake eutrophication: Lessons for Lake Tana, Ethiopia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(12), 14233–14252.
2. Kapsalis, V. C., y Kalavrouziotis, I. K. (2021). Eutrophication - A worldwide water quality issue. En *Chemical lake restoration: Technologies, innovations and economic perspectives* (pp. 1–21). Springer.

Agradecimientos: Al proyecto CBF-2025-I-2766 de Ciencia Básica y de Frontera de la SECIHTI. Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM CVU. 2067053. A las Técnicas académicas Blanca Nieves Martínez Rodríguez y María Guadalupe Sáinz Morales del Laboratorio de Calidad de Agua, UIICSE y a las profesoras del Laboratorio de Microbiología Ambiental de la UIICSE, FES Iztacala. A las autoridades del parque urbano Tezomoc y de la alcaldía Azcapotzalco.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EVALUACIÓN DE UN PROCESO ANAEROBIO CON BIOMASA SOPORTADA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Mauricio-Herrera Cortés^{a,c}, Torner-Morales Francisco José^{a,c}, González-Tenorio Diana^a, López-Ojeda Gonzalo^b

a) Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México.

b) Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán, Ciudad de México.

c) Programa de maestría en Ciencias Biológicas de la UNAM.

herreracortesmauricio@gmail.com

Palabras clave: aguas residuales textiles, colorantes, biopelícula anaerobia, nanofibras, sulfatorreducción

La industria textil constituye uno de los sectores con mayor demanda hídrica y generando efluentes con carga contaminante compleja. Entre 70 y 150 m³ de agua son empleados por cada tonelada de tela teñida (Dos-Santos *et al.*, 2007). Los colorantes azo, representan entre el 60 y el 70% de los tintes sintéticos utilizados a nivel mundial, resultan recalcitrantes frente a los tratamientos aerobios convencionales por su estabilidad química, mientras que los procesos anaerobios con biomasa soportada representan una alternativa de interés, al favorecer la escisión enzimática de los enlaces azo (N=N) por azorreductasas microbianas y promueven una mayor densidad celular activa sobre soportes específicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño de un sistema anaerobio con biopelícula adherida a acarreadores de nanofibras en la remoción de contaminantes en agua residual textil cruda. Para ello, se operaron ocho biorreactores tipo batch de 150 mL con dos inóculos (lodo granular cervecero y lodos activados textiles) bajo distintas condiciones experimentales con y sin co-sustratos industriales (vinaza, agua de pasta dental y suero de leche), ajustando la relación DQO/sulfatos a 2:1, con recambio diario de 100 mL y monitoreo bisemanal de pH, ORP, sulfatos, sulfuros, color, FOS/TAC y sólidos suspendidos. Los resultados mostraron que la absorbancia a 436 nm disminuyó de manera consistente a lo largo del experimento, equivalente a eficiencias de remoción de color entre el 15 y el 45%, así como reducción de sulfatos con formación de sulfuros superiores a 300 mg/L en algunos tratamientos, confirmando la activación de rutas sulfatorreductoras. El sistema mantuvo además pH cercano a la neutralidad y potenciales redox negativos a lo largo de la experimentación. En conclusión, el proceso anaerobio de biomasa soportada sobre nanofibras mostró potencial para la remoción de colorantes en aguas residuales textiles, mostrando estabilidad operativa bajo condiciones heterogéneas y respaldando su factibilidad como alternativa para el tratamiento mixto de efluentes industriales.

Referencias bibliográficas

1. Dos-Santos, A. B., Cervantes, F. J., y van Lier, J. B. (2007). Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: Perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology*, 98(12), 2369–2385.
2. Kuhad, R. C., Sood, N., Tripathi, K. K., Singh, A., y Ward, O. P. (2004). Developments in microbial methods for the treatment of dye effluents. *Advances in Applied Microbiology*, 56, 185–213.
3. Talarposhti, A. M., Donnelly, T., y Anderson, G. K. (2001). Colour removal from a simulated dye wastewater using a two-phase anaerobic packed bed reactor. *Water Research*, 35(2), 425–432.

Agradecimientos: Al proyecto DGAPA-PAPIIT-UNAM IA205625, al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, a la beca SECIHTI número CVU 2067201. Al grupo de Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA), a la Mtra. Elizabeth Ramírez Flores y a la Dra. María Maricela Carrasco Yopez de Microbiología Ambiental FESI UIICSE, y a la Unidad de Proyectos y de Investigación en Ingeniería Ambiental (UPIIA) de la Facultad de Química de la UNAM.



REMOCIÓN DE ÁCIDO SULFÍDRICO UTILIZANDO ÓXIDO DE HIERRO EN UN REACTOR DE LECHO EMPACADO: MODELACIÓN Y SIMULACIÓN

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Alejandra Vidaña Reyes^a, Sergio Valle Cervantes^a, Carlos Francisco Cruz Fierro^a, Tania Montoya Garcia^a, Félix Alonso Alcázar Medina^a, Yolocauhtli Salazar Muñoz^a

^aDepartamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango, Ave. Felipe Pescador 1830 Ote. Durango, Dgo., 34080, México
a.svalle@itdurango.edu.mx

Palabras clave: Remoción de H_2S ; Reactor de lecho empacado; Modelación matemática; Curvas de ruptura; Simulación numérica.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo modelar y simular la remoción de ácido sulfhídrico (H_2S) en un reactor de lecho empacado utilizando óxido de hierro como material adsorbente/reactivo. La justificación de este estudio radica en la importancia de controlar las emisiones de H_2S , ya que se trata de un gas tóxico y corrosivo que representa riesgos para el medio ambiente, la salud y la infraestructura en diversos procesos industriales. En este contexto, el desarrollo de modelos matemáticos confiables permite comprender mejor el comportamiento del sistema y optimizar su operación.

El objetivo principal fue desarrollar un modelo matemático que describiera el perfil de concentración de H_2S a lo largo del reactor en función del tiempo, así como reproducir las curvas de ruptura reportadas experimentalmente en la literatura. Para ello, se formuló un modelo basado en balances de masa que considera fenómenos de convección, dispersión axial, transferencia de masa y reacción química. El sistema de ecuaciones diferenciales parciales resultante se resolvió numéricamente por discretización espacial, mediante el método de líneas con diferencias finitas, implementado en software con lenguaje Python.

La metodología consistió en la formulación del balance molar del reactor de lecho empacado, la definición del modelo cinético de reacción, en este caso el *Shrinking Core Model* (SCM), la implementación del sistema de ecuaciones en código y su validación con datos experimentales reportados en la literatura. El desempeño del modelo se evaluó mediante indicadores estadísticos como el coeficiente de determinación (R^2), el error cuadrático medio (RMSE) y la suma de cuadrados de los errores (SSE).

Los resultados mostraron que el modelo es capaz de reproducir adecuadamente las curvas de ruptura para distintas concentraciones de H_2S en la entrada, con valores de R^2 superiores a 0.95 en todos los casos analizados. En conclusión, el modelo desarrollado representa de manera satisfactoria el comportamiento del sistema y constituye una herramienta útil para el análisis y diseño de procesos de remoción de H_2S en lechos empacados.

Referencias y citas bibliográficas

1. Govindan, B., Tiwari, A., JN, U. K., Chandra Babu, J. S., TK, R., GN, S. K., SVG, R., P, T., y AK, K., “Numerical experimentation and validation of shrinking particle-gas reaction in a pilot plant downer reactor”, *Combustion Science and Technology*, Vol. 195, No. 2, p. 398–418, 2023.
2. Janetaisong, P., Lailuck, V., y Supasitmongkol, S., “Pelletization of iron oxide based sorbents for hydrogen sulfide removal”, *Key Engineering Materials*, Vol. 751, p. 449–454, 2017.
3. Long, N. Q. y Loc, T. X., “Experimental and modeling study on room temperature removal of hydrogen sulfide using a low-cost extruded Fe_2O_3 -based adsorbent”, *Adsorption*, Vol. 22, p. 397–408, 2016.
4. Sadegh-Vaziri, R. y Babler, M. U., “Removal of hydrogen sulfide with metal oxides in packed bed reactors—a review from a modeling perspective with practical implications”, *Applied Sciences*, Vol. 9, No. 24, p. 5316, 2019.



REMOCIÓN DE FÓSFORO DE AGUAS DE UN LAGO URBANO EUTROFIZADO MEDIANTE UN PROCESO DE BIOPELÍCULA DE SOPORTE FIJO

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Godínez Lora Esdras Emiliano, Torner Morales Francisco José, Zamora Barrios César Alejandro
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.
emilianogodinezl@gmail.com

Palabras clave: eutrofización, remoción de fósforo, lisis celular, biopelícula, lago urbano

Resumen

Los lagos urbanos enfrentan graves problemas de eutrofización debido a factores como el abastecimiento con agua tratada de baja calidad y la intensa actividad antropogénica (ADIP, 2024). Este deterioro ambiental está asociado al exceso de fósforo (P) y nitrógeno (N), que favorece la proliferación de cianobacterias como *Microcystis aeruginosa*, afectando el equilibrio ecológico y reduciendo los niveles de oxígeno disuelto (Ledesma et al., 2013). Ante esta problemática, los sistemas de remoción biológica de nutrientes (BNR), en particular los biorreactores de biomasa soportada, representan una alternativa eficiente (Ying et al., 2024).

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de eliminación de fósforo en un reactor discontinuo secuencial de biopelícula fija (FB-SBR) de dos litros, alimentado con agua de un lago urbano eutrofizado. El sistema operó con una carga de 3 L/día, un tiempo de ciclo de tratamiento de 8 horas y descargas del 50% del volumen por ciclo. Se emplearon nanofibras como soporte para organismos acumuladores de fosfatos (PAOs), favoreciendo la formación de biopelículas. Inicialmente, el sistema se enriqueció con 100 mg/L de glucosa para incrementar la DQO, reduciéndose posteriormente a 70 mg/L e incorporando productos de lisis celular (5–60 mg/L) como fuente alternativa de carbono. Dichos productos se obtuvieron mediante sonicación de la propia agua del lago urbano (30 W).

El monitoreo incluyó mediciones semanales y cinéticas de 8 horas. Las muestras se filtraron (0.45 µm) y se determinaron con kits HACH en un espectrofotómetro DR 6000, determinando nitratos totales, amonio, fosfatos y DQO.

Los resultados indican que el uso de nanofibras y fuentes de carbono derivadas de la biomasa local constituye una estrategia eficiente para la remoción de fósforo en ecosistemas urbanos eutrofizados. En particular, se observaron eficiencias de remoción de fosfatos de 4.13% con 100 mg/L de glucosa y de 66.5% con 70 mg/L de glucosa. Al emplear productos de lisis celular como fuente de carbono, se registró una desorción de fósforo del 112.58% a 5 mg/L, mientras que a concentraciones de 30 y 60 mg/L se alcanzaron remociones de 31.8% y 19.2%, respectivamente, evidenciando un comportamiento dependiente de la concentración del carbono biodisponible y posibles efectos inhibitorios o de liberación de fósforo a bajas concentraciones.

Referencias bibliográficas

1. ADIP. (2024). *Tezozómoc Park and Lake in Azcapotzalco*: Mexico City. <https://mexicocity.cdmx.gob.mx/venues/tezozomoc-park/?lang=es>
2. Ledesma, C., Bonansea, M., Rodríguez, C. & Sánchez, A., 2013. Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciencia Agronómica*, 44(3), pp. 419-425.
3. Ying, D., Kun, Z., Suqin, K., Yaqin, Z., Haidong, J., Rui, Y., & Juan, M. (2024). Enhanced biological phosphorus removal from wastewater and dynamics of microbial population in dual PAOs symbiosis system. *Journal of Water Process Engineering*, 57, 104579.

Agradecimientos: Al proyecto CBF-2025-I-2766 de Ciencia Básica y de Frontera de la SECIHTI. A las autoridades del parque urbano Tezozomoc y de la alcaldía Azcapotzalco.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

REMOCIÓN DE NUTRIENTES DE AGUAS DE UN LAGO EUTROFIZADO A

TRAVÉS DE UN BIOFILTRO DE NANOFIBRAS

Área: Ambiental

Modalidad: Oral

Pamela Arenas Montes de Oca, Francisco José Torner Morales, César Alejandro Zamora Barrios, Iván Andrés Arredondo Fragoso

Laboratorio de Procesos de Remoción de Contaminantes en Agua

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

pamelaarenas15@gmail.com

Palabras clave: Eutrofización, biofiltro, remoción biológica de nutrientes, lagos urbanos.

Resumen

La eutrofización es un estado de los cuerpos de agua que se caracteriza por un incremento en las concentraciones de nutrientes como nitrogenados y fosfatados, lo cual aumenta la probabilidad de que se produzcan florecimientos algales nocivos (FAN), que impactan negativamente en el ecosistema acuático. La implementación de tecnologías como los biofiltros puede aportar mayor adaptabilidad de la biomasa involucrada para la remoción del exceso de nutrientes. Este trabajo consistió en el montaje de un biofiltro a escala laboratorio con un soporte de nanofibra colonizada por la microbiota de un lago eutrofizado de un parque urbano. El biofiltro tuvo un suministro de glucosa que aumentó 100 mg/l de DQO para favorecer la remoción de fosfatados. Para el montaje y operación del sistema las condiciones fueron: 90 cm de malla de nanofibra dentro de un tubo de acrílico con flujo continuo y caudal promedio de 16.7 mL/h. Se analizaron las concentraciones de influente y efluente de los nutrientes amonio (NH_4^-), ortofosfatos (PO_4^{3-}), nitratos totales (NO_3^-) y demanda química de oxígeno (DQO), además se recopilaron los caudales de tratamiento y pH. El promedio de las tasas netas de remoción obtenidas fue de 379 $\mu\text{g/d}$ de PO_4^{3-} , 21 $\mu\text{g/d}$ de N-NO_3^- , 944 $\mu\text{g/d}$ de N-NH_4^+ , y 31 mg/d de DQO. La remoción y liberación de fosfatos fue cíclica, y en el caso de los nitrogenados, las mayores remociones se presentaron bajo condiciones de crecimiento inicial de la biomasa dentro del biofiltro. Los resultados sugieren que las remociones y liberaciones de nutrientes son cíclicas especialmente para los fosfatos y que dependen del estado de crecimiento de la biopelícula en el filtro. Además de que el desempeño estaría ligado a la configuración hidrodinámica del filtro.

Agradecimientos: Al proyecto CBF-2025-I-2766 de Ciencia Básica y de Frontera de la SECIHTI. A las Técnicas académicas Blanca Nieves Martínez Rodríguez, María Guadalupe Sáinz Morales y al Biol. Reynaldo Ayala Patiño del Laboratorio de Calidad de Agua, UIICSE y a las profesoras del Laboratorio de Microbiología Ambiental de la UIICSE, FES Iztacala. A las autoridades del parque urbano Tezozomoc y de la alcaldía Azcapotzalco.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

INGENIERÍA QUÍMICA VERDE Y SOSTENIBILIDAD: GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA FES-ZARAGOZA UNAM

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Alejandra Chávez Riveros

*^aFES-Zaragoza, UNAM, Iztapalapa, Ciudad de México, México,
alechavezriveros@comunidad.unam.mx*

Resumen

Este proyecto tiene como propósito desarrollar e integrar estrategias de química e ingeniería verde para la obtención de materiales funcionales mediante rutas sintéticas eficientes y la valorización de residuos. La relevancia de este estudio radica en la necesidad de transformar los procesos químicos tradicionales hacia modelos sostenibles que reduzcan la generación de desechos y promuevan la economía circular. En este contexto, se aborda la síntesis de polímeros potencialmente biodegradables y el aprovechamiento de residuos agroalimentarios, como aceite de cocina usado y cáscara de naranja, generados en entornos universitarios.

El objetivo fue diseñar rutas sintéticas sustentables para la obtención de compuestos funcionales, particularmente polímeros mediante reacciones multicomponente tipo Ugi-4C, así como desarrollar procesos de valorización de residuos para la producción de jabones sostenibles e incorporación de extractos naturales. La metodología incluyó la síntesis de polímeros a partir de diácidos, diaminas, aldehídos e isonitrilos bajo condiciones de alta economía atómica, así como la recolección, purificación y transformación de aceite residual mediante saponificación. Paralelamente, se implementaron estrategias para la obtención de aceites esenciales a partir de cáscara de naranja.

Los resultados muestran la síntesis exitosa de al menos seis polímeros con conversiones completas confirmadas por RMN e IR, los cuales presentan alta solubilidad en agua y comportamiento adhesivo. Asimismo, se logró estandarizar un proceso de obtención de jabones sólidos y líquidos, adecuados para aplicaciones de limpieza y el registro de una marca institucional (Es-Pumita). La purificación del aceite mediante extracción con agua resultó ser la estrategia más eficiente para eliminar olor y mejorar su calidad. Adicionalmente, se obtuvieron extractos de cáscara de naranja con potencial como aditivos funcionales. En conclusión, la integración de reacciones multicomponente con estrategias de valorización de residuos constituye una alternativa viable para el desarrollo de materiales y productos sostenibles, con impacto ambiental, académico y social.

Referencias y citas bibliográficas

1. P. Anastas, N. Eghbali, "Green chemistry: principles and practice", Chemical Society Reviews, Vol. 39, No. 1, p. 301–312, 2010.
2. B. Yang, Y. Zhao, Y. Wei, C. Fu, L. Tao, "The Ugi reaction in polymer chemistry: syntheses, applications and perspectives", Polymer Chemistry, Vol. 6, No. 48, p. 8233–8239, 2015.
3. R. A. Sheldon, "Green chemistry and resource efficiency: towards a green economy", Green Chemistry, Vol. 18, No. 11, p. 3180–3183, 2016.
4. C. Wattanakit, X. Fan, R. R. Mukti, A. C. Yip, "Green chemistry, catalysis, and waste valorization for a circular economy", ChemPlusChem, Vol. 89, No. 9, p. e202400389, 2024.
5. Secretaría de Salud, Secretaría de Economía, "Productos y servicios. Detergentes y jabones de uso doméstico. Especificaciones y métodos de prueba", Diario Oficial de la Federación, México, 2018.

Agradecimientos: Al financiamiento de PAPIIT (TA200426) y PAPIME (PE101426) por las becas otorgadas, la compra de reactivos, equipo y material diverso, así como el apoyo económico para la presentación de los resultados en congresos.



**EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD AMBIENTAL DE IMIDACLOPRID Y
CLORPIRIFOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL ALTIPLANO POTOSINO MEDIANTE
PROCESOS DE SORCIÓN**
Área: Ambiental
Modalidad: Oral

José Adalberto Grijalva López^a, Elsa Cervantes González^b, Victor Manuel Ovando Medina^b,

^a Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

^b Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, San Luis Potosí, México

elsa.cervantes@uaslp.mx

Palabras clave: Imidacloprid, clorpirifos, movilidad ambiental, suelos semiáridos, sorción.

Resumen

La presencia de residuos de pesticidas en suelos agrícolas representa una condición ambiental relevante, ya que estos compuestos pueden persistir, movilizarse o permanecer retenidos en la matriz edáfica según sus propiedades fisicoquímicas y las características del suelo¹. En regiones semiáridas, esta evaluación adquiere mayor importancia por la presión sobre los recursos hídricos y la posible transferencia hacia sistemas acuáticos². Aunque la adsorción y desorción son procesos determinantes para estimar la movilidad de pesticidas, su interpretación suele basarse en sistemas monocomponente; sin embargo, en condiciones agrícolas reales los compuestos pueden coexistir y modificar su retención. Por ello, el objetivo de este estudio fue la dinámica de adsorción-desorción de imidacloprid y clorpirifos en dos suelos agrícolas del Altiplano Potosino con diferente contenido de materia orgánica, considerando sistemas monocomponente y binarios. Los ensayos se realizaron mediante equilibrio en lote, conforme a la guía OECD 106³, en suelos con 1.67 y 2.72 % de materia orgánica, a 15 y 30 °C. En sistemas monocomponente se evaluaron isotermas individuales de adsorción-desorción, mientras que en sistemas binarios se empleó un diseño factorial 5². Las concentraciones en equilibrio se determinaron mediante HPLC-UV-Vis. Los datos se ajustaron a modelos matemáticos de isoterma y los efectos de temperatura, materia orgánica e interacciones fueron analizados mediante ANCOVA y modelos lineales generalizados. Los resultados evidenciaron comportamientos contrastantes. En sistemas monocomponente, el imidacloprid mostró isotermas cuasi lineales, ausencia de histéresis y valores de K_{oc} entre 23.47 y 97.30 L kg⁻¹, indicando baja retención y comportamiento móvil. En cambio, el clorpirifos presentó mayor afinidad por la fase sólida, con K_{oc} entre 3,328 y 13,785 L kg⁻¹, así como histéresis positiva en la mayoría de los tratamientos, consistente con retención parcialmente irreversible. En sistemas binarios, la temperatura, la materia orgánica y su interacción afectaron significativamente la adsorción de ambos pesticidas ($p < 0.0003$). Durante la desorción binaria, el imidacloprid presentó liberación neta, mientras que el clorpirifos mostró readsorción. En conjunto, los resultados demuestran que la movilidad potencial de ambos insecticidas depende de su naturaleza química, reversibilidad y comportamiento en mezclas, no sólo de su presencia en el suelo.

Referencias y citas bibliográficas

1. Bhandari G, Atreya K, Scheepers PTJ, Geissen V. "Concentration and distribution of pesticide residues in soil: Non-dietary human health risk assessment", *Chemosphere*, Vol. 253, 126594, 2020.
2. Francelino JWC, Azevedo FR, Oliveira AHB, Menezes JMC, Paula Filho FJ. "Water vulnerability to pesticide contamination in a Brazilian semiarid watershed", *Integrated Environmental Assessment and Management*, Vol. 19, No. 3, p. 804-816, 2023.
3. OECD. "Test No. 106: Adsorption-Desorption Using a Batch Equilibrium Method", *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 1*, OECD Publishing, 2000.



FOTODEGRADACIÓN DE COLORANTES EN AGUA CON DIÓXIDO DE TITANIO IMPREGNADO *Área: Ambiental* *Modalidad: Oral*

Gabriela Pérez Osorio ^a, José Carlos Mendoza Hernández ^a, José Ángel Vara Castañeda ^a, Teresa Sinaí Alcántara Gabriel ^a, José Eligio Moisés Gutiérrez Arias ^b

^a Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México,

^b Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México,
gabriela.perez@correo.buap.mx

Palabras clave: Fotocatálisis solar, negro solofenil, azul erionyl, azul de metileno, contaminación del agua.

Resumen

Los colorantes sintéticos representan un problema ambiental debido a su estabilidad química, resistencia a la biodegradación y potencial impacto sobre los ecosistemas acuáticos. El negro solofenil, el azul erionyl y azul de metileno son contaminantes recalcitrantes y difíciles de eliminar con métodos convencionales.

La fotocatálisis heterogénea con TiO₂, es una alternativa viable para la degradación de colorantes. Sin embargo, su uso en suspensión presenta limitaciones asociadas a su recuperación y reutilización, siendo la inmovilización del catalizador en soportes sólidos una alternativa recurrente.

En esta investigación se evaluó la degradación de negro solofenil, azul erionyl y azul de metileno en soluciones sintéticas de 1ppm mediante fotocatálisis solar por 4 h utilizando TiO₂ impregnado sobre láminas de vidrio. El proceso se evaluó mediante espectrofotometría UV-Vis y bioensayos con *Medicago sativa* para identificar posibles efectos tóxicos al final del tratamiento fotocatalítico.

Mediante la caracterización del catalizador impregnado se identificó la presencia de la fase cristalina anatasa, y un ancho de banda prohibido de 3.35 eV, lo que permite asegurar que tendrá un desempeño fotocatalítico adecuado. En el caso del negro solofenil se logró una degradación de 63.37%, para el azul erionyl fue de 92.62% y para el azul de metileno del 97.54%, lo que evidencia que la degradación depende directamente de la estructura química del colorante, siendo el negro solofenil el de mayor peso molecular y con estructura química molecular más compleja de los tres. En los bioensayos de toxicidad se evaluaron: la germinación relativa de las semillas (GRS), el crecimiento relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG), para las soluciones sintéticas iniciales y finales del proceso fotocatalítico. Se destaca que todos los parámetros aumentan al final del tratamiento de fotocatálisis solar, para el negro solofenil el IG pasó de 18.44% a 85.73%, para el azul erionyl de 55.01% a 62.46% y para el azul de metileno de 12.64% a 30.38%.

En esta investigación, el proceso de impregnación no limitó el desempeño fotocatalítico del TiO₂ logrando porcentajes altos de degradación de colorantes textiles y reduciendo la toxicidad de las muestras al final de la fotocatálisis solar.

Referencias y citas bibliográficas

1. Mehra, S., Singh, M., & Chadha, P., “Adverse Impact of Textile Dyes on the Aquatic Environment as well as on Human Beings”, *Toxicology International*, 28(2), 165-176, 2021.
2. Pedrini, L., Escalante, L., & Scalvi, L., “Deposition of TiO₂ thin films by dip-coating technique from a two-phase solution method and application to photocatalysis”, *Materials Research*, 24, 2021.
3. Rekik, I., Chaabane, Z., Missaoui, A., Chenari Bouket, A., Luptakova, L., Elleuch, A., & Belbahri, L., “Effects of untreated and treated wastewater at the morphological, physiological and biochemical levels on seed germination and development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), alfalfa (*Medicago sativa* L.) and fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)”, *Journal of Hazardous Materials*, 326, 165–176, 2017.



EFFECTO DE LOS MOFs A BASE DE ZINC SOBRE UN CONSORCIO MICROBIANO NITRIFICANTE

Área: Ambiental
Modalidad: Oral

Hernández-Martínez Gabriel R.^{a,b,d}, Arzola-Cruz A.^b, Fuentes-Ramírez Emma O.^d, Arceo-Ruiz Henry^c, Rincon Susana^c, Zepeda Alejandro

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México,

^bFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México,

^cDepartamento de Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México, Mérida, Yucatán, México,

^dBIOTECHVERA AC., Dirección de Investigación Científica, Orizaba, Veracruz, México

gabrielhernandez02@uv.mx

Palabras clave: Nitrificación, IC₅₀, especiación química, nanopartículas, MOFs

Resumen

Los compuestos metalorgánicos de zinc (Zn-MOF) son prometedores para aplicaciones ambientales, pero su efecto sobre procesos microbianos como la nitrificación aún no está completamente entendido^{1,2}. En este estudio se evaluaron los efectos de MOF-5, Zn(II)-MOF, Zn(II) y sus ligandos (ácido tereftálico y dpe) sobre la oxidación de amonio (OA) y de nitrito (ON) mediante ensayos microrespirométricos, junto con la caracterización fisicoquímica de los materiales antes y después de su interacción con el medio acuoso.

En la OA, todos los compuestos de zinc mostraron inhibición dependiente de la concentración, alcanzando valores máximos de 30.3 % (MOF-5), 57.3 % (Zn(II)-MOF) y 61.7 % (Zn(II)). El ligando BDC no inhibió e incluso estimuló ligeramente el proceso, mientras que el dpe presentó inhibición a altas concentraciones. El análisis cinético evidenció una disminución en OUR_{max} sin cambios en K_S , lo que indica un mecanismo de inhibición no competitiva³, principalmente asociado a la biodisponibilidad de Zn^{2+} libre. Esto sugiere que el Zn^{2+} es el principal responsable de la inhibición, con contribuciones adicionales de los ligandos. En contraste, la ON mostró menor sensibilidad. El MOF-5 presentó una inhibición notable, mientras que Zn(II)-MOF y Zn(II) tuvieron efectos mínimos. Los ligandos por sí solos causaron inhibición moderada solo a altas concentraciones. Para MOF-5, la reducción simultánea de OUR_{max} y K_S indicó una inhibición aparente de tipo acompetitivo³, sugiriendo que el efecto está ligado al material completo más que a la liberación de Zn^{2+} o a los ligandos individuales.

En conjunto, los resultados demuestran que la inhibición de la nitrificación por Zn-MOF depende del proceso y está determinada por la interacción entre la biodisponibilidad de Zn^{2+} , la química de los ligandos y las propiedades intrínsecas del material. Esto resalta la necesidad de evaluar integralmente todos los componentes de los MOF al considerar su impacto ambiental.

Referencias y citas bibliográficas

1. Hamarawf, R.F., "Antibacterial, antibiofilm, and antioxidant activities of two novel metal-organic frameworks based on 4,6-diamino-2-pyrimidinethiol with Zn and Co metal ions.", *RSC Adv*, Vol. 14, No. 13, p. 9080-9098, 2024
2. Terrón, D., Sanromán, A., Pazos, M. "Metal-Organic Frameworks: Next-Generation Materials for Environmental Remediation", *Catalysts*, Vol. 15, No. 3, p. 244, 2025
3. Dunn, I.J., Ingham, J., Heinzle, E., Prenosil, J.E., "Biological Reaction Engineering: Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples" second ed. Wiley- VCH, Weinheim. 2003

Agradecimientos: This work was supported by Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación "SECIHTI" (project 284140). SECIHTI financially supported Gabriel R. Hernández-Martínez (Postdoctoral Fellowship) and Abraham Arzola-Cruz (grant #842580).



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE SEMILLA DE GUAYABA EN LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO

Área: AMBIENTAL

Modalidad: Cartel

Jesús Arturo Martínez Pérez^a, Jesús Alejandro Claudio Rizo^a, Tirso Emmanuel Flores Guía^a, Denis Aidee Cabrera Munguía^a

^aMateriales Avanzados Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

arturo_perez@uadec.edu.mx

Palabras clave: azul de metileno, quimisorción, semilla de guayaba, tratamiento de agua

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la capacidad de adsorción del azul de metileno, para lo cual se empleó la semilla de guayaba como bioadsorbente. Este trabajo se justifica por la problemática ambiental asociada a la descarga de colorantes en aguas residuales, en la que compuestos como el azul de metileno presentan alta estabilidad química, lo que dificulta su eliminación mediante tratamientos convencionales y genera riesgos ecológicos. En este contexto, el uso de residuos agroindustriales como adsorbentes representa una alternativa sostenible, eficiente y de bajo costo [1].

El objetivo fue determinar la capacidad de adsorción de la semilla de guayaba, evaluando las variables de concentración, tiempo de contacto y temperatura durante el proceso. La metodología consistió en la recolección, el secado y la preparación del bioadsorbente. Posteriormente, se prepararon soluciones de azul de metileno a concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100 ppm. Las muestras fueron sometidas a agitación constante (200 ppm) y se realizaron mediciones de absorbancia ($\lambda=680$ nm) cada 30 minutos para determinar la concentración de los colorantes. Este procedimiento se llevó a cabo a distintas temperaturas (30, 40 y 50 °C) para analizar su efecto sobre la eficiencia del proceso de adsorción [2,3].

El análisis de los datos de adsorción del azul de metileno indica una cinética de segundo orden. Los datos de capacidad de remoción se ajustan adecuadamente a una isoterma de Langmuir, lo que es indicativo de un adsorbente cuya superficie tiene sitios de adsorción energéticamente uniformes y generalmente, corresponde a un proceso de quimisorción. Además, la ecuación de energía libre de Gibbs indica que se trata de un proceso exotérmico con una capacidad máxima de remoción de 16 mg de colorante/g de adsorbente, la cual prácticamente no cambia con el aumento de la temperatura. Esta quimisorción se atribuye a la interacción química entre los grupos funcionales de la semilla de guayaba (OH⁻, COOH⁻) y las cargas positivas del azul de metileno. En consecuencia, la semilla de guayaba se presenta como una alternativa viable y prometedora para el tratamiento de aguas contaminadas, cuya superficie puede modificarse químicamente para mejorar su capacidad de remoción.

Referencias y citas bibliográficas

1. M.P. Elizalde-González, V. Hernández-Montoya, "Guava seed as an adsorbent and as a precursor of carbon for the adsorption of acid dyes", Bioresource Technology, Vol. 100, No. 6, p. 2111–2117, 2009.
2. O. Pezoti, A.L. Cazetta, K.C. Bedin, L.S. Souza, A.C. Martins, T.L. Silva, O.O. Santos Júnior, J.V. Visentainer, V.C. Almeida, "NaOH-activated carbon of high surface area produced from guava seeds as a high-efficiency adsorbent for amoxicillin removal: Kinetic, isotherm and thermodynamic studies", Chemical Engineering Journal, 2015.
3. D.A. Cabrera-Munguía, E.R. Rocha-Vazquez, M.I. León-Campos, L.F. Cano-Salazar, T.E. Flores Guía, J.A. Claudio-Rizo, "Collagen-CMC xerogels for methylene blue adsorption: kinetic and thermodynamic parameters", Asian Journal of Applied Science and Technology, Vol. 9, No. 2, p. 100–109, 2025.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

FITORREMEDIACIÓN DEL ANTIBIÓTICO AZITROMICINA CON *PHRAGMITES* AUSTRALIS, ASISTIDO CON BACTERIAS

Área: Ambiental

Modalidad: Cartel

Raciel Lopez Torres, José Carlos Mendoza Hernández, Gabriela Pérez Osorio

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Correo: josecarlos.mendoza@correo.buap.mx

Palabras Clave: Fármacos, Rizodegradación, Fitorremediación, Aislamiento

Resumen

Introducción: el trabajo esta basado en la eliminación los antibióticos que corresponden a contaminantes emergentes. **Justificación:** el uso indiscriminado de antibióticos y la eliminación a cuerpos de agua hace que se tenga alteraciones en los organismos acuáticos y seas difícil de eliminar por los métodos convencionales de tratamiento, por lo que es necesario buscar alternativas como los sistemas de biorremediación. El **objetivo** de este trabajo de investigación es la biodegradación y/o biotransformación de azitromicina a través de la fitorremediación asistida con bacterias promotoras de crecimiento vegetal. La **metodología** el aislamiento de las bacterias fue de muestras de suelo contaminado con hidrocarburos y agua contaminada con antibióticos para poder aislar cepas de *Pseudomonas* y *Bacillos*. Para la determinación de la biodegradación se hizo en medio mínimo mineral con 50 ppm de azitromicina y a las 72 h se separó las bacterias y del sobrenadante se realizó un barrido mediante espectrofotometría UV-Vis de 200 a 800 nm para determinar la biodegradación. Posteriormente se realizó con *Phragmites australis* y también *Phragmites australis* con consorcios de bacterias promotoras de crecimiento vegetal, ambas con 50 ppm de azitromicina. Los **resultados** de la biodegradación de las bacterias corresponden a *Bacillus* LBSN5 con 74.98%; *Pseudomonas* KASH con 73.75, *Bacillus* LBSN4 con 79.75 y *Pseudomonas* KASH1 con 73.75. Con *Phragmites australis* la biodegradación fue 80% y las de plantas con consorcios bacterianos *Phragmites australis*- *Bacillus* LBSN4- *Pseudomonas* KASH1 93%. **Conclusión**, la fitorremediación de la azitromicina manejada en medios acuosos asistida con bacterias bacilos y pseudomonas realizan una degradación de hasta un 93% del contaminante, lo que pueden ser usados como sistemas de eliminación de azitromicina.

Referencias

- (S/f). Sciencedirect.com. Recuperado el 13 de mayo de 2026, de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/phytoremediation>
- Web, L. (2025, julio 22). ¿Qué es la fitorremediación? Técnicas de recuperación natural. Litoclean. <https://www.litoclean.com/blog/que-es-la-fitorremediacion/>



FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL *Phragmites australis* EN CIPROFLOXACINO Y LEVOFLOXACINO

Área: Ambiental (Biorremediación)

Modalidad: Cartel

Zabdiel Huerta Garrido, José Carlos Mendoza Hernández, Gabriela Pérez Osorio

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

Correo: josecarlos.mendoza@correo.buap.mx

Palabras Clave: Contaminantes Emergentes, Antibiótico, Fluoroquinolona, Biodegradación y Biotransformación.

RESUMEN

Las aguas residuales se han señalado como la principal vía de entrada de productos farmacéuticos al medio ambiente, porque recogen los residuos excretados tras la ingestión, estos productos se excretan en la orina y las heces, ya sea como compuestos inalterados o metabolitos. **Objetivo:** Evaluar la fitorremediación asistida por bacterias promotoras de crecimiento vegetal para la biodegradación y/o biotransformación de antibióticos de ciprofloxacino y levofloxacino. La **Metodología** se aislaron bacterias de suelo contaminado por hidrocarburo y con agua contaminada del río Atoyac, donde se lograron obtener cepas *Aeromonas* y *Pseudomonas* donde se midió su capacidad de ser bacterias promotoras de crecimiento vegetal mediante UV/VIS. Se realizaron ensayos a la concentración de 50 ppm por antibiótico, con consorcios de bacterias y la combinación de Plantas (*Phragmites Australis*) + los consorcios Bacterianos durante un periodo de 72h. Transcurrido el periodo se separó el sobrenadante mediante centrifugación a 11000 rpm durante 10 min que nos permite realizar un barrido espectrofotométrico en la región UV/Vis de 200 a 800 nm para determinar la concentración de biodegradación.

Resultados de la biodegradación con consorcios bacterianos de *Aeromonas* y *Pseudomonas* fue de 17%, sin embargo, al poner los procesos de fitorremediación-consorcios bacterianos se presentó una biotransformación, y una degradación 95%. A las 72 h.

Conclusión La fitorremediación asistida con bacterias promotoras de crecimiento vegetal es una alternativa buena para el mejoramiento de los sistemas de biodegradación de los antibióticos por su mejora en los porcentajes de biodegradación y ayuda a disminuir el estrés de la planta.

Referencias y citas bibliográficas

Rodríguez-Mozaz, S., & Weinberg, H. S. (2010). Meeting report: Pharmaceuticals in Water: An interdisciplinary approach to a public health challenge. *Environmental Health Perspectives*, 118(7), 1016–1020.

Shi, Q., Kaur, P., & Gan, J. (2023). Harnessing the potential of phytoremediation for mitigating the risk of emerging contaminants. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 32, 100448. Elsevier.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL Y PHRAGMITES AUSTRALIS DE ALGESTONA-ESTRADIOL Y PROGESTERONA

Área: Ambiental (Remediación)

Modalidad: Cartel

Saúl Gonzalo Alcalá Ramos, José Carlos Mendoza Hernández, Gabriela Pérez Osorio.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México.

Correo: josecarlos.mendoza@correo.buap.mx

Palabras clave: Hormonas, Contaminante emergente, Biotransformación

RESUMEN

El propósito del trabajo es la remediación de contaminantes emergentes. La **justificación** se debe a que los contaminantes emergentes son sustancias en el ambiente que no están reguladas, pero tienen el potencial de causar daños a la salud o el ambiente, aun en muy bajas concentraciones, las cuales son persistentes, bioacumulables y dentro de estas encontramos a las hormonas.

Objetivo: Evaluar el método de fitorremediación asistido por bacterias promotoras de crecimiento vegetal de Algestona-Estradiol y Progesterona. La **metodología** consistió en aislar cepas de suelos contaminados por hidrocarburos y del río Atoyac, logrando obtener cepas de *Bacillus* y *Pseudomonas*, estas fueron nombradas conforme al medio de crecimiento y a la muestra en cuestión. Se realizó los ensayos a concentraciones de 50ppm de los contaminantes, con bacterias, plantas (*Phragmites australis*) y combinación bacterias-plantas, durante un periodo de 72h. Una vez transcurrido el tiempo se separó el sobrenadante mediante centrifugación a 11 000 rpm durante 10 minutos y de éste se realizó un barrido espectrofotométrico en la región UV/VIS de 200 a 800 nm para determinar la concentración de biodegradación.

Resultados de la biodegradación de bacterias con las hormonas, corresponden a *Bacillus* LBSN4 con 84.03%, a *Pseudomonas* KAAH con 70.19%, y a *Pseudomonas* KAAH con 65.53% para Algestona-Estradiol, mientras que para la Progesterona los porcentajes de degradación fueron de *Pseudomonas* KAAH con 100 %, y de *Pseudomonas* KASH1 con 60.49 % y para las dos hormonas en conjunto se reportaron los porcentajes fueron de *Pseudomonas* KAAH con 61.69 %, *Bacillus* LBSN3 con 75.22% y *Bacillus* LBSH1 con 76.38%. En la fase de la fitorremediación con *Phragmites australis* los porcentajes de degradación de las hormonas en conjunto a las 72 h, y se fue del 85%; mientras que para la fase de fitorremediación asistida por BPCV, los porcentajes fueron de *Phragmites australis*-*Pseudomonas* KAAH 93.97%, *Phragmites australis*- *Bacillus* 100% y *Phragmites australis*- *Pseudomonas* KASH1 100%.

Conclusión La Fitorremediación asistida con bacterias promotoras de crecimiento vegetal es una muy buena alternativa para mejorar los sistemas de biodegradación de hormonas, ya que mejora el porcentaje de biodegradación y disminuye el estrés de la planta.

Referencias y citas bibliográficas

Grzegorzek, M., Wartalska, K., & Kowalik, R. (2024). Occurrence and sources of hormones in water resources-environmental and health impact. *Environmental science and pollution research international*, 31(26), 37907–37922. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33713-z>



SÍNTESIS DE CATALIZADORES NiMoW/SBA-16 PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE ACEITE DE PALMA

Área: Ambiental

Modalidad: Cartel

Luz Aylin Delesma Alvarez^a, Lucia Guadalupe León Ayala^a, José Armando Olmos López^a, Ebelia del Ángel Meraz^a, David Guerrero Zárate^a, David S. García Zaleta^a, María Guadalupe Hernández Cruz^{*a}

^a Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-DAMJM, Jalpa de Méndez, Tabasco, México
mguadalupe.hernandez@ujat.mx

Palabras clave: Catalizadores, biodiésel, aceite de palma.

Resumen

El proceso de obtención de biodiésel puede realizarse mediante catalizadores homogéneos o heterogéneos, cada uno con ventajas y desventajas. Aunque los catalizadores homogéneos destacan por su bajo costo y altos rendimientos, la catálisis heterogénea representa una alternativa atractiva al emplear catalizadores sólidos en la reacción de transesterificación, lo que facilita la separación y purificación de los productos [1,2]. En este trabajo se evaluó el efecto de la adición de tungsteno y molibdeno en catalizadores de níquel soportados en SBA-16 para la transesterificación de aceite de palma. Los catalizadores bimetalicos se sintetizaron con 19 % p/p de Mo o W y una relación molar $Ni/(Ni-x)=0.2$ ($x = Mo$ o W). El catalizador trimetalico NiMoW se preparó con 10 % p/p de Mo y W, y 3 % p/p de Ni. La caracterización fisicoquímica de los materiales se realizó mediante fisisorción de N_2 , difracción de rayos X, espectroscopía UV-visible de reflectancia difusa, FTIR, Raman y microscopía electrónica de barrido. El desempeño catalítico de los materiales en fase óxido, se evaluó en un reactor tipo Parr a 235 °C y 25 bar de presión durante 2 horas. El catalizador más activo se evaluó también en su estado sulfurado. Se determinó densidad, viscosidad y poder calorífico del biodiésel obtenido. Los resultados indicaron que el catalizador NiW presenta especies de tungsteno en coordinación octaédrica, ausentes en los demás materiales, lo que se asocia con su mayor actividad. Este catalizador alcanzó el mayor rendimiento (39 %), seguido por NiMoW (38 %) y NiMo (30 %). Al evaluarse en estado sulfurado, el catalizador NiW duplicó su rendimiento hasta 78 %. El biodiésel obtenido con catalizadores en fase óxido mostró propiedades fisicoquímicas cercanas a los estándares internacionales. Sin embargo, el biocombustible producido con el catalizador sulfurado presentó una viscosidad elevada, superando los límites permisibles establecidos en la normativa.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cabello C., Rincón S., Zepeda A. "Catalizadores heterogéneos utilizados para la obtención de biodiesel". *Afinidad*, 74, 51-p. 59. 2017
2. Volonterio E., Bussi J., Castiglioni J., Vieitez I., Jachmanián I. "Hidrotratamiento catalítico de aceites vegetales para la producción de biocombustibles líquidos", *INNOTECH*, 14, p. 37-43. 2017

Agradecimientos: Se agradece el apoyo financiero al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco. Convocatoria 2022 Generación y Aplicación de Conocimientos: Economía Circular. Proyecto Numero: PRODECTI-2022-01/57



**REMOCIÓN DE ROJO CONGO EMPLEANDO SEMILLA DE GUAYABA COMO
BIOADSORBENTE**
Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

Sofía Abigail Hernández Jasso^a, Jesús Alejandro Claudio Rizo^a, Lucía Fabiola Cano Salazar^a, Denis Aidee Cabrera Munguía^a

^aMateriales Avanzados Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

sofia_jasso@uadec.edu.mx

Palabras clave: rojo Congo, fisisorción, biosorbente, isoterma de Langmuir

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo realizar un estudio cinético y termodinámico para evaluar la capacidad de adsorción del rojo Congo mediante semilla de guayaba. La justificación se basa en la descarga de colorantes provenientes de la industria textil en las aguas residuales, una problemática ambiental, en la que el rojo Congo sirve como colorante modelo debido a su alta estabilidad química. En este sentido, la semilla de guayaba representa un residuo agroindustrial y, a la vez, una alternativa prometedora y de bajo costo [1].

El objetivo principal fue determinar la capacidad de adsorción del polvo de semilla de guayaba frente a diferentes concentraciones de colorantes, así como analizar la influencia del tiempo de contacto y de la temperatura en el proceso. La metodología consistió en la separación de la semilla de la pulpa, el secado, la molienda y el tratamiento térmico a 80 °C durante 12 h. Se prepararon soluciones de rojo Congo a concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100 ppm, a las que se les añadieron 0.5 % en peso de adsorbente y se mantuvieron bajo agitación a 200 rpm. Realizándose mediciones de absorbancia cada 30 minutos con una $\lambda=498$ nm. Finalmente, en el estudio termodinámico se evaluó la adsorción a 30, 40 y 50 °C [2].

Los datos cinéticos indican una adsorción de segundo orden que alcanza el equilibrio en un intervalo de 2 a 3 h, siendo más rápida a medida que aumenta la temperatura. De acuerdo con la isoterma de Langmuir, se obtuvo una capacidad máxima de adsorción de 24 mg de colorante por g de adsorbente. Además, el análisis termodinámico indica un proceso ligeramente exotérmico, lo que sugiere la presencia de fisisorción y quimisorción, siendo esta última la etapa limitante. La fisisorción se atribuye a fuerzas de van der Waals, interacciones π - π , interacciones electrostáticas y puentes de hidrógeno. Y la quimisorción del rojo Congo en grupos funcionales activos de la semilla de guayaba (C=O, OH-, COOH-) [3]. Lo anterior, demuestra que la semilla de guayaba representa un biosorbente prometedor cuya capacidad de remoción de colorante puede ser mejorada mediante una modificación química.

Referencias y citas bibliográficas

1. M.P. Elizalde-González, V. Hernández-Montoya, "Guava seed as an adsorbent and as a precursor of carbon for the adsorption of acid dyes", *Bioresource Technology*, Vol. 100, No. 6, p. 2111–2117, 2009.
2. D.M. Musah, Y. Azeh, J.T. Mathew, M. T. Umar, Z. Abdulhamid, A.I. Muhammad, "Adsorption kinetics and isotherm models: a review", *Caliphate Journal of Science & Technology* 1, p. 20-26, 2022.
3. A.T. Ojedokun, O.S. Bello, K.C. Bedin, "Kinetic modeling of liquid-phase adsorption of Congo red dye using guava leaf-based activated carbon", *Applied Water Science*, p. 1965-1977, 2017.



EVALUACION FISICOQUIMICA DE HIDROGELES DE HEC/AAM PARA POSIBLE USO AGRICOLA

Área: Ambiental

Modalidad: Cartel

Paula Gabriela Sánchez Hernández, Karola Abigail Guerrero Martínez, Jesús Alejandro Claudio Rizo, Sofía Estrada Flores, Tirso Flores Guía*

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

*tirsofloresguia@uadec.edu.mx

Palabras clave: hidrogeles, celulosa, acrilamida, suelo salino

Resumen

En México, cerca del 60% de la superficie del país está constituida por áreas de riego en zonas áridas; de esta superficie, los suelos salinos presentan una problemática adicional, sobre todo en el norte del país (Coahuila y Durango), ya que este problema se agrava con el uso de aguas ricas en sales. Si esto se combina con un manejo inadecuado de los suelos, se produce un deterioro progresivo de estos, lo que disminuye la producción y la calidad de las cosechas. La **justificación** de este trabajo radica en que el estado de Coahuila cuenta con una alta proporción de agricultura de riego, donde el 56,5 % de su superficie corresponde a zonas áridas y semiáridas, por lo que se espera que esta problemática sea de proporción similar. Es importante señalar que las regiones secas son susceptibles a la salinización debido a la alta evaporación, la escasa precipitación y las características inherentes del suelo [1,2]. Si bien existen diversos tratamientos para eliminar la salinidad del suelo, una opción viable es el uso de hidrogeles superabsorbentes, ya que estos no presentan efectos adversos a las plantas y al ambiente. Por este motivo, el **objetivo** del presente trabajo es sintetizar y evaluar fisicoquímicamente hidrogeles de celulosa reforzados con acrilamida obtenidos mediante radicales libres, con la finalidad de utilizarlos como reserva de agua y adsorbentes de iones salinos.

La **metodología** consistió en sintetizar hidrogeles mediante el mezclado en solución. Se modificó la celulosa (HEC) al reticularla con un monómero de acrilamida (Aam) en presencia del persulfato de potasio como iniciador de radicales libres, purgando la solución con nitrógeno para remover el oxígeno disuelto. La solución se mantuvo en agitación constante y a temperatura de 70°C hasta completar la polimerización. Una vez obtenido el xerogel, este fue caracterizado por espectroscopia de infrarrojo y se evaluó su comportamiento en diversos medios (ácido, básico, neutro y salino) para determinar la influencia de la relación HEC/Aam en las propiedades fisicoquímicas.

Los **resultados** mostraron la presencia de los principales grupos funcionales y cómo estos se modifican al adicionar el persulfato de potasio. En el espectro de FTIR se observa que la HEC presentó una disminución en la banda del grupo hidroxilo (OH-), mientras que en la acrilamida desaparece el enlace vinilo, lo que indica la formación de especies reactivas debido al KPS generando una reacción de polimerización por injerto donde la HEC es la cadena principal [3], con cadenas laterales de poliacrilamida. Por otro lado, las cinéticas de hinchamiento indican una marcada influencia de la relación en masa de acrilamida con respecto a la hidroxietilcelulosa, siendo la más estable y con mejor hinchamiento en medio salino la muestra HEC/AA 0.5/2.

Referencias y citas bibliográficas

1. Comisión Nacional Forestal (2022). Programa Operativo de Sanidad Forestal del Estado de Coahuila. <https://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/02%20Informes%20de%20acciones%20operativas/DiagnosticosEstatales/2022/Coahuila.pdf>.
2. Zamudio G. et al. Delimitación de áreas salinas en el distrito de riego de Caborca, Sonora, México. *Terra Latinoamericana* 22: 91-97. E-ISSN: 2395-8030, 2024
3. Erkselius S and Karlsson O, Free radical degradation of hydroxyethyl cellulose. *Carbohydrate Polymers* 62 (2005) 344–356, 2005.

Agradecimientos: Se agradece a la UAdeC a través del programa IMPULSA DIP-UADEC 2025-40



OBTENCIÓN DE POLIESTIRENO SULFONADO PARA LA REMOCIÓN DE UN COLORANTE *Área: Ambiental* *Modalidad: Cartel*

Itzel Alejandra Sifuentes Murillo^{a*}, Víctor Manuel Ovando-Medina^a, Iveth D. Antonio-Carmona^b, I. Ovando-Medina^c

^a Ingeniería Química, Unidad Académica Multidisciplinaria Region Altiplano-UASLP, Matehuala San Luis Potosí, México,
A276300@alumnos.uaslp.mx

^b Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315
Saltillo, Coah., Mexico.

^c Instituto de Biociencias, Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Príncipe Akishino s/n, colonia Solidaridad 2000,
Tapachula, 30798, Chiapas, México.

Palabras clave: Sulfonación, remoción de colorante, poliestireno, Síntesis.

Resumen

La contaminación por colorantes sintéticos en aguas residuales industriales representa un reto ambiental debido a su alta estabilidad, toxicidad y resistencia a procesos convencionales de tratamiento [1, 2]. En este trabajo se presenta la síntesis de un polímero sulfonado obtenido a partir de poliestireno expandido reciclado (platos de unicel), diseñado para la remoción de colorantes en medios acuosos. El enfoque parte de la valorización de residuos plásticos posconsumo, transformándolos en un material funcional mediante un proceso de sulfonación química que introduce grupos $-\text{SO}_3^-$ en la estructura del polímero. Estos grupos confieren propiedades de interacción electrostática con moléculas de colorantes, especialmente de tipo catiónico, lo que abre la posibilidad de emplear este material como adsorbente en sistemas de tratamiento de aguas. Se realizó primero la síntesis del agente sulfonante a partir de anhídrido acético, ácido sulfúrico y diclorometano, obteniendo acetil sulfato como compuesto activo. Posteriormente, 3 g de poliestireno expandido fueron sulfonados mediante reacción controlada a 35 °C durante 2 horas. El material obtenido fue lavado, secado y caracterizado fisicoquímicamente. El poliestireno sulfonado (S-PSty) fue caracterizado mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para confirmar la incorporación de grupos sulfona en la matriz polimérica, identificando las señales características de las vibraciones de enlace $\text{S}=\text{O}$. También se realizaron pruebas de adsorción del colorante azul de metileno en fase acuosa, para lo cual, 0.1 g de (S-PSty) fueron puestos en contacto con 40 mL de una solución de azul de metileno a 20 mg/L de concentración inicial. Se tomaron muestras de la fase acuosa cada 1, 5, 10, 15, 30, 45 y 60 min, se centrifugaron y se analizaron mediante UV/Vis para determinar la concentración residual de colorante en el agua y determinar la cinética de adsorción. Los resultados demostraron que, a mayor cantidad de S-PSty, la adsorción fue más rápida y eficiente, logrando una remoción casi completa con 0.1 g en 1 hora. Se sugiere que la adsorción está controlada principalmente por interacciones electrostáticas entre los grupos sulfona del polímero y las moléculas cargadas del colorante.

Referencias

1. Hosny, N. M., Gomaa, I., & Elmaghary, M. G. (2023). *Adsorption of polluted dyes from water by transition metal oxides: A review. Applied Surface Science Advances*, 15, 100395.
2. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (s.f.). *Contaminación generada por colorantes de la industria textil*. Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, 3(1).

Agradecimientos: a la M.C.A. Camerina Janeth Guzmán Álvarez por su ayuda en el uso del equipo de infrarrojo.



DEGRADACIÓN DE CIPROFLOXACINO MEDIANTE UN SISTEMA SECUENCIAL: FOTOCATÁLISIS - MICROBIOLÓGICO

Área: Ambiental

Modalidad: Cartel

Gabriela Pérez Osorio 1^a, José Carlos Mendoza Hernández 2^a, Xarol Belen Mora Hernández 3^a
^a Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México,
gabriela.perez@correo.buap.mx

Palabras clave: ciprofloxacino, fotocátalisis solar, $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$, biorremediación.

Resumen

El agua es esencial para la vida y fundamental para los procesos agrícolas e industriales, sin embargo, la sobreexplotación y contaminación han provocado su escasez, por lo que el saneamiento de las aguas residuales surge como una estrategia para incorporarla en diversas actividades. En las aguas residuales hay varios contaminantes emergentes que con métodos convencionales de tratamiento no es posible removerlos, como los antibióticos, que aún en bajas concentraciones provocan efectos como bioacumulación y persistencia, de ahí la necesidad de integrar tecnologías que permitan la remoción de estos contaminantes para salvaguardar el equilibrio en los ecosistemas y la salud humana.

En esta investigación se evaluó el acoplamiento de un sistema secuencial: fotocátalisis–microbiológico para la degradación de ciprofloxacino (CIP). Se realizaron pruebas de fotocátalisis heterogénea usando como catalizador $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ y una solución acuosa de CIP de 25 ppm, inicialmente se realizó la prueba de oscuridad (2h) y posteriormente la fotocátalisis solar (4h) con agitación continua y aireación. Mientras que, el proceso microbiológico inició con el aislamiento de cepas microbianas provenientes de muestras de los ríos Atoyac y Papaloteno, de las cuales mediante pruebas preliminares se lograron aislar e identificar 5 cepas con mayor porcentaje de degradación de CIP; *Morganella morganii*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella spp*, *Shigella sonnei*. Se procedió a inocular las cepas aisladas y a formar 2 consorcios.

Se logró una degradación fotocatalítica de CIP del 90% y con el proceso microbiológico la degradación fue del 98.7% con *Pseudomonas aeruginosa*, es decir, mediante la fotocátalisis se redujo la complejidad de la molécula permitiendo que la actividad microbiológica mineralizara con mayor facilidad. Así mismo, mediante pruebas de toxicidad con *Medicago sativa*, durante un tiempo de exposición de 120 horas, se evaluó que la toxicidad del agua al final del sistema secuencial disminuyó, ya que el índice de germinación pasó de 7.9% para el agua no tratada hasta 53.9% para el agua tratada. Finalmente, al usar agentes biológicos en la biorremediación y radiación solar en la fotocátalisis, se reducen costos, por lo que el acoplamiento del sistema es una opción para la remoción de contaminantes emergentes en el agua.

Referencias y citas bibliográficas

1. Feng, N.-X., Yu, J., Xiang, L., Yu, L.-Y., Zhao, H.-M., Mo, C.-H., Li, Y.-W., Cai, Q.-Y., Wong, M.H., & Li, Q. X., “Co-metabolic degradation of the antibiotic ciprofloxacin by the enriched bacterial consortium XG and its bacterial community composition”, *The Science of the Total Environment*, 665, 41–51, 2019.
2. Hassani, A., Khataee, A., & Karaca, S., “Photocatalytic degradation of ciprofloxacin by synthesizing TiO_2 nanoparticles on montmorillonite: Effect of operation parameters and artificial neural network modeling”, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 409, 149–161, 2015.
3. Vilca, F., Ponce, T. E., Loayza, O. D., Junqueira, L., Galarza, N., Leon, R., Maldonado, I., Quiróz, C. N., & Tornisielo, V. (2021) “Antibiotic Ciprofloxacin in Irrigation Water: Its Effect on *Medicago sativa* (Alfalfa), Including Carbon Fixation and Root Growth”, *Environmental Engineering Science*, 41(7), 271–277, 2021.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SINTESIS DE UN COMPOSITO DE QUITOSANO/PIRROL PARA ADSORCIÓN DE UN COLORANTE

Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

María Guadalupe Salinas Martínez*, Víctor M. Ovando-Medina

Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carr. a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, SLP, México, 78700.
a317031@alumnos.uaslp.mx

Palabras clave: quitosano-pirrol, adsorción, negro reactivo 5, UV-Vis, colorante.

Resumen

Debido a que los colorantes sintéticos representan una fuente significativa de contaminación hídrica por su elevada estabilidad química y difícil degradación [1], el presente estudio tuvo como propósito sintetizar un material compuesto de quitosano/pirrol y evaluar su desempeño como adsorbente para la remoción del colorante Negro Reactivo 5 en solución acuosa. La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de desarrollar materiales eficientes, de bajo costo y ambientalmente sostenibles para el tratamiento de efluentes textiles.

El objetivo principal fue determinar la capacidad de adsorción del material sintetizado utilizando diferentes cantidades de adsorbente (1.0, 0.075 y 0.05 g), mediante la medición de la reducción en la concentración del colorante por espectrofotometría UV/Vis. La metodología incluyó la síntesis del compuesto quitosano-pirrol, la preparación de soluciones de Negro Reactivo 5 y la realización de pruebas de adsorción bajo distintas condiciones de masa. Posteriormente, las muestras fueron analizadas en un intervalo de 400 a 900 nm, identificando una absorbancia máxima cercana a 595-600 nm como parámetro de evaluación. De manera complementaria, se hicieron caracterizaciones mediante FTIR del compuesto para identificar los grupos funcionales presentes en el material.

Los resultados mostraron que a mayor cantidad de compuesto adsorbente, mayor es la cantidad de colorante removida y en menor tiempo. Estos hallazgos sugieren una relación importante entre la cantidad de adsorbente y la disponibilidad de sitios activos para la remoción del colorante.

En conclusión, el compuesto quitosano/pirrol mostró potencial como material adsorbente para la eliminación de colorantes textiles con perspectivas prometedoras para aplicaciones en tratamiento de aguas residuales industriales.

Referencias

1. Crini, G., "Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review", *Bioresource Technology*, Vol. 97, No. 9, p. 1061-1085, 2006.



DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES OPTIMAS EN LA DEGRADACIÓN SOLAR DEL VERDE MALAQUITA EN COMPOSITO $V_2O_5:TiO_2/SA/PVP$

Área: Ambiental.

Modalidad: Cartel.

Adolfo Romero Galarza^{a*}, Lorena Farías Cepeda^a, Estefany Arisbeth Moreno Rodríguez^a, Sandra Luz Casteñón Alonso^b, Jesús A. Claudio-Rizo^a.

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^bDepartamento de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 02128, Ciudad de México, México

* a_romero@uadec.edu.mx.

Palabras clave: fotodegradación, colorantes, irradiación solar.

Resumen

Una gran cantidad de compuestos orgánicos nocivos para la vida vertidos en ríos, lagunas y mares requieren de tratamientos especiales para su eliminación. Entre las alternativas propuestas destaca la fotocatalisis heterogénea, siendo el dióxido de titanio (TiO_2) uno de los fotocatalizadores más utilizados por su alta fotoestabilidad y fotosensibilidad [1]. Para superar sus limitaciones, como baja adsorción de contaminantes orgánicos, difícil recuperación de nanopartículas y su amplia banda prohibida con alta recombinación electrón-hueco, se sintetiza un nanomaterial compuesto por alginato de sodio (SA) y polivinilpirrolidona (PVP), donde el SA aporta biodegradabilidad y el PVP mejora porosidad y adsorción [2, 3, 4]. Además, se incorpora óxido de vanadio (V_2O_5) como dopante para reducir la banda prohibida hacia la región visible.

El verde malaquita (VM), un colorante usado en papel, cuero, seda, lana, yute, algodón o como antibiótico en la acuicultura por su efectividad y bajo costo [5, 6]. Representa un riesgo significativo para los organismos vivos, motivo por el cual ha sido prohibido en diversos países pues su presencia en aguas residuales puede causar mutagénesis, toxicidad respiratoria, carcinogénesis entre otros efectos adversos [7].

A través del método de optimización de un solo factor, se determinaron las mejores condiciones para su degradación solar, evaluando parámetros como concentración de contaminante, carga de catalizador y tiempo de reacción.

Referencias

1. Caceres Vázquez J. (2002). "Evaluación Analítica y Optimización de Procesos de Oxidación Avanzada en Planta Piloto Solar". Universidad de Almería.
2. Ellessawy, N. A., Gouda, M. H., Elnouby, M. S., Zahran, H. F., Hashim, A., Abd El-Latif, M. M., & Santos, D. M. (2021). "Novel sodium alginate/polyvinylpyrrolidone/ TiO_2 nanocomposite for efficient removal of cationic dye from aqueous solution". *Applied Sciences*, 11(19), 9186.
3. Camposeco, R., Castillo, S., Hinojosa-Reyes, M., Mejía-Centeno, I., & Zanella, R. (2018). "Effect of incorporating vanadium oxide to TiO_2 , Zeolite-ZM5, SBA and P25 supports on the photocatalytic activity under visible light". *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 367, 178-187.
4. Mirzaie, Z., Reisi-Vanani, A., & Barati, M. (2019). "Polyvinyl alcohol-sodium alginate blend, composited with 3D-graphene oxide as a controlled release system for curcumin". *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 50, 380-387.
5. Diao, Z., Li, M., Zeng, F., Song, L., & Qiu, R. (2013). Degradation pathway of malachite green in a novel dual-tank photoelectrochemical catalytic reactor. *Journal of hazardous materials*, 260, 585-592.
6. Ollis, D. F., Pelizzetti, E., & Serpone, N. (1991). Photocatalyzed destruction of water contaminants. *Environmental science & technology*, 25(9), 1522-1529.
7. Canchanya Balvin, V. R. (2021). Decoloración de aguas residuales contaminados con verde de malaquita por foto Fenton".



EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO EN SUELOS IMPACTADOS POR ESCORIAS DE FUNDICIÓN COMO FUENTE DE CONTAMINACIÓN RESIDUAL Y SU ACUMULACIÓN EN PLANTAS ENDÉMICAS

Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

Vianca Mariana Vázquez-Alejandro, Elsa Cervantes-González
Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes
Matehuala, S.L.P. C.P. 78700
a359654@alumnos.uaslp.mx, elsa.cervantes@uaslp.mx

Palabras clave: Plomo, plantas, bioacumulación.

Resumen

La contaminación por metales pesados en suelos representa un problema ambiental relevante debido a su persistencia y a los riesgos que implica para los ecosistemas y la salud humana. Entre estos contaminantes, el plomo (Pb) destaca por su elevada toxicidad y su capacidad de acumularse en matrices ambientales. Diversos estudios han reportado la presencia de este metal en concentraciones elevadas en algunos sitios del altiplano potosino, lo que subraya la necesidad de evaluar su distribución y sus posibles efectos biológicos. El objetivo de este estudio fue cuantificar las concentraciones de plomo en suelos de diferentes zonas reportadas como contaminadas y evaluar la capacidad de acumulación de metal en especies vegetales presentes en dichos sitios, comparándolas con plantas de la misma especie provenientes de áreas no contaminadas. La metodología consistió en realizar muestreos de suelo en distintos espacios de sitios previamente reportados como contaminados, donde se determinaron las concentraciones de plomo mediante técnicas analíticas estandarizadas. Asimismo, se recolectaron especies vegetales presentes en las zonas de estudio para analizar su contenido de plomo y evaluar su posible comportamiento como plantas acumuladoras. Estos resultados se compararon con plantas de la misma especie provenientes de zonas sin antecedentes de contaminación. Los resultados mostraron concentraciones de plomo en suelo que oscilaron entre 1000 y 3000 mg/kg, valores significativamente superiores a los reportados como seguros en la Norma Oficial Mexicana. En las plantas analizadas se observaron diferencias en el contenido de plomo entre los ejemplares provenientes de zonas contaminadas y aquellos de áreas no expuestas, lo que sugiere una posible capacidad de acumulación dependiente de la especie y del grado de contaminación del suelo.

Como conclusión, estos resultados aportan información relevante para la evaluación del impacto ambiental del plomo en suelos contaminados y para la identificación de especies vegetales con potencial uso en estudios de fitorremediación.

Referencias y citas bibliográficas

1. Hernández-Martínez, J. L., Mendoza-Chávez, Y. J., Romero, F. M., & Martínez-Villegas, N. (2023). Análisis de la problemática ambiental en Villa de la Paz-Matehuala-Cerrito Blanco, San Luis Potosí. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 75(2).



VALORIZACIÓN DE CÁSCARA DE NUEZ PECANA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO Y SU POTENCIAL COMO ADSORBENTE

Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

María Regina Rodríguez Hernández^a, Leopoldo Javier Rios Gonzalez^a, Thelma Karina Morales Martínez^a, Sonia Yesenia Silva Belmares^a, Katherine Karina Corona Reyes^a, Ashley Ximena Ortega Zerrweck^a, Yadira Karina Reyes Acosta^a
^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, CP 25280, Saltillo, Coahuila, México.
ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: Carbón activado, adsorción, cáscara de nuez pecana, colorantes azoicos.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito desarrollar un adsorbente eficiente a partir de residuos agroindustriales para la remoción de colorantes sintéticos presentes en efluentes contaminados. La justificación de este trabajo reside en que la contaminación de cuerpos de agua por efluentes industriales textiles y alimentarios representa un problema ambiental crítico. Estos liberan colorantes azoicos que, debido a su estructura de anillos aromáticos unidos por grupos $-N=N-$, poseen una alta estabilidad y resistencia a la biodegradación, generando efectos tóxicos y cancerígenos. Ante la necesidad de tratamientos sostenibles, la cáscara de nuez pecana (CNP) representa una materia prima de interés debido a su abundancia como residuo agroindustrial en México y su potencial para la obtención de carbones activados de alta porosidad. El objetivo fue preparar carbón activado a partir de CNP mediante activación física para evaluar su potencial como adsorbente de colorantes azoicos en soluciones acuosas. La metodología consistió en la limpieza y trituración de la CNP, seguida de una deshidratación a 110 °C, seguida de una carbonización a 600 °C durante 1 h. Posteriormente, el material se sometió a activación física mediante la generación interna de vapor de agua a 130 °C por 1.5 h, para posteriormente elevar la temperatura a 850 °C por 1.5 h adicionales para desarrollar la porosidad. Se realizó una caracterización estructural mediante espectroscopia FTIR. Los resultados evidenciaron la transformación exitosa de la biomasa; se observó la desaparición de bandas lignocelulósicas (O-H, C-H alifático y C=O) atribuida a la eliminación de compuestos volátiles durante la carbonización. Simultáneamente, se intensificaron las bandas aromáticas (1400–1550 cm^{-1}), indicando la formación de una estructura carbonosa condensada y estable. En conclusión, la activación física con vapor de agua permite obtener un carbón activado estructuralmente apto para aplicaciones de adsorción, demostrando que la cáscara de nuez pecana constituye una alternativa técnica y ambientalmente viable para el tratamiento de aguas contaminadas con compuestos persistentes.

Referencias y citas bibliográficas

1. Valenzuela-Padilla, A. A., & Torres-Pérez, J., “Remoción de colorantes azoicos (A5 y R40) con carbón activado de cáscara de nuez”, *Ingeniería Investigación y Tecnología*, Vol. 21, No. 3, p. 1-11, 2020. doi:10.22201/ifi.25940732e.2020.21.3.027
2. Ali, A. E., Chowdhury, Z. Z., Devnath, R., Ahmed, M. M., Rahman, M. M., Khalid, K., Wahab, Y. A., Badruddin, I. A., Kamangar, S., Hussien, M., Pallan, K. H., & Mitra, A., “Removal of Azo Dyes from Aqueous Effluent Using Bio-Based Activated Carbons: Toxicity Aspects and Environmental Impact”, *Separations*, Vol. 10, No. 9, p. 506, 2023. doi:10.3390/separations10090506
3. Xu, W., Cai, B., Zhang, X., Zhang, Y., Zhang, Y., & Peng, H., “The Biochar Derived from Pecan Shells for the Removal of Congo Red: The Effects of Temperature and Heating Rate”, *Molecules*, Vol. 29, No. 23, p. 5532, 2024. doi:10.3390/molecules29235532

Agradecimientos: Se agradece al Laboratorio de Tratamientos con Plasma e Impresión 3D, al Laboratorio de Biotecnología Ambiental y a la unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.



ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL DREN DEL ANHELO EN REYNOSA TAMAULIPAS

Área: Ambiental

Modalidad: Cartel

Vannessa Ozuna Cantú, Mayte Flores Ángeles, Simón Josías Téllez Luis, Teofilo Flores Santiago, Bernardo Sánchez Molano, María Fernanda Jiménez Becerril, Isidro Palos Pizarro*.

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa Tamaulipas, México
**ipalos@docentes.uat.edu.mx*

Palabras clave: Contaminación del agua, calidad del agua, cascarón de huevo.

Resumen

El presente estudio se realizó con la finalidad de analizar la calidad del agua en un dren de Reynosa Tamaulipas. Como **Justificación** podemos decir que el dren mencionado desemboca en la “Laguna la Escondida”, la cual es un área natural protegida y que, en la actualidad, contiene desechos urbanos deterioro de la flora y fauna, malos olores y posible contaminación por otros compuestos como metales pesados e hidrocarburos. El **objetivo** principal fue analizar y conocer algunos valores en cuanto a calidad del agua del dren. Como Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno Total, Fósforo Total, Fosfatos, Nitrógeno Amoniacal, pH, así como Grasas y Aceites. La **metodología** utilizada fue de acuerdo con lo propuesto en trabajos realizados por Garduño y col. (2023). Se recolectó cascarón de huevo en instituciones educativas de la ciudad por parte del club Rotary de Reynosa, se pulverizaron y se secaron al sol; con apoyo de la COMAPA (organismo encargado del suministro local de agua potable), se tomaron muestras aleatorias en diversos puntos (26°02'34.3"N 98°20'02.0"W) a lo largo del canal para ser analizadas en cuanto a los parámetros antes descritos. Las muestras fueron tratadas en el laboratorio y analizadas mediante un espectrofotómetro Visible IRIS HI801 marca HANNA® instruments, con procedimientos preestablecidos en sus productos de acuerdo con cada analito. Sólo la prueba de grasas y aceites se determinó mediante extracción Soxhlet. Los **resultados** mostraron que, al inicio, cuando no había sido tratada el agua, valores como el Nitrógeno total, y el fósforo total se encontraban en promedio de 62 mg/L y de 4.7 mg/L respectivamente, y al estar en contacto con el material del cascarón de huevo, disminuyó en un 3 y 5 % respectivamente (Shang, 2021).

En conclusión, el tratamiento con material obtenido de residuos o cascarón de huevo ha sido prometedor a gran escala para eliminar material contaminante en los drenes y canales de agua, lo cual impacta de manera positiva en la “Laguna la Escondida” que es una reserva natural protegida y donde finalmente desemboca. Aún se están recolectando muestras y mezclando el material con el agua para obtener los resultados esperados

Referencias y citas bibliográficas

1. Garduño-Pineda Laura, Linares-Hernández Ivonne, Martínez-Miranda Verónica, Teutli-Sequeira Elía Alejandra, Martínez Santa Cruz Jesús, García-Sánchez José Juan, “Sustainable removal of nutrients (n and p) in a wastewater treatment plant, with eggshell (biocalcium)”, *Heliyon*; 9, (2023).
2. Shang, W., Jin, S., He, Y., Zhang, Y., & Li, J.. “Spatial–Temporal Variations of Total Nitrogen and Phosphorus in Poyang, Dongting and Taihu Lakes from Landsat-8 Data”. *Water*, 13(12), 1704 (2021).

Agradecimientos: Al club Rotary de Reynosa y a la COMAPA de Reynosa.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

ESTUDIO TEORICO SOBRE LA ESTABILIDAD DE AGREGADOS MOLECULARES DE FÁRMACOS ANTIVIRALES EN AGUA

Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

Laura Gabriela Elvir-Padilla^a, Francisco Villanueva-Mejía^b, Gloria Sandoval-Flores^a, Manuel Alejandro Sánchez-Morales^a
^aUnidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa, Tamaulipas, México
^bLaboratorio de Herramientas Computacionales, TecNM/Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México
gelvir@uat.edu.mx

Palabras clave: Fármacos antivirales, contaminantes emergentes, DFT, agregados moleculares.

Resumen

Los contaminantes emergentes representan una amenaza ambiental creciente, especialmente los fármacos antivirales. Para abordar esto, estudiamos tres de ellos: oseltamavir, zanamivir y amantadina, cuyo uso se ha incrementado notablemente. Una fracción significativa de estos compuestos es excretada sin metabolizar, lo que favorece su acumulación en sistemas acuáticos y su potencial impacto en los ecosistemas [1]. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la formación de agregados moleculares (dímeros y trímeros) de estos fármacos mediante cálculos computacionales basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) [2-3]. Se determinaron configuraciones geométricas estables, energías de interacción y propiedades electrónicas de los sistemas estudiados, con el fin de comprender su comportamiento molecular. Los cálculos se realizaron empleando el funcional híbrido B3LYP y conjunto de bases 6-311++G(d,p). Adicionalmente, la reactividad molecular se analizó mediante el potencial electrostático molecular (MEP) identificando zonas de mayor afinidad molecular y caracterizando interacciones tanto homogéneas como heterogéneas de los agregados moleculares. Los resultados indican que los agregados heterogéneos, particularmente aquellos que involucran zanamivir, presentan mayor estabilidad energética y distancias intermoleculares favorables. Estos hallazgos sugieren que la agregación molecular puede influir en el comportamiento de estos compuestos en sistemas acuosos. En este sentido, se infiere que la formación de agregados moleculares podría influir en su posible interacción en procesos de adsorción en sistemas multicomponentes. El estudio aporta el inicio de información relevante para la comprensión del comportamiento de fármacos antivirales como contaminantes emergentes y resalta la utilidad de la química computacional como herramienta predictiva en estudios ambientales.

Referencias

1. Eryildiz, B., Gul, B. Y., & Koyuncu, I., "A sustainable approach for the removal methods and analytical determination methods of antiviral drugs from water/wastewater: A review", *Journal of Water Process Engineering*, Vol. 49, p. 103036, 2022.
2. Araújo, J. L., Sousa, L. A. D., Sousa, A. O., Bastos, R. S., Santos, G. T., Lage, M. R., ... & Rocha, J. A., "DFT, molecular docking, and ADME/Tox screening investigations of Market-Available drugs against SARS-CoV-2", *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 32 No. 8, p. 1628-1641, 2021.
3. Challapa Velásquez, N. M., & Rebaza Osoreo, J. M., "Optimización y validación de modelos computacionales DFT, Ab Initio y G3/G4 para la caracterización físico-química de neurotransmisores en fase gaseosa", *e-Revista Multidisciplinaria del Saber*, Vol. 3, 2025.



OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO APLICADA AL DISEÑO DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

Área: Ambiental
Modalidad: Cartel

Jhonatan Mendez Valencia^a, Eneida Reyes Pérez^a, Carlos Sánchez López^b

^aLaboratorio de Ambiental. Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Apizaco, Tlaxcala. México.

^bDepartamento de Electrónica. Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala. México.

Autor de correspondencia: 20172903@uatx.mx

Palabras clave: Humedal, Optimización, Diseño, Costos.

Resumen

El tratamiento y la gestión de las aguas residuales es cada vez más imprescindible, por ello la aplicación de herramientas de simulación, prácticas sustentables y técnicas de optimización son esenciales para enfrentar esta problemática [1]. Una de las técnicas utilizadas en optimización multiobjetivo en ingeniería química es el algoritmo NSGA-II, un algoritmo evolutivo que permite encontrar soluciones en problemas de optimización multiobjetivo [2,3]. En el presente trabajo se aplica el algoritmo NSGA-II para el dimensionamiento de un humedal subsuperficial de flujo horizontal (HSFH) en el tratamiento de aguas residuales grises, específicamente la remoción de materia orgánica biodegradable (DBO_5). Las funciones objetivo del estudio son: maximizar la eficiencia de remoción de contaminante (μ) y el caudal de entrada (Q); mientras que se minimiza el volumen del HSFH (V_F) y el costo de construcción (C_T). Las cuatro funciones objetivo están en función de: el tiempo de retención hidráulico (t), el largo (L), el ancho (W), la profundidad del medio (h_m), profundidad del agua (h_a) y la pendiente (s). Además, se incorporan cinco funciones de restricción: una eficiencia de remoción del 95%, un volumen del HSFH menor a 1000 m^3 , un caudal mayor a $10 \text{ m}^3/\text{d}$, un costo total de construcción menor a 1,000,000 MXN y una relación largo-ancho para el HSFH de 3:1. La metodología propuesta genera un amplio conjunto de soluciones no dominadas, las cuales se representan mediante el frente de Pareto, el cual destaca los compromisos entre las diferentes funciones objetivo. Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de NSGA-II al diseño del HSFH logra eficiencias de remoción superiores al 95%, manteniendo el volumen dentro del rango establecido y reduciendo los costos de construcción. Este trabajo demuestra que la aplicación de NSGA-II es una estrategia efectiva capaz de proporcionar diseños sostenibles y eficientes en el tratamiento de aguas residuales grises.

Referencias y citas bibliográficas

1. Méndez-Valencia, J.; Sánchez-López, C.; Reyes-Pérez, E. Multi-Objective Design of a Horizontal Flow Subsurface Wetland. *Water*, 16, 1253. <https://doi.org/10.3390/w16091253>, (2024).
2. Mendez-Valencia, J.; Sánchez-López, C.; Reyes-Pérez, E.; Ochoa-Montiel, R.; Marquez-Pallares, L.; Aguila-Muñoz, J.; Montalvo-Galicia, F.; Carrasco-Aguilar, M.A.; Sánchez-Martínez, J.A.; Arellano-Hernández, J. Multi-Objective Optimization of the Physical Design of a Horizontal Flow Subsurface Wetland. *Hydrology*, 12, 303. <https://doi.org/10.3390/hydrology12110303>, (2025).
3. Mendez-Valencia, J., Sánchez-López, C., & Reyes-Pérez, E. Diseño físico de un humedal subsuperficial de flujo horizontal utilizando el algoritmo NSGA-II. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 17(1), 28-62. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2026-01-02>, (2026).

Agradecimientos: Al laboratorio de ambiental, a la SECIHTI.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EFFECTOS LETALES Y SUBLETALES DE FITONANOPARTÍCULAS DE COBRE
EN LARVAS DE *Aedes aegypti*
Área: Bioprocesos, Biotecnología médica
Modalidad: Oral

Arnoldo Enrique Alfaro Corres^a, Rosa Patricia Penilla Navarro^b, Alma Delia Lopez Solis^b, Francisco Solis Santoyo^b, Alfredo Castillo Vera^a, Elia Diego Garcia^a y Juan Cisneros Hernández^a

^aEl Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Tapachula, Chiapas, México

^bCentro Regional de Investigación en Salud Pública/Instituto Nacional de Salud Pública (CRISP/INSP), Tapachula, Chiapas, México

correo autor de contacto: alfarocorres@gmail.com

Palabras clave: nanopartículas, mosquitos, larvicida, síntesis verde.

Resumen

El mosquito *Aedes aegypti* es el principal vector del dengue, chikungunya, Zika y fiebre amarilla en México. Su principal método de control se basa principalmente en productos químicos los cuales favorecen la aparición de poblaciones resistentes, por lo que la **justificación** radica en la búsqueda de alternativas para estos productos, en este sentido, las fitonanopartículas (FNP) representan una alternativa prometedora y más respetuosa con el medio ambiente, ya que se elaboran a partir de compuestos botánicos. El **objetivo** de este trabajo fue evaluar los efectos letales y subletales de nanopartículas a base de *Curcuma longa*, *Rosmarinus officinalis* y *Azadirachta indica* en *Aedes aegypti* bajo condiciones de laboratorio. La **metodología** se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorizado con 10 tratamientos T1(control), T2-T4 (extractos vegetales de *C. longa*, *R. officinalis* y *A. indica*), T5-T6 (NP-*A. indica* a 100 y 300 ppm), T7-T8 (NP-*R. officinalis* a 100 y 300 ppm) y T9-T10 (NP-*C. longa* a 100 y 300 ppm) cada uno con ocho replicas. La unidad experimental consistió en un vaso de 150 mL con 25 larvas del cuarto estadio de *Ae. aegypti*. Los efectos letales (mortalidad) se registraron a las 48 h, mientras que los efectos subletales: formación de pupas, emergencia de adultos, tamaño de mosquitos emergidos, porcentaje de oviposición y eclosión de huevos, se evaluaron durante todo el experimento. Los **resultados** mostraron que todos los tratamientos con NP ejercieron actividad larvicida significativa contra *Ae. egypti* con una disminución de mortalidad entre 16-79% ($p < 0.05$). Con respecto a la formación de pupas, los tratamientos con NP mostraron una disminución marcada, alcanzando reducciones entre 97-100% ($p < 0.05$). Los tratamientos T4-T6 y T9 disminuyeron de manera significativa la oviposición (25-45%) y la eclosión de huevos (31-55%). En conclusión, el uso de NP vegetales constituye una estrategia eficaz para el control de *Aedes aegypti*, siendo una alternativa sostenible frente a los insecticidas químicos comerciales.

Agradecimientos:



Evaluación de la estabilidad y rendimiento de un reactor CSTR para la producción de biohidrógeno a partir de bagazo de naranja bajo condiciones optimizadas.

Área: Bio-procesos

Modalidad: Oral

Arely Garcia-Utrera^a, Antonio Lara-Musule^a, Ricardo Musule-Lagunes^b, Claudio B-Arroyo^{a*}

^a Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

^b Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México
arelyegu02@gmail.com

Palabras clave: Bagazo de naranja, fermentación oscura, optimización

Resumen

La generación masiva de residuos de cáscara de naranja (RCN) (32 millones de toneladas en 2021) representa un desafío ambiental crítico debido a su inadecuada disposición, la cual provoca acidificación de suelos y emisiones contaminantes [1]. Ante esta problemática, surge la necesidad de transitar hacia sistemas sostenibles mediante la valorización de estos residuos, a partir de procesos como la fermentación oscura (FO), la cual transforma materia orgánica, principalmente azúcares, en ácidos grasos volátiles (AGV) y en fuentes de energía renovables como el biohidrógeno. No obstante, debido a la naturaleza lignocelulósica de este residuo, es necesario llevar a cabo pretratamientos como la hidrólisis térmica que permitan liberar sus azúcares sin la generación o adición de compuestos que pudieran resultar inhibitorios. Adicional a ello, la FO es un proceso sensible a condiciones de operación como temperatura, pH, concentración o tiempo de retención hidráulica (TRH), lo que puede desencadenar inestabilidades durante su operación.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el desempeño de un reactor continuo de tanque agitado (CSTR) alimentado con hidrolizado térmico de bagazo de naranja (HTBN), operando bajo condiciones de temperatura (39.5 °C) y concentración (9.71 g L⁻¹) previamente optimizadas mediante la metodología de superficie de respuesta (RSM). Para la operación en continuo, se evaluaron TRH de 10, 18 y 24 horas. El monitoreo se centró en la tasa de producción de hidrógeno y la estabilidad metabólica mediante el seguimiento de la DQO, azúcares totales [3] y ácidos grasos volátiles (AGV) [4]. Los resultados preliminares en el CSTR indican que el sistema mantiene estabilidad operacional con rendimientos cercanos a las pruebas de potencial (1.64 ± 0.43 mol-H₂ mol-AT⁻¹_{consumida}), permitiendo identificar el TRH crítico para evitar el lavado de biomasa y maximizar la productividad volumétrica. Esta etapa de investigación permite validar el escalamiento del proceso, asegurando una operación eficiente y superior a los estándares convencionales bajo condiciones controladas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. *FAO*. <https://doi.org/10.4060/cc7724es>
2. Carrillo-Reyes, et al. (2019). A standardized biohydrogen potential protocol: An international round robin test approach. *Int. J. Hydrogen Energy*, 44(48), 26237–26247. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.08.124>
3. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). *Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
4. American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (22.^a ed.). APHA Press.



PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CAPROICO A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Área: Bioprocesos
Modalidad: Oral

Cruz Cruz Monica Jazmin^a, Barragán Trinidad Martín^b, Diana González-Tenorio ^{a*}

^a Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Av. de los Barrios 1, Hab Los Reyes Iztacala Barrio de los Árboles/Barrio de los Héroes, 54090 Tlalnepantla, Méx. 5556239750

^b Instituto de Energías Renovables-UNAM, Privada Xochicalco, Temixco 62580, México

^{a*} glezdiantat87@gmail.com, dgtd30@comunidad.unam.mx

Palabras clave: ácidos grasos de cadena media, Residuos orgánicos, Fermentación oscura, oxidación beta inversa

El propósito de este trabajo es identificar el inóculo y sustrato de la producción de ácido caproico (AC) a partir de residuos orgánicos (RO) a través de la elongación de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC). La **justificación** de este trabajo es que se obtener productos de valor agregado a partir de los RO. A nivel mundial se generan 1.300 millones de toneladas anualmente dentro de la industria alimentaria, que se traduce en una problemática ambiental compleja debido a que su acumulación es responsable de la producción de gases de efecto invernadero (GEI), contaminación del suelo y mantos freáticos por medio de los lixiviados e incremento de enfermedades [1]. La conversión de los RO es a través de la vía de oxidación oxidación β -inversa [2]. La **metodología** consistió en dos etapas experimentales. La primera en un diseño experimental factorial 3x2, que evaluó 3 tipos de inóculos: lodos anaerobios (LA), lixiviado joven (L) e hidrolizado (H) y dos medios nutritivos medio A (rico medio en fosfatos) y medio B (rico medio en sales) reportados en la literatura [3] y [4] para la producción de AC empleando sustratos ideales: ácido láctico (AL) y ácido acético (AA). Se operaron reactores tipo lote de 250 mL por duplicado a través de la elongación de la cadena durante 15 días a 37 °C. La segunda etapa con el inóculo y medio seleccionados en la primera etapa se operó otro reactor según lo reportado por [5] con sustratos reales. Se determinó la concentración de los AGCC y del AH empleando un cromatógrafo de gases con detector FID modelo Agilent 7890A. Así mismo, se determinó la comunidad microbiana de los inóculos empleando la secuenciación del 16S rRNA

Los **resultados** de esta primera etapa se determinó el inóculo y el medio con el que más se produce AC. Los LA y el medio B produjeron 1.28 ± 0.02 g AC/L, por lo que se procedió con la segunda etapa que consistió en emplear suero ácido láctico (6.2 ± 0.5 g AL/L), desechos lácticos (12.15 ± 0.2 g AL/L) y del hidrolizado de RO (4.04 ± 0.2 g AA/L). Actualmente, se está llevando a cabo esta fermentación de alargamiento de las cadenas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Bian, B., Zhang, W., Yu, N., Yang, W., Xu, J., Logan, B. E., & Saikaly, P. E. Lactate-mediated medium-chain fatty acid production from expired dairy and beverage waste. *Environmental Science And Ecotechnology*, 21, 100424. (2024). <https://doi.org/10.1016/j.ese.2024.100424>
2. Alexandropoulou, M., Antonopoulou, G., & Lyberatos, G. (2022). Modeling of continuous dark fermentative hydrogen production in an anaerobic up-flow column bioreactor. *Chemosphere*, 293, 133527. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133527>
3. Villegas-Rodríguez, S., & Buitrón, G. (2020). Performance of native open cultures (winery effluents, ruminal fluid, anaerobic sludge and digestate) for medium-chain carboxylic acid production using ethanol and acetate. *Journal Of Water Process Engineering*, 40, 101784. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101784>
4. Zhang, C., Yang, L., Tsapekos, P., Zhang, Y., & Angelidaki, I. (2019). Immobilization of *Clostridium kluyveri* on wheat straw to alleviate ammonia inhibition during chain elongation for n-caproate production. *Environment International*, 127, 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.032>
5. Brodowski, F., Łężyk, M., Gutowska, N., Kabasakal, T., & Oleskiewicz-Popiel, P. (2022). Influence of lactate to acetate ratio on biological production of medium chain carboxylates via open culture fermentation. *The Science Of The Total Environment*, 851(Pt 1), 158171. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158171>

Agradecimientos: Se agradece al proyecto DGAPA-PAPIIT- UNAM, IA205625



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EFFECTO DEL PRECURSOR L-TIROSINA EN LA PRODUCCIÓN DE BETALAINAS Y COMPUESTOS FENÓLICOS CULTIVO DE RAÍCES *in vitro* DE *Gomphrena globosa*.

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Atzin Adolfinia Moreno-Cuevas^a, Paul Mauricio Sánchez^a, Jacqueline Capataz-Tafur,

^a Laboratorio de Biotecnología de Plantas Medicinales, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca

jcapataz@unpa.edu.mx

Palabras clave: *Gomphrena globosa*, L- tirosina, betalainas, cultivo *in vitro*.

Resumen

Gomphrena globosa L. es una especie ornamental perteneciente a la familia Amaranthaceae, la cual ha despertado el interés biotecnológico debido a su capacidad para sintetizar betalainas y compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, antimicrobianas y potencial aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica (1,2). Las betalainas son pigmentos hidrosolubles utilizados como alternativa natural a los colorantes sintéticos, cuyo uso en alimentos está aprobado por la FDA debido a su baja toxicidad y potencial benéfico para la salud humana (3). En este contexto, los cultivos *in vitro* representan una estrategia prometedora para la producción controlada de metabolitos secundarios, ya que permiten disminuir la variabilidad ocasionada por factores ambientales presentes en el cultivo convencional en campo (4).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de betalainas y compuestos fenólicos mediante la adición del precursor L-tirosina en cultivos *in vitro* de raíces de *G. globosa*. Para ello, se suministró L- tirosina (Tyr) a diferentes concentraciones (0, 25, 50, 75 y 100 μM) a un cultivo de raíces de *G. globosa* en medio líquido y se cuantificó el rendimiento producto/biomasa ($Y_{P/X}$) de betalainas y compuestos fenólicos totales (CFT). Todos los tratamientos se realizaron por triplicado y los datos obtenidos fueron analizados mediante una prueba de Tukey.

Los resultados demostraron que la adición de 25 μM de L-tirosina favoreció significativamente el contenido de betalainas y CFT, observándose un incremento en la acumulación de betalainas a partir del día 21 respecto a los demás tratamientos. Al finalizar la cinética, el tratamiento con 25 μM presentó un rendimiento en de betalainas 6.2 ± 0.00 g/g, equivalente a un incremento cercano al 50 % respecto al control (4.0 ± 0.0 g/g). En relación con los CFT, el mayor rendimiento se obtuvo con 50 μM de L-tirosina (14.89 ± 0.02 g/g) sin embargo no mostró diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento con 25 μM (7.23 ± 0.06 g/g).

En conclusión, la adición exógena de 25 μM de L-tirosina en cultivos *in vitro* de *G. globosa* favoreció la producción de betalainas y CFT, representando una alternativa viable para la obtención de pigmentos naturales y compuestos bioactivos de interés biotecnológico.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cai, Y., Sun, M. and Corke, H. (2005) "Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae", *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), p. 370–376.
2. Kugler, F., Stintzing, F. and Carle, R. (2007) "Identification of betalains from *Gomphrena globosa* by high-performance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), p. 6468–6477.
3. Azeredo, H.M.C. (2009) "Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review", *International Journal of Food Science and Technology*, 44(12), p. 2365–2376.
4. Georgiev, V., Weber, J. and Pavlov, A. (2009) "Biotechnological approaches for the production of plant secondary metabolites", *Biotechnology Advances*, 27(6), p. 1033–1044.



EVALUACIÓN DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE HIDROLIZADO TÉRMICO DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN REACTOR DE LOTE SECUENCIAL (AnSBR)

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Kevin Xavier Vergara Caicero^a, Antonio Lara Musule^a, Jazael G. Moguel-Castañeda^a, Hugo O. Méndez-Acosta^b, Claudio B-Arroyo^{a*}

^a Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Lomas del Estadio S/N, Edificio A Piso 3, Col. Zona Universitaria, Xalapa-Enríquez, Veracruz, C.P. 91090, MÉXICO.

^b Departamento de Farmacobiología, Universidad de Guadalajara, CUCEI, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, Guadalajara 44430, Jalisco, México.

cbedolla@uv.mx

Palabras clave: digestión anaerobia, biogás, pseudotallo de plátano, hidrolizado, compuestos lignocelulósicos

Resumen

México es uno de los mayores productores de plátano a nivel mundial, con una producción estimada de 2.3 millones de toneladas anuales. Tras la cosecha, el pseudotallo, que representa el 70% del peso de la planta, se deposita sin tratamiento en los campos, lo que genera impactos ambientales negativos. Debido a su naturaleza lignocelulósica, este residuo requiere un pretratamiento que elimine las barreras fisicoquímicas y facilite el acceso a las fracciones de celulosa y hemicelulosa disponibles para la generación de metano (CH₄) mediante digestión anaerobia (DA). La hidrólisis térmica representa una alternativa viable frente a la hidrólisis ácida, ya que evita la formación de subproductos inhibitorios. Dado que la DA de estos sustratos enfrenta retos de adaptación microbiana, el uso de un reactor de lote secuencial (SBR) resulta idóneo para retener biomasa y facilitar la aclimatación del consorcio a sustratos complejos.

En este trabajo se evaluó la DA de hidrolizado térmico de pseudotallo de plátano (100 g de bagazo seco por litro a 118°C y 8 psi obteniendo una concentración de 11.53 g DQO L⁻¹ y 9.23 Azúcares Totales L⁻¹), en un SBR (V_{op}: 0.36 L), inoculado a 10gSV L⁻¹, con incrementos de concentración (C1: 2.5 g DQO L⁻¹, C2: 8.5 g DQO L⁻¹ y C3: 14 g DQO L⁻¹) y de temperatura (T1: 36°C y T2: 40°C). El volumen de recambio fue de 0.125 L para C1 y 0.190 L para C2 y C3. Cada lote operó durante 5 días a un pH inicial de 7.5.

Los resultados indican producciones de 300±9, 550±50, 800±15 y 900±10 mL de biogás, con porcentajes de remoción de DQO de 42±5%, 57±2%, 78±1% y 86±3% para las condiciones C1:T1, C2:T1, C3:T1 y C3:T2 respectivamente. Aunque el incremento de la remoción sugiere una alta actividad, la producción de biogás no aumentó proporcionalmente. Lo que puede estar relacionado con una fracción de la carga orgánica que fue retenida físicamente por sedimentación, o bien asimilada como biomasa. Estos hallazgos evidencian una adaptación progresiva del sistema. Sin embargo, la complejidad del hidrolizado requiere optimizar los tiempos de retención para maximizar la conversión energética.

Referencias y citas bibliográficas

1. Arango Correa, A., & Barbutin Díaz, H. (2018). Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá.
2. CHAN, M. D. C. C. (2019). APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL PSEUDOTALLO Y RAQUIS DEL PLÁTANO (*Musa* sp).
3. Alzate Acevedo, S., Díaz Carrillo, Á. J., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). Recovery of banana waste-loss from production and processing: a contribution to a circular economy. *Molecules*, 26(17), 5282.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPELÍCULAS MEDIANTE POLIMERIZACIÓN EN HETEROFASE EMPLEANDO MONÓMEROS VERDES Y POLISACÁRIDOS DERIVADOS DE MICROALGAS

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Victor Adan Cepeda-Tovar^{a*}, Anilú Rubio-Ríos^a, Juan Roberto Benavente Valdés^a,
Lorena Farias-Cepeda^a, Leopoldo Javier Ríos-González^a, María Maura Téllez-Rosas^a

Daniela Marisol Carmona-Govea^a, Rodolfo Ramos-González^a

^aUniversidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280,
Saltillo, Coahuila, México.

*v_cepeda_tovar@uadec.edu.mx

Palabras clave: biopelícula, extracción, monómero verde, polisacáridos, microalgas.

Resumen

El aprovechamiento de compuestos de origen natural para la obtención de biomateriales ha logrado gran relevancia en la investigación científica actual, especialmente en el desarrollo de materiales sostenibles que puedan sustituir a los polímeros sintéticos convencionales. Entre estos compuestos destacan los terpenos, considerados monómeros “verdes” debido a su origen renovable y disponibilidad en la naturaleza. Estos compuestos, generalmente de estructura cíclica, son sintetizados principalmente por plantas, particularmente por árboles de coníferas como el pino o plantas silvestres como la verdena [1]. De manera complementaria, la biomasa de microalgas representa una fuente importante de metabolitos de alto valor agregado, destacando los polisacáridos [2]. Estos compuestos son extraídos mediante técnicas sostenibles, como la extracción asistida por ultrasonido, obteniendo materiales funcionales. La combinación de estos monómeros vegetales con polisacáridos naturales, junto con la incorporación de plastificantes y aceites esenciales, permite formular biopelículas mediante procesos sustentables como la polimerización en medios dispersos. Este trabajo desarrolló una formulación para la obtención de biopelículas a partir de un monómero de fuente vegetal y polisacáridos extraídos de biomasa algal, incorporando un plastificante y un aceite esencial con el objetivo de optimizar sus propiedades estructurales y térmicas para su posible uso como recubrimientos. Las biopelículas obtenidas fueron caracterizadas mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR-ATR), microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía óptica (MO) y análisis termogravimétrico (TGA-DTGA).

Los resultados por FTIR evidenciaron la presencia del grupo carbonilo (C=O) alrededor de 1715 cm^{-1} , asociado al ácido carboxílico y al polisacárido, así como señales correspondientes a enlaces C=C y C-H alifáticos. Las micrografías obtenidas por SEM y MO mostraron una estructura relativamente uniforme, observándose un aumento en la homogeneidad del material con el incremento de la concentración del plastificante. Así mismo, los análisis térmicos revelaron temperaturas de degradación entre 230 y $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, relacionadas con la descomposición de componentes del polisacárido como amilosa y amilopectina, mientras que la degradación principal de la biopelícula se registró entre 400 y $430\text{ }^{\circ}\text{C}$. La incorporación de estos componentes permitió mejorar propiedades como plasticidad, brillo y permeabilidad, demostrando el potencial de estas biopelículas como biomateriales sostenibles con posible aplicación en embalaje [2,3].

Referencias y citas bibliográficas

- [1] Jin, W., Yang, Z., Xu, K., Liu, Q., Luo, Q., Li, L., & Xiang, X. (2025). A Comprehensive review of plant volatile terpenoids, elucidating interactions with surroundings, systematic synthesis, regulation, and targeted engineering production. *Biology*, 14(5), 466.
- [2] Adetunji, A. I., & Erasmus, M. (2024). Green synthesis of bioplastics from microalgae: a state-of-the-art review. *Polymers*, 16(10), 1322.
- [3] Chavez Vilardi, C., Hero, J. S., Sineli, P. E., Morales, A. H., Madrid, R. E., & Romero, C. M. (2024). Caracterización mecánica y reológica de biopelículas de polisacáridos para bioempaque de alimentos.



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE PROBIÓTICO EN LA ESPECIE *SALVIA ROSMARINUS*

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Sarahi Juárez-Peralta^a, Viviana Rodríguez-Rivera^a, Alejandro Alvarado-Lassman^a, María Elena García-Reyes^a, Juan Manuel Méndez-Contreras^a

^aInstituto Tecnológico de Orizaba, Oriente 9 número 852 Colonia Emiliano Zapata. Orizaba, Veracruz. 94320. México.
juan.mc@orizaba.tecnm.mx

Palabras clave: Residuos agroindustriales, Bioestimulante, Bacillus subtilis, Salvia rosmarinus.

Resumen

El presente estudio aborda la biotransformación, valorización y reutilización de una mezcla de residuos agroindustriales provenientes del sector azucarero y cervecero, específicamente el residuo agroindustrial cañero (RAC) y los granos gastados de cerveza (GGC). El objetivo del presente estudio fue obtener bioestimulantes de crecimiento vegetal mediante la fermentación anaerobia de la mezcla de RAC-GGC inoculados con *Bacillus subtilis* para ser aplicado y evaluado en el desarrollo de la especie *Salvia rosmarinus* (Romero). La metodología incluyó la caracterización de los residuos y del suelo agrícola. Además, se llevó a cabo la fermentación de los residuos RAC-GGC con la adición de *B. Subtilis* a diferentes concentraciones de inóculo (5, 10 y 15 %), durante 72 h a 36 °C. Los parámetros evaluados fueron pH, consumo de carbohidratos, crecimiento celular y contenido de nitrógeno total y proteínas. Asimismo, se analizó el efecto del bioestimulante sobre el crecimiento de la planta, la biomasa aérea y radicular. Los resultados mostraron una disminución al 70 % en el contenido de carbohidratos para los tres tratamientos, alcanzando valores finales de 6.27, 7.19 y 5.58 gL⁻¹ para el 5, 10 y 15 % de inóculo, respectivamente, lo que evidencia su utilización como principal fuente de carbono durante la fermentación. El contenido de nitrógeno y proteínas presentó un incremento con valores finales de 1.96 y 7.86 %, respectivamente. En cuanto al crecimiento microbiano el tratamiento con 10 % de inóculo mostró la mayor concentración celular con un valor de 9.19 UFC mL⁻¹, indicando que la concentración influye significativamente durante el proceso de la fermentación anaerobia. Además, el tratamiento del 5 % tuvo mayor estimulación en el crecimiento radicular y aéreo de la planta de romero en contraste con los demás tratamientos y el control. Estos resultados muestran el potencial de la valorización de los residuos agroindustriales RAC-GGC como alternativa en la generación de bioestimulantes para ser aplicados en especies vegetales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Alcántara-Revilla, A. R., Mejía-Benavides, A., Chávez-García, S. C., & Castillo-Llerena, D. E., "Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su impacto en el medio ambiente", *Revista Científica OGOLL*, Vol. 2, No. 2, p. e29, 2022



OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS MEDIANTE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO CON ENFOQUE EN APLICACIONES BIOMÉDICAS

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Lesly Katleya Usme Duque^a, Jesús Alejandro Claudio Rizo^a, Miguel Ángel Medina Morales^b, Dennis Aidee Cabrera Munguía^a,
Tirso Emmanuel Flores Guíra^a, Lucía Fabiola Cano Salazar^a

^a Departamento de Materiales Avanzados, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo,
Coahuila, México.

^b Laboratorio de Biotecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo,
Coahuila, México.

Katleya_usme@uadec.edu.mx

Palabras clave: Fermentación en estado sólido, compuestos fenólicos, *Aspergillus niger*, viabilidad celular, plantas del semi-desierto.

Resumen

Las plantas medicinales del semidesierto coahuilense representan una fuente relevante de compuestos fenólicos con potencial biomédico, principalmente por sus propiedades antioxidantes y su capacidad de modular procesos biológicos. Especies como *Flourensia cernua* (*F. cernua*) y *Origanum vulgare* (*O. vulgare*) han mostrado perfiles ricos en metabolitos bioactivos, mientras que *Rosmarinus officinalis* (*R. officinalis*) ha sido ampliamente estudiada por su actividad biológica. En este contexto, la fermentación en estado sólido (SSF) se ha consolidado como una estrategia eficiente para incrementar la liberación y mejorar la disponibilidad de estos compuestos mediante la acción enzimática de microorganismos como *Aspergillus niger* [1,2].

El objetivo de este trabajo fue evaluar las condiciones de fermentación que favorecen la obtención de compuestos fenólicos en especies vegetales de interés regional y analizar su efecto en modelos celulares asociados a procesos inflamatorios y de regeneración tisular. Para ello, se evaluó la cinética de liberación de compuestos durante la fermentación. Así mismo, se implementó un diseño experimental Box-Behnken, considerando como variables el pH, la humedad inicial y la concentración del inóculo.

Los resultados evidencian diferencias en el comportamiento de las especies evaluadas. *F. cernua* presentó una liberación progresiva de fenoles y flavonoides, alcanzando su máximo a las 96 h, mientras que *O. vulgare* mostró una liberación más temprana, con concentraciones elevadas desde las primeras 24 h. En el caso de *R. officinalis*, el máximo se alcanzó a las 72 h. Bajo condiciones optimizadas, se obtuvieron valores de hasta 17.24 mg GAE/g en *F. cernua* y 85.74 mg QE/g en *O. vulgare*, junto con actividades antioxidantes superiores al 98% en ensayos ABTS.

Los extractos obtenidos se evaluaron sobre la actividad metabólica de monocitos y fibroblastos, con el objetivo de identificar su capacidad para modular respuestas inflamatorias y favorecer procesos de regeneración, respectivamente. Estos resultados posicionan a la SSF como una herramienta clave para potenciar el valor funcional de especies vegetales regionales. Estos ensayos se plantean como una etapa inicial para sustentar su incorporación posterior en biomateriales, como hidrogeles, donde los compuestos fenólicos podrían contribuir a modular el microambiente celular y potenciar su funcionalidad en aplicaciones biomédicas.

Referencias y citas bibliográficas

1. De León-Medina, J. C., Sepúlveda, L., Morlett-Chávez, J., Meléndez-Rentería, P., Zugasti-Cruz, A., Ascacio-Valdés, J., Aguilar, C. N., "Solid-State Fermentation with *Aspergillus niger* GH1 to Enhance Polyphenolic Content and Antioxidative Activity of Castilla Rose (*Purshia plicata*)", *Plants*, Vol. 9, No. 11, p. 1518, 2020.
2. Cao, Y., Zhang, L., Wang, J., Li, C., Wang, Z., Wang, Y., "Solid-state fermentation by *Aspergillus niger* improves phenolic compounds and antioxidant activities of plant materials", *Food Bioscience*, Vol. 53, p. 102673, 2023.



VALORIZACIÓN DEL RESIDUO PROTEICO DEL BIODIÉSEL EN ENSILADOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Gloria Sandoval Flores^a, Laura Gabriela Elvir Padilla^a, Roberto Gallardo M^b, Karen Ramos Montiel^a, Regulo Ruiz Salazar^a

^a Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa, Tamaulipas, México

^b Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile

gsandoval@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave: Biodiesel, ensilado, biomasa, residuos

Resumen

En el presente estudio se evalúa el potencial del residuo proteico generado durante la producción de biodiésel a partir de aceite de origen animal como fuente de enriquecimiento de biomasa para la elaboración de ensilados destinados a alimentación animal. Inicialmente, se obtuvo y caracterizó el residuo proteico post-transesterificación, identificándose un contenido relevante de proteína y materia orgánica aprovechable, lo que confirmó su viabilidad como ingrediente alternativo en formulaciones alimenticias. Diversos autores han señalado que los subproductos agroindustriales y pesqueros representan materias primas con alto valor nutricional susceptibles de valorización dentro de esquemas de economía circular. Posteriormente, se seleccionó una biomasa base apta para ensilaje y se formularon distintos tratamientos con niveles crecientes de incorporación del residuo proteico. Los ensilados experimentales fueron elaborados bajo condiciones controladas, observándose una adecuada acidificación del medio y estabilidad durante el proceso. El uso del ensilado como método de conservación permitió mantener la calidad del material y reducir riesgos de deterioro microbiológico, coincidiendo con estudios previos donde esta técnica ha sido propuesta como una alternativa eficiente para estabilizar residuos orgánicos destinados a alimentación animal. Los análisis bromatológicos realizados al ensilado natural mostraron un incremento en el contenido de proteína cruda respecto al tratamiento testigo sin adición del residuo proteico. Asimismo, se observaron mejoras en el valor nutricional global del ensilado, especialmente en tratamientos con niveles intermedios de incorporación, donde se mantuvo un equilibrio adecuado entre humedad, pH y composición química. Estos resultados sugieren que el residuo proteico derivado del biodiésel puede actuar como suplemento funcional para enriquecer biomasa de bajo valor nutritivo.

En cuanto a la calidad microbiológica, los tratamientos presentaron condiciones aceptables de inocuidad. Esto indicó que la incorporación del residuo no comprometió la estabilidad del producto, sino que permitió generar una alternativa sustentable y segura para alimentación animal.

Se demostró que la valorización del residuo proteico generado durante la producción de biodiésel constituye una estrategia viable para el aprovechamiento integral de subproductos agroindustriales. Su incorporación en biomasa ensilable incrementó el contenido proteico del producto final y aportó una opción con potencial aplicación en sistemas acuícolas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Aguiar Novillo, S., Enríquez Estrella, M., Uvidia Cabadiana, H., “Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento”, Revista Amazónica, Vol. 12, No. 7, p. 1-15, 2022.
2. Knothe, G., Van Gerpen, J., Krah, J., “Biodiesel production and utilization”, The Biodiesel Handbook, Vol. 2, No. 1, p. 1-520, 2015.
3. Tatterson, I. N., Windsor, M. L., “Fish silage”, FAO Fisheries Technical Paper, Vol. 1, No. 1, p. 1-80, 2001



VALORIZACIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS DE TERCERA CATEGORÍA PARA LA OBTENCIÓN DE KÉFIR PROTEÍNIC

Área: Bioprocesos

Modalidad: Oral

Adriana Juárez Ramírez^a, Gerardo Díaz Godínez^b, Jorge Soriano Santos^a

^a Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

^b Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

jss@xanum.uam.mx

Palabras clave: plant-based, sostenible, protéinico

Resumen

La **justificación** de este trabajo se basa en que el desarrollo de productos alimentarios de origen vegetal, particularmente aquellos basados en fermentaciones tradicionales como el kéfir, constituye una estrategia concreta para avanzar hacia sistemas alimentarios más sostenibles y con menor impacto ambiental. La formulación de bebidas de kéfir elaboradas exclusivamente a partir de jugos de frutas y verduras de tercera categoría —materias primas que habitualmente se descartan por criterios estéticos o de calibre— permite prescindir del uso de agua con sacarosa añadida durante la fermentación, lo que reduce de manera significativa tanto la huella de carbono como la huella hídrica asociadas a la producción de alimentos. Más allá de los beneficios ecológicos, esta aproximación tecnológica confiere al producto final propiedades biofuncionales derivadas de la presencia de microorganismos probióticos y de compuestos bioactivos generados o liberados durante el proceso fermentativo¹.

Con el **objetivo** central de proponer una tecnología sustentable para la elaboración de un kéfir de agua "plant-based" susceptible de integrarse en dietas saludables y sostenibles, se trabajó para la **metodología** con jugos extraídos directamente de manzana, mango, zanahoria y naranja de tercera categoría. Inicialmente se realizó una caracterización fisicoquímica de los jugos sin fermentar para establecer una línea base con la cual contrastar los cambios inducidos por la fermentación en intervalos de 24, 48 y 72 horas. Una vez identificada la formulación con mayor aceptación sensorial —determinada por el tiempo de fermentación óptimo—, se procedió a recuperar los gránulos de kéfir resultantes para emplearlos como fuente proteica endógena. Dichos gránulos húmedos fueron triturados y homogeneizados con la bebida base en tres concentraciones distintas de proteína: 2.5 %, 3.5 % y 5.0 % (p/v).

Se obtuvieron **resultados** de buena aceptación sensorial ($p < 0.05$) sobre todo en las formulaciones con mango y manzana con fermentaciones de 24 h. Al incrementar el contenido proteico con mejor aceptación sensorial (2.5%) se puede observar un incremento significativo en polifenoles totales (56.62 ± 5.048 meq AG/L en mango vs 8.75 ± 3.946 control), la reducción natural de azúcares durante fermentación (hasta 60%) y mejoramiento del perfil antioxidante (actividad DPPH 10% mayor que la encontrada en el kéfir comercial). De esta manera se logró incrementar la concentración del consorcio microbiano para la producción de Kéfir de agua rico en proteínas con características sensoriales aceptables y menor huella hídrica. Así mismo se desarrolló una tecnología de elaboración de kéfir de agua "plant based", rico en proteína, libre de aditivos y azúcares añadidos de menor huella hídrica, a partir de jugo de frutas y verduras de tercera categoría.

Referencias y citas bibliográficas

1. Laureys, D., Van Jean, A., Dumont, J., & De Vuyst, L., "Investigation of the instability and low water kefir grain growth during an industrial water kefir fermentation process.", *Applied microbiology and biotechnology*, 101(7), 2811-2819, 2017.

CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL AGUA DE GRIFO ACTIVADA POR PLASMA Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y POTENCIAL DE CICATRIZACIÓN DE HERIDAS IN VITRO

Área: Bio-procesos

Modalidad: Cartel

Katherine Karina Corona Reyes¹, Lesly Katleya Usme Duque¹, Silvia Yudith Martínez Amador², Jesus Alejandro Claudio Rizo¹, Yadira Karina Reyes Acosta¹, Thelma Karina Morales¹, Jose Alberto Nuncio Esquivel¹, Leopoldo Javier Rios Gonzales^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo 25280, Coahuila, México

²Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo 25315, Coahuila, México

*Correo: Leopoldo.rios@uadec.edu.mx

Palabras clave: Plasma activado, agua de grifo, antimicrobiano, cicatrización, caracterización fisicoquímica.

Resumen

El presente trabajo tuvo como propósito evaluar las propiedades fisicoquímicas del agua de grifo activada mediante plasma frío y analizar su potencial como agente antimicrobiano y promotor de cicatrización de heridas en modelos in vitro. La justificación de este estudio radica en la necesidad de alternativas sostenibles y seguras para el control de microorganismos patógenos y la regeneración tisular, considerando que el agua activada por plasma (PAW) contiene especies reactivas de oxígeno y nitrógeno con efectos biológicos relevantes [1].

El objetivo central fue caracterizar el PAW en términos de pH, conductividad, concentración de peróxidos y nitritos, así como evaluar su actividad antimicrobiana frente a cepas de referencia de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermis*. Adicionalmente, se analizó su efecto sobre la viabilidad y proliferación celular, en modelos in vitro de cicatrización de heridas utilizando fibroblastos humanos y monocitos porcinos.

La metodología incluyó la activación de agua de grifo mediante plasma jet, seguida de análisis fisicoquímicos estandarizados, ensayos microbiológicos de inhibición de crecimiento bacteriano, pruebas de hemólisis y estudios de viabilidad, proliferación celular (con Rodamina y Calceína) y efecto cicatrizante se evaluó mediante un ensayo de “scratch” en cultivos celulares.

Los resultados mostraron modificaciones fisicoquímicas significativas: incremento en especies oxidantes (H_2O_2 : 2.47 ± 0.24 ppm; NO_2^- : 0.889 ± 0.078 ppm; NO_3^- : 52.79 ± 4.10 ppm) y reducción de la carga bacteriana (CFU/mL: 150 a 50). La inhibición bacteriana fue parcial (*E. coli*: 35.19%, *S. epidermis*: 7.89%, *S. aureus*: 2.13%), lo cual coincide con reportes previos que señalan que la acidificación y la presencia de especies oxidantes son responsables de la actividad antimicrobiana del PAW [2]. En fibroblastos, la viabilidad se mantuvo entre 52–65% a 48 h, mientras que los monocitos mostraron proliferación aumentada hasta 161.79% a 24 h. Los ensayos de hemólisis oscilaron entre 42.08% y 88.57%, sin efectos severos. En el modelo de cicatrización, PAW aceleró el cierre de herida (64.73% a 48 h vs. 55.54% en control), lo que respalda su potencial biomédico[3], [4].

En conclusión, el agua activada por plasma representa una estrategia prometedora para aplicaciones antimicrobianas y de regeneración tisular, con potencial de ser utilizada en el ámbito biomédico.

Referencias

- [1] D. B. Graves, “The emerging role of reactive oxygen and nitrogen species in redox biology and some implications for plasma applications to medicine and biology,” *J. Phys. D Appl. Phys.*, vol. 45, no. 26, p. 263001, Jul. 2012, doi: 10.1088/0022-3727/45/26/263001.
- [2] K. Oehmigen, M. Hähnel, R. Brandenburg, C. Wilke, K. D. Weltmann, and T. Von Woedtke, “The role of acidification for antimicrobial activity of atmospheric pressure plasma in liquids,” *Plasma Processes and Polymers*, vol. 7, no. 3–4, pp. 250–257, 2010, doi: 10.1002/ppap.200900077.
- [3] H. Liu *et al.*, “Cold Atmospheric Plasma: An Emerging Immunomodulatory Therapy,” *Adv. Ther. (Weinh.)*, vol. 7, no. 5, May 2024, doi: 10.1002/adtp.202300399.
- [4] S. Wang *et al.*, “Plasma-Activated Water Promotes Wound Healing by Regulating Inflammatory Responses,” *Biophysica*, vol. 1, no. 3, pp. 297–310, Sep. 2021, doi: 10.3390/biophysica1030022.



**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OLOTE DE MAÍZ SOBRE LA
PRODUCCIÓN DE CELULASAS Y XILANASAS POR *TRICHODERMA REESEI* NRRL-6156 EN
CULTIVOS SUMERGIDOS**
Área: Bioprocesos
Modalidad: Cartel

Marlenne Vázquez Aldana^a, Enrique Durán Páramo^a

^aUnidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Bioconversiones. Av. Acueducto, La Laguna Ticomán, Gustavo A. Madero, 07340 Ciudad de México, CDMX.

correo autor de contacto: mar_vazqald@hotmail.com; eduran@ipn.mx

Palabras clave: Trichoderma reesei, olote de maíz, celulasas, xilanasas

Resumen

El uso de residuos lignocelulósicos como fuente de carbono ha sido ampliamente explorado para la producción de enzimas, debido a su disponibilidad y bajo costo. En estos sistemas, la concentración del sustrato puede modificar el comportamiento del cultivo al influir en la disponibilidad de compuestos inductores (Yan et al., 2021). Debido a su contenido de celulosa y hemicelulosa, la variación en la concentración de olote de maíz puede afectar la producción de celulasas y xilanasas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la concentración de olote de maíz sobre la producción de celulasas (endoglucanasas) y xilanasas por *Trichoderma reesei* NRRL 6156 en cultivo sumergido.

El olote de maíz se sometió a pretratamiento alcalino-térmico con NaOH al 2% (p/v), seguido de lavado, secado y molienda. Los cultivos se realizaron en matraces con medio Mandels & Weber modificado, utilizando olote de maíz (OM) a 0.5, 1.0 y 1.5% (p/v). Se inoculó *Trichoderma reesei* (7×10^6 esporas/mL) y se incubaron a 30°C y 150 rpm durante 216 h. La concentración de biomasa se estimó por peso seco y las actividades enzimáticas se determinaron mediante el método DNS (Miller, 1959). Se observó una relación directamente proporcional entre la concentración de biomasa y la concentración de OM inicial, alcanzando un máximo a 1.5% (9.83 g/L). La producción de endoglucanasas mostró un máximo a 72 h en 0.5% de OM (1662.7 U/L) y mayor actividad final a 1.0% (1799.0 U/L), mientras que a 1.5% fue menor (1310.8 U/L). La producción de xilanasas fue mayor a 0.5% (49111.2 U/L a 96 h) y disminuyó al incrementar la concentración de OM. Jiang et al., 2017 obtuvieron 28000 U/L de endoglucanasas y 110000 U/L de xilanasas en cultivos de *Trichoderma reesei* Rut C30 utilizando OM, donde se observa una mayor producción de xilanasas respecto a celulasas. Este comportamiento coincide con lo observado en este estudio. En conjunto, aunque el incremento en la concentración de OM incrementó la concentración de biomasa, la producción enzimática no presentó la misma tendencia. La producción de endoglucanasas fue mayor a 1.0% y menor a 1.5%, mientras que la producción de xilanasas fue mayor a 0.5% de OM, lo que indica que concentraciones elevadas de olote de maíz no favorecen la producción enzimática.

Referencias y citas bibliográficas

1. Jiang, F., Ma, L., Cai, R., Ma, Q., Guo, G., Du, L., & Xiao, D. (2017). Efficient crude multi-enzyme produced by *Trichoderma reesei* using corncob for hydrolysis of lignocellulose. *3 Biotech*, 7(5), 339.
2. Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428.
3. Yan, S., Xu, Y., & Yu, X. W. (2021). From induction to secretion: a complicated route for cellulase production in *Trichoderma reesei*. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1), 107.

Agradecimientos: Se agradece a SECIHTI por el apoyo financiero otorgado mediante la beca de posgrado, así como al IPN y al Laboratorio de Bioconversiones de la UPIBI-IPN.



CARACTERIZACION FITOQUIMICA, EVALUACION ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS CRUDOS DE *Cassia fistula* L.

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Tejero Rivas María Candelaria¹, Velázquez Martínez José Rodolfo^{*2}, Hernández Gallegos Minerva Aurora³, Guzmán Ceferino Juan², Ochoa Flores Angelica², Osorio Osorio Rodolfo², Emmanuel Cabañas García⁴.

¹Tecnologico Nacional de México campus Villahermosa/Departamento de Química, Bioquímica y Ambiental, Villahermosa, Tabasco, México.

²Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México

³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Villahermosa, Tabasco, México.

⁴Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus, Zacatecas-Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México.

Autor de correspondencia: *jose.velazquez@ujat.mx

Palabras clave: Antibacteriana, antioxidante, extractos, bioactivos.

Resumen. El presente estudio tuvo como propósito evaluar el potencial bioactivo de los extractos acuoso, etanólico e hidroetanólico de las hojas de *Cassia fistula* L mediante el análisis de su contenido fitoquímico, actividad antioxidante y antimicrobiana. La justificación de este trabajo radica en la creciente búsqueda de fuentes naturales de compuestos bioactivos con posibles aplicaciones en beneficio a la salud, debido al incremento de la resistencia microbiana y al papel del estrés oxidativo en el desarrollo de diversas enfermedades crónicas. Para el extracto acuoso (EA), se calentó a baño maría (90 °C, 10 min), se filtró (Whatman No. 1) y microfiltró (membrana 0.45 µm), el agua del filtrado se eliminó por liofilización. El extracto etanólico (EE, etanol absoluto) y el hidroetanólico (EHE, etanol:agua, 70:30) se maceraron (48 h a 150 rpm), se filtraron (Whatman No. 1) y se centrifugaron (6000 rpm). Los sobrenadantes se concentraron en rotavapor y el agua del extracto hidroetanólico se eliminó en una estufa de vacío. El contenido fitoquímico se determinó por métodos espectrofotométricos y la actividad antioxidante mediante el ensayo de DPPH. La actividad antimicrobiana se determinó por difusión en disco y concentración mínima inhibitoria (MIC) contra cepas gram- y gram+. En el contenido fitoquímico los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), entre los extractos, siendo el extracto etanólico el que obtuvo el mayor contenido de fenoles (87.49 ± 0.74 mg EAG/g Ext), flavonoides (10.42 ± 0.90 mg CAT/g Ext) y taninos (58.26 ± 0.85 mg EAG/g Ext). Asimismo, mostró la mayor actividad antioxidante al registrar el menor IC₅₀ en DPPH (1.38 ± 0.10 mg/mL), seguido del extracto de acuoso (1.61 ± 0.02 mg/mL) y el hidroetanólico (2.03 ± 0.06 mg/mL). En la actividad antimicrobiana, únicamente los extractos EA y EHE mostraron efecto frente a *B. cereus* y *B. subtilis*, destacando el EHE con una MIC de 25 mg/mL, en ambas cepas, en tanto que no se observó actividad contra *S. aureus*, *S. typhimureum* y *E. coli*. Estos resultados evidencian el potencial bioactivo de la especie, destacando su actividad antioxidante y su efecto antimicrobiano selectivo, lo que respalda su posible aplicaciones farmacéuticas, nutraceuticas y alimentarias.

Referencias y citas bibliográficas

1. Abbes, Z., Abed, N. E., Amri, M., Kharrat, M., & Ahmed, S. B. H. (2014). Antioxidant and antibacterial activities of the parasitic plants orobanche foetida and orobanche crenata collected on faba bean in tunisia. *j. aNIM. pLANT sCI.*, 24(1), 310-314.
2. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
3. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DEL BAGAZO DE UVA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS MEDIANTE FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO

Área: Bio-procesos
Modalidad: Cartel

Gustavo López Guarín^a, Adriana Marisol Rangel Rodríguez^a, Ana Verónica Charles Rodríguez^b, Armando Robledo Olivo^b

^aTecnológico Nacional de México, Campus Saltillo, Departamento de Ciencias Básicas Saltillo, México

^bUniversidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Saltillo, Coahuila México
correo autor de contacto: gustavo.lg@saltillo.tecnm.mx

Palabras clave: Valorización, Fermentación, Biotecnología, Enzimas.

Resumen:

La presente investigación evalúa el aprovechamiento biotecnológico del bagazo de uva mediante fermentación en medio sólido (FMS) para la producción de enzimas celulolíticas con potencial aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica y de valorización de residuos agroindustriales. La importancia del estudio radica en que el estado de Coahuila es una de las principales regiones productoras de vino en México, generando grandes cantidades de residuos lignocelulósicos que, aunque comúnmente utilizados como fertilizantes, presentan propiedades fisicoquímicas adecuadas para procesos biotecnológicos (Soccol 2017). El objetivo principal fue cuantificar el efecto de la hidrólisis del bagazo de uva mediante FMS para la producción de celulasas. La metodología incluyó el aislamiento y caracterización de hongos filamentosos provenientes del semidesierto de Coahuila, la caracterización fisicoquímica del sustrato y la evaluación de la producción enzimática. Se aislaron siete cepas microbianas, de las cuales MC4 y MC5 presentaron las mayores tasas de crecimiento en medio PDA y en el sustrato evaluado, registrando velocidades de crecimiento de 0,1067 cm/h y 0,0998 cm/h, respectivamente. Debido a su desempeño, la cepa MC4 fue seleccionada para los ensayos de fermentación. El análisis fisicoquímico mostró un contenido de fibra cruda de 19,73% y una actividad de agua (Aw) de 0,547 en el bagazo de uva. Para la optimización del proceso se empleó un diseño experimental Taguchi L9 con cuatro factores y tres niveles, evaluando actividades endoglucanasa y exoglucanasa. Además, los datos experimentales fueron ajustados al modelo cinético de Luedeking-Piret. (Luedeking, 1959) Los resultados mostraron una producción máxima de 836,80 U de actividad enzimática y una formación de biomasa de 0,0108 g/h. Las mejores condiciones de producción fueron: aireación de 0,8 L/min, tamaño de partícula de 0,5 cm, relación C:N de 24 g/L y 80 g de sustrato por envase.

Los resultados demuestran que la FMS constituye una alternativa sustentable y eficiente para la valorización del bagazo de uva, permitiendo la producción de enzimas de interés industrial y contribuyendo al desarrollo de procesos biotecnológicos orientados hacia la economía circular y el aprovechamiento integral de residuos agroindustriales.

Citas bibliográficas

1. Soccol, C. R., da Costa, E. S. F., Letti, L. A. J., Karp, S. G., Woiciechowski, A. L., & de Souza Vandenberghe, L. P. (2017). Recent developments and innovations in solid state fermentation. *Biotechnology Research and Innovation*
2. Luedeking, R., & Piret, E. L. (1959). A kinetic study of the lactic acid fermentation. Batch process at controlled pH. *Journal of Biochemical and Microbiological Technology and Engineering*, 1(4).



EVALUACION DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIHIPERGLÚCEMICO DE EXTRACTOS CRUDOS DE *Cassia fistula* L.

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Tejero Rivas María Candelaria¹, Velázquez Martínez José Rodolfo^{*2}, Hernández Gallegos Minerva Aurora³, Guzmán Ceferino Juan², Aguilar Sánchez Nelly Cristina³, Jiménez Pérez Nelly del Carmen⁴, Hernandez Becerra Josafat Alberto⁵.

¹Tecnologico Nacional de México campus Villahermosa/Departamento de Química, Bioquímica y Ambiental, Villahermosa, Tabasco, México.

²Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. ³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Villahermosa, Tabasco, México.

⁴Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias Biológicas

⁵Universidad Tecnológica de Tabasco/División de Procesos Industriales, Tabasco México

Autor de correspondencia: *jose.velazquez@ujat.mx

Palabras clave: Fitoquímicos, antihiperoglucémico, extractos.

Resumen. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antioxidante e hiperglucémica de los extractos acuoso, etanólico e hidroetanólico de las hojas de *Cassia fistula* L. La justificación para este estudio se basa en que debido

aumento de enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus tipo 2 y los trastornos asociados al estrés oxidativo ha impulsado la búsqueda de compuestos naturales con propiedades antioxidantes e hiperglucémicas. En este contexto, las plantas medicinales representan una alternativa prometedora frente a estas afectaciones y con la posibilidad de menores efectos secundarios. Extracto acuoso (EA, agua en baño maría a 90 °C por 10 min), se filtró (papel Whatman No. 1) y microfiltró (membrana 0.45 µm), el filtrado se liofilizó. Extracto etanólico (EE, etanol absoluto) y el extracto hidroetanólico (EHE, etanol:agua, 70:30) se maceraron por 48 h a 150 rpm y los macerados se filtraron (Whatman No. 1), se centrifugaron (6000 rpm) y los sobrenadantes se concentraron en rotavapor. La actividad antioxidante se determinó utilizando los métodos de de ABTS y FRAP, en tanto que la actividad antihiperoglucémica se evaluó, sobre la inhibición de la actividad de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa. Los resultados de actividad antioxidante (IC₅₀) para ABTS, el EE mostró una elevada actividad antioxidante (IC₅₀=1.17 ± 0.12 mg/mL, (p < 0.05) en comparación del EHE y EA (IC₅₀=2.01 ± 0.08 y 4.72 ± 0.11 mg/mL respectivamente). En contraste, el EA presentó el mayor poder reductor en FRAP (504.88 ± 7.8 µmol TE/g extracto), seguido del EE y EHE (314.22 ± 6.84 y 182.16 ± 2.25 µmol TE/g extracto respectivamente). En la inhibición de α -amilasa, los extractos EE y EHE mostraron actividad moderada (IC₅₀ de 3.0 ± 0.4 y 2.7 ± 0.3 mg/mL, respectivamente), mientras que en α -glucosidasa los tres extractos presentaron una alta inhibición, superando incluso a la Acarbosa, iniciando con el EHE (IC₅₀=8.49 ± 3.71 µg/mL), EE (IC₅₀=66.84 ± 2.02 µg/mL) y EA (IC₅₀=116.35 ± 0.9 µg/mL). Estos resultados evidencian el potencial de *Cassia fistula* como fuente de compuestos bioactivos con capacidad para neutralizar radicales libres e inhibir enzimas digestivas relacionadas con la absorción de carbohidratos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ji, Y., Liu, D., Jin, Y., Zhao, J., Zhao, J., Li, H., Li, L., Zhang, H., & Wang, H. (2021). *In vitro* and *in vivo* inhibitory effect of anthocyanin-rich bilberry extract on α -glucosidase and α -amylase. *LWT*, 145, 111484. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111484>
2. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
3. Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Comparación de la calidad y rendimiento del aceite esencial rico en d-limoneno obtenido de naranja (*citrus sinensis*) mediante arrastre de vapor utilizando diferentes sistemas de refrigeración

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Ashley Ximena Ortega Zerrweck^{1a}, Roberto Arredondo Valdes^{2a}, Christian Servando Castillo Reyna^{3a}, Yadira Karina Reyes Acosta^{4a}

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd V Carranza 25280 col. República Oriente, Saltillo, Coahuila

[*ykreyes@uadec.edu.mx](mailto:ykreyes@uadec.edu.mx)

Palabras clave: d-limoneno, arrastre de vapor, destilación, aceite esencial, refrigerante

Resumen

El d-limoneno ($C_{10}H_{16}$) es un monoterpeno cíclico presente en las cáscaras de frutos cítricos, especialmente de la naranja (*citrus sinensis*), presente como aceite esencial (AE) con alto valor comercial en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica por sus propiedades organolépticas y biológicas (aromáticas, antioxidantes y antimicrobianas). Entre las técnicas tradicionales para la obtención de AE, la extracción por arrastre de vapor destaca para recuperar compuestos volátiles. Sin embargo, la eficiencia varía por diversos factores, entre ellos, el sistema de refrigeración para la condensación de vapores. La capacidad del intercambio térmico de los refrigerantes influye directamente en la recuperación de los AE, el rendimiento y la conservación de los bioactivos presentes en el extracto. La **justificación** es comparar diferentes sistemas de refrigeración durante la extracción por arrastre de vapor modificando el tipo de refrigerante. Un sistema de refrigeración inadecuado puede ocasionar pérdidas de compuestos volátiles, disminución del rendimiento y alteraciones en la calidad química del AE obtenido.[1]. Por tal motivo el **objetivo** es comparar la eficiencia de tres tipos de refrigerantes (recto, serpentín y bolas) utilizados durante la extracción de AE de cáscara de naranja mediante arrastre de vapor. La **metodología** se realizó mediante la extracción del AE en un sistema de destilación por arrastre de vapor utilizando tres configuraciones de refrigeración. [2]. Los aceites se **caracterizaron** mediante FTIR para identificar las bandas características asociadas al d-limoneno. Además, se determinó la masa recuperada, el rendimiento de extracción y la eficiencia de cada sistema de refrigeración.[3]. Los **resultados** mostraron diferencias significativas durante la extracción, el tipo serpentín presentó la mayor recuperación del AE y el de bolas el 5%, sin embargo, respecto al olor, el de bolas mostró un olor agradable y limpio a diferencia de los otros dos que presentaron un olor ahumado. La extracción del AE del d-limoneno fue evidenciada mediante FTIR. La **conclusión** es que no solo el tipo de refrigerante afecta la extracción del aceite esencial, esta extracción se vio afectada por la cantidad de calor directa al extracto de la naranja aunado a que el de bolas extrajo menor cantidad, pero de mayor calidad respecto al olor.

Referencias

- [1] M. Cerutti and F. Neumayer, "INTRODUCCIÓN A LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN," memorias, 2004, pp. 149–155.
- [2] D. Silvia, L. A. Llano, J. Daniel, and P. De La Rosa, "Universidad Autónoma de Querétaro." Tesis, 2023.
- [3] J. Sanabria, C. González, J. Reyes, J. Orozco, E. Ariza, and A. León, "Analysis of the Effect of D-Limonene on the Viscosity Reduction of Heavy Crude Oils Using FTIR-ATR Spectroscopy," *Chemical Engineering Transactions*, vol. 117, pp. 973–978, 2025, doi: 10.3303/CET25117163.



USO DEL CONSORCIO BACTERIANO DEL PULQUE EN EL PROCESO DE ENCAPSULADO CON ALGINATO, GOMA GUAR Y ALMIDÓN HIDROLIZADO PARA LA GENERACIÓN DE PRODUCTOS FERMENTADOS (LECHE Y QUESO CREMA)

Área: Bio-procesos

Modalidad: Cartel

Adrián Torres González¹, Margarita Islas Cortes²

ITSSNP1, BUAP1 Zacatlán, Puebla, Mexico,

ITSSNP2, Zacatlán, Puebla, Mexico,

adrian.tg@zacatlan.tecnm.mx, adrian.torres@correo.buap.mx

Palabras clave: Pulque, Agua miel, UFC, Proceso fermentativo, Mesófilos aerobios.

Resumen

En México al pulque se le considera junto con el tequila, mezcal y el sotol como bebida nacional. El pulque es una bebida alcohólica fermentada de color blanco lechoso que se obtiene del néctar extraído del maguey, llamado aguamiel (González, 1978 en Cúlhuac E. 2013). En las zonas pulqueras de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla se advierte una reducción preocupante en la superficie de cultivo y aprovechamientos; Madrigal-Lugo, García-Moya, y Velázquez-Loera (2014) mencionan un total de 624.45 hectáreas de alta y baja densidad para la zona centro del país. Las restricciones económicas y sociales de las regiones pulqueras han conducido a los lugareños a buscar nuevas alternativas de subsistencia aprovechando el potencial nutraceutico de este producto el cual adquiere las características nutrimentales debido al metabolismo del consorcio bacteriano, es por eso por lo que en el presente proyecto se realizó una propuesta sobre el uso del consorcio bacteriano del pulque en proceso de microencapsulado con alginato, goma guar y almidón hidrolizado para la generación de productos agroindustriales de origen lácteo. Inicialmente se obtuvieron los microorganismos al sedimentarse, la muestra se tomó tanto en pulque diluido como concentrado, y se llevó a cabo la encapsulación del consorcio bacteriano del pulque, utilizándose una micropipeta en interacción con CaCl_2 para la formación de esferificación generando la inmovilización celular en la muestra de alimento bajo las 3 formulaciones (pulque con el alginato grado alimentario, alginato con goma guar y alginato con almidón), generándose como producto la leche fermentada y queso, una vez preparados se les determino análisis microbiológico basado en el análisis de organismos coliformes totales, encontrando ausencia de UFC y por ultimo análisis de mesófilos aerobios para determinar el número de UFC/g que se producen durante el proceso fermentativo, también se aplicó una prueba de Análisis sensorial y se encontró una gran aceptación y viabilidad económica de producción de acuerdo al estudio de costo-beneficio al comparar un sistema innovador alternativo de producción vs el proceso tradicional. Concluyendo la viabilidad para la aplicación de la técnica innovadora, para el aprovechamiento del consorcio bacteriano en la generación de productos agroindustriales.

El **objetivo** central fue elaborar un encapsulado con alginato, alginato con goma guar y alginato con almidón a base del consorcio bacteriano a partir del pulque de la región de Zacatlán, Puebla para la generación de leche fermentada y queso crema.

La **metodología** consistió en el diseño de productos como leche fermentada y queso crema a partir de la biomasa del pulque, mediante la técnica de esferificación con alginato en combinación con otros polisacáridos, divida en tres tratamientos: Tratamiento 1, alginato solo con consorcio bacteriano; tratamiento 2, alginato en combinación con almidón hidrolizado con consorcio bacteriano y el tratamiento 3 fue alginato en combinación con goma guar y consorcio bacteriano, una vez terminada el proceso de esferificación se llevo a cabo la fermentación y se implementaron análisis microbiológicos y sensoriales

Para **Los resultados** de este proyecto nos enfocamos a la cuenta de bacterias mesófilas aerobias (NOM-092-SSA1) que es el parámetro más incluyente y engloba una gran cantidad de bacterias que ni siquiera son patógenos comprobados o que incluso se encuentran de manera natural en el alimento como es el caso de fermentos y productos lácteos fermentados. De acuerdo con los tratamientos con relación a la combinación de los polisacáridos y la biomasa del pulque al determinar las bacterias mesofílicas aerobias presentes en las esferas de alginato con goma guar se obtuvo 87000 UFC/g, de alginato con almidón modificado se obtuvo 89000 UFC/g y de alginato, se obtuvo 89000 UFC/g, por lo que se optó por la ultima combinación para la elaboración de los productos (leche fermentada y queso crema). Al comprobar el potencial probiótico del pulque se llevó a cabo la aplicación de la NOM-092-SSA1, y se encontró la cantidad de: 1,300,000 ufc/g de células viables, asegurando la carga bacteriana para la elaboración de un producto fermentado en integración con leche de vaca. En el presente proyecto se utilizó el producto de Yakult, ya que científicamente se conoce del potencial probiótico de los microorganismos (*Cacei shirota*) de



esta bebida encontrando una población de 49,000,000 UFC/g de bacterias mesófilas aerobias, también se le aplicó la prueba para la cuenta de organismos coliformes totales con placa de agar rojo violeta bilis lactosa, 24 horas a 35°C (NOM-113-SSA1-1994), encontrando 0 UFC/g, al mismo tiempo se utilizó el queso filadelfia aplicando las dos técnicas y no se encontraron organismos viables ufc/g en ambas pruebas, lo que muestra el pobre potencial probiótico de este producto. Estos productos se utilizaron como parámetro de comparación ya que en el presente proyecto se elaboró, leche fermentada y queso crema a partir del aprovechamiento del consorcio bacteriano del pulque, se aplicaron ambas normas con el objetivo de conocer el estado de inocuidad de todos los alimentos que se produjeron. Si bien la FDA no enumera una cantidad recomendada de ingesta diaria de probióticos, los estudios han demostrado que se recomiendan alrededor de 1-10 mil millones de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) diarias para las personas sanas. Y los valores encontrados en nuestra investigación son los siguientes: Para el queso untado se cuantificaron 710,000,000 UFC/g de células bacterianas aerobias mesófilas y para la leche fermentada 120,000,000 UFC/g (ambos productos se les aplicó las NOM-113-SSA1-1994, encontrando total ausencia de coliformes totales), de acuerdo con la FDA, son alimentos óptimos para el consumo humano al no sobrepasar la cantidad de ingesta diaria de probióticos y mostrar capacidad probiótica respecto al número de células bacterianas viables. Además de ser un proceso económico y de alto impacto para la actividad agroindustrial de la región de Zacatlán y sus alrededores.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cúlhuac C. (2013). Análisis de la cadena productiva del pulque del estado de México y Tlaxcala. Universidad Autónoma del Estado de México
2. Madrigal-Lugo, R., García- Moya, E., & Velázquez-Loera. (2014). El maguey: cultivo y cultura. In: G. Aragón-Loranca (Comp.), El maguey y el pulque en la región central de México (pp. 137-157). Gobierno del Estado de Tlaxcala: Fideicomiso Colegio de Historia de Tlaxcala.
3. González Mesillas F. Vázquez Castro P., Jaime Ordaz J. Zúñiga Juárez M. A. POTENCIAL PROBIÓTICO DE BACTERIAS AISLADAS DEL PULQUE: UNA REVISIÓN, Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Químicas, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C.P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
4. Zavala (2005). Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Dirección General de Promoción Agraria. p. 11-16.
5. Sampablo (2019). Leches fermentadas: tradición e innovación. Universidad Complutense.
6. C. Ramírez-López*, J.F. Vélez-Ruiz. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla. Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Cholula, Puebla. C.P.72810. México.
7. DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-F-710-COFOCALEC-2014, NMX-F-713-COFOCALEC-2014, NMX-F-715-COFOCALEC-2014, NMX-F-716-COFOCALEC-2014, NMX-F-720-COFOCALEC-2014, NMX-F-747-COFOCALEC-2014, NMX-F-748-COFOCALEC-2014 y NMX-F-749-COFOCALEC-2014.



INGENIERÍA DE PROTEÍNAS PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Emma Oliva Fuentes Ramírez^a, Gabriel Rafael Hernández Martínez^{a,b}, Daniel Alejandro Ramírez Villanueva^c,

^aBIOTECHVERA, AC. Dirección de Investigación Científica, Orizaba, Veracruz, México,

^bUniversidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Orizaba, Veracruz, México

^cUniversidad de la Sierra Juárez de Oaxaca, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México

Correo de autor: emfuentes30@biotechvera.org

Palabras clave: polietileno, biodegradación, modelado molecular, ingeniería de proteínas, acoplamiento enzimático.

Resumen

Mediante este trabajo exploramos la posibilidad de rediseñar y optimizar enzimas degradadoras de alcanos de cadena larga con la finalidad de proponer nuevas estrategias para biodegradar residuos plásticos. La relevancia de este trabajo se debe a que actualmente estos residuos han superado los 360 millones de toneladas anuales en todo el mundo, de los cuales México genera alrededor de 6.5 millones de toneladas cada año, por lo que es fundamental acelerar su biodegradación.

La presente propuesta se enfoca en enzimas degradadoras de alcanos de cadena larga debido a la semejanza estructural que tienen con el polietileno, el cual representa más del 60% de los residuos plásticos que se generan en el país.

La metodología consiste en una búsqueda bibliográfica de las enzimas reportadas como degradadoras de alcanos de cadena larga, el empleo de herramientas de ingeniería de proteínas para el modelado y la visualización de los residuos clave en la estructura, como el sitio de unión al polímero, el sitio activo de la enzima, los bucles de la enzima y su función en la estructura, etcétera. Una vez realizado el modelado de la estructura se obtiene la corrección y la validación del modelo, lo cual es fundamental para el posterior acoplamiento molecular.

Los resultados arrojaron residuos clave para poder lograr, por un lado, una hidroxilación de cadenas largas de alcanos y, por el otro, el aumento de la interacción entre la superficie hidrófoba del polímero y la enzima, lo que nos permite dirigir esfuerzos concretos para la expresión y producción de la enzima modificada.

Referencias y citas bibliográficas

1. Lara, O. H., Spalding, M. J., Navarrete, A. H., Park, C. A., & Braestrup, A. "The current state of law on plastic pollution in Mexico and a view toward the future", *Plastics in the aquatic environment-Part II: Stakeholders' role against pollution*, p. 221-254, 2020.
2. Santacruz-Juárez, E., Buendía-Corona, R. E., Ramírez, R. E., & Sánchez, C. "Fungal enzymes for the degradation of polyethylene: Molecular docking simulation and biodegradation pathway proposal", *Journal of hazardous materials*, V. 411, p. 125118. 2021.
3. Yeom, S. J., Le, T. K., & Yun, C. H. "P450-driven plastic-degrading synthetic bacteria". *Trends in Biotechnology*. V. (40)2, p. 166-179. 2022

Agradecimientos: Esta investigación se realiza con recursos materiales y humanos de la organización de la sociedad civil BIOTECHVERA, AC, dedicada a la investigación y divulgación científica en el campo de la biotecnología.



PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOEMULSIONES CON COMPUESTOS BIOACTIVOS DE DOS PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Ana L. Puga-Jiménez¹, Ana V. Charles-Rodríguez^{1*}, Armando Robledo-Olivo¹, Susana González-Morales¹, Adalberto Benavides-Mendoza¹, María L. López-Flores²

¹Programa de Posgrado en Agricultura Protegida, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo 25315, Coahuila, México.

²ILE—Departamento de Innovación Tecnológica y Divulgación Científica, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo México., CP. 25070 Saltillo, Coahuila, México.

*anavero29@gmail.com

Palabras clave: *Rhus microphylla*, *Eysenhardtia texana*, nanoemulsión, antioxidantes, sostenible

Resumen

Las nanoemulsiones (NEs) son sistemas formados por dos fases inmiscibles (aceite y agua), estabilizadas mediante tensioactivos, con tamaños de gota entre 20 y 200 nm [1]. Presentan alta estabilidad cinética y mejoran la solubilidad, dispersión y biodisponibilidad de compuestos bioactivos, además de protegerlos frente a factores ambientales como la oxidación, la luz y temperatura [2].

Las plantas de zonas áridas constituyen una fuente relevante de metabolitos secundarios, como polifenoles, flavonoides y terpenos, producidos en respuesta a condiciones de estrés ambiental. Estos compuestos poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y bioestimulantes, con potencial en la agricultura sostenible [3], [4].

El objetivo de este estudio fue producir y caracterizar NEs funcionalizadas con extractos de *Eysenhardtia texana* (ET) y *Rhus microphylla* (RM), como alternativa para el desarrollo de insumos agrícolas. Las NEs se obtuvieron mediante el método de inversión de fases por temperatura, un proceso de baja energía. Se evaluaron formulaciones con aceite de chía y soya, Tween 80 como surfactante, extractos acuosos y etanólicos de ET y RM, y 80 y 90% de fase acuosa.

La caracterización incluyó tamaño de gota, potencial zeta e índice de polidispersión (PDI) por dispersión dinámica de luz, así como pH y viscosidad. Las NEs con extracto etanólico de ET y aceite de soya (90% de fase acuosa) presentaron tamaños cercanos a 111 nm. Las formulaciones con extracto etanólico de RM mostraron mayor viscosidad, posiblemente por una mayor concentración de compuestos solubles e interacciones intermoleculares [5].

La combinación de aceite de chía, extracto etanólico de ET y 90% de fase acuosa produjo tamaños de gota significativamente menores, sugiriendo un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos y la fase lipídica, que favorece la reducción de la tensión interfacial y la formación de sistemas más estables [6], [7]. Estos resultados destacan el potencial de las NEs con extractos de plantas de zonas áridas como sistemas sostenibles para aplicaciones agrícolas.

Referencias

1. Aswathanarayan J. B. and R. R. Vittal, "Nanoemulsions and Their Potential Applications in Food Industry," *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 3, p. 438537, Nov. 2019, doi: 10.3389/FSUFS.2019.00095/FULL.
2. Zhang C. and B. Li, "Fabrication of nanoemulsion delivery system with high bioaccessibility of carotenoids from *Lycium barbarum* by spontaneous emulsification," *Food Sci. Nutr.*, vol. 10, no. 8, 2022, doi: 10.1002/fsn3.2863.
3. Głuchowska A., B. Zieniuk, and M. Pawełkowicz, "Unlocking Plant Resilience: Metabolomic Insights into Abiotic Stress Tolerance in Crops," *Metabolites* 2025, Vol. 15, Page 384, vol. 15, no. 6, p. 384, Jun. 2025, doi: 10.3390/METABO15060384.
4. Jangpangi D., B. Patni, V. Chandola, and S. Chandra, "Medicinal plants in a changing climate: understanding the links between environmental stress and secondary metabolite synthesis," *Front. Plant Sci.*, vol. 16, p. 1587337, 2025, doi: 10.3389/FPLS.2025.1587337.
5. Tufinio K. et al., "Determinación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de *Buddleja Inkana*, *Oreocallis Grandiflora* y *Chuquiraga Spinosa*," *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 87, no. 2, pp. 107–119, Nov. 2021, doi: 10.37761/RSQP.V87I2.343.
6. Ushikubo F. Y. and R. L. Cunha, "Stability mechanisms of liquid water-in-oil emulsions," *Food Hydrocoll.*, vol. 34, pp. 145–153, Jan. 2014, doi: 10.1016/J.FOODHYD.2012.11.016.
7. Wang W., et al., "Physicochemical Properties, Stability and Texture of Soybean-Oil-Body-Substituted Low-Fat Mayonnaise: Effects of Thickeners and Storage Temperatures," *Foods* 2022, Vol. 11, Page 2201, vol. 11, no. 15, p. 2201, Jul. 2022, doi: 10.3390/FOODS11152201.

Agradecimientos: A la SECIHTI a través de la Beca de estudios con CVU 790584 del programa Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.



EVALUACIÓN DEL PROCESO HIDROTÉRMICO DE UNA MEZCLA DE BIOMASAS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA FRAGMENTACIÓN DE COMPUESTOS DE ALTO VALOR AGREGADO

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Edgar Leonardo De la O Rubio ^a, Rosa M. Rodríguez-Jasso ^a, Karla Daniela González Gloria ^a, Héctor A. Ruiz ^a

^aBiorefinery Group, departamento de alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, 25280, Coahuila, México.

leonardo.rubio@uadec.edu.mx, hector_ruiz_leza@uadec.edu.mx

Palabras clave: Biorrefinería, mezcla de biomasas lignocelulósicas, Bagazo de agave, Rastrojo de maíz, Bagazo de caña de azúcar.

Resumen

El bagazo de agave (BA), el de caña de azúcar (BCA) y el rastrojo de maíz (RM) representan biomasas lignocelulósicas de alta disponibilidad en México; el aprovechamiento de estos residuos agroindustriales es clave para el desarrollo de biorrefinerías. En este trabajo se realizó la caracterización química de la biomasa y el pretratamiento hidrotérmico como alternativa sustentable para fraccionar la biomasa lignocelulósica y separar la lignina. Esta parte del proceso es clave para la obtención posterior de azúcares fermentables. Inicialmente, las biomasas fueron caracterizadas mediante la determinación de la lignina y las cenizas, con el fin de conocer su composición estructural y su posible influencia en el proceso hidrotérmico. Para el tratamiento se usó una mezcla con una relación de 1:1:1 (BA: BCA: RM) y una relación sólido-líquido de 1:10 (peso/volumen), en un reactor batch de 190 mL operado en condiciones isotérmicas. La metodología del proceso consistió en un diseño experimental compuesto central, en el que se evaluaron dos factores en el tratamiento: la temperatura, a la cual se mantuvo la isoterma de proceso, con valores de 170, 180 y 190 °C, y el tiempo de residencia de 10 minutos. Al finalizar cada tratamiento, se filtró el slurry obtenido para separar las fases líquida y sólida, que posteriormente fueron caracterizadas para determinar las fracciones lignocelulósicas. Los resultados preliminares obtenidos con un tratamiento, siendo este el de las condiciones menos severas (170 °C, 10 min), han sido los evaluados; presentaron un factor de severidad $\log(R_o)$ (correlación de las condiciones de temperatura y tiempo de operación) de 3.62 y un pH de 4.64 en la fase líquida. La disminución del pH se debe a las reacciones autohidrolíticas asociadas a la liberación de grupos acetilo y a la formación de ácidos orgánicos durante el tratamiento térmico. Estos resultados preliminares permiten establecer las bases para futuras evaluaciones de temperatura y de tiempo de residencia orientadas a maximizar la solubilización de la hemicelulosa y la obtención de azúcares fermentables.

Referencias y citas bibliográficas

1. Hernández, C., Escamilla-Alvarado, C., Sánchez, A., Alarcón, E., Ziarelli, F., Musule, R., & Valdez-Vazquez, I. (2019). Wheat straw, corn stover, sugarcane, and Agave biomasses: chemical properties, availability, and cellulosic-bioethanol production potential in Mexico. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 13(5), 1143–1159.



CARACTERIZACIÓN FISCOQUIMICA DEL AGUA DE GRIFO ACTIVADA CON PLASMA DE SALTILLO Y ARTEAGA, COAHUILA

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Francisco Tadeo Corpus Daniel^{1a}, Katherine Karina Corona Reyes^{2a}, Claudia Mariana Chavez Lopez^{3a}, Jesús Alejandro Claudio Rizo^{4a}, Yadira Karina Reyes Acosta^{5a},

^a Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: PAW, agua de grifo, Plasma frio, hidrología, fisicoquímica

Resumen

La preservación postcosecha enfrenta el desafío constante de controlar patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*. [1-3]. Se ha utilizado el cloro, es económico, pero genera subproductos tóxicos y es sensible al pH. El ácido peracético es estable, pero costoso, la tecnología de obstáculos combina factores físicos y químicos mejorando la desinfección, pero tiene altos costos y conlleva el riesgo de dañar físicamente la fruta. [2], [4]

Justificación buscando una desinfección ecológica, el plasma no térmico (CAP) ha sido estudiado mediante el cual permite interactuar con materiales termosensibles sin causar daño térmico [5 y 6]. Aunque este mecanismo está validado en agua destilada, su eficacia en condiciones reales depende de la matriz acuosa. Al usar agua de grifo, los carbonatos actúan como un sistema buffer que frena la caída del pH y consume especies reactivas, mientras que la dureza Ca^{2+} / Mg^{2+} interactúa directamente con los radicales. [5], [7]. El **objetivo** es caracterizar y evaluar el agua de grifo activada con plasma frío tipo jet de Saltillo y Arteaga, Coahuila.

Metodología Se recolectó agua de grifo, control agua tipo Mili-Q, se trató por triplicado bajo condiciones de 1000 Hz, 20 W y 10 min.

Se caracterizó fisicoquímicamente por pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS (ppm), SALT (ppm), SALT (%), S.G., ORP (mV).

Los **resultados** de pH en el PAW-MILI-Q (PAW-MQ) muestran que se acidificó, teniendo un promedio de 5.64. Mientras el PAW de Saltillo (PAW-Salt) y Arteaga (PAW-Art) con 8.75 y 8.64 respectivamente. El ORP en todos los casos incrementó, para PAW-MQ 2.5 veces, mientras que el PAW-Salt y PAW-Art 38 y 87 %. La conductividad en el PAW-MQ incrementa un 36 % gracias a su inyección de RONS, los otros disminuyeron un 2 y 4 %. Con los TDS para el PAW-MQ reporta 32.77 ppm, mientras que el PAW-Salt y PAW-Art se mantuvieron entre 527 y 270 ppm, debido a los RONS; la salinidad y S.G. se mantuvieron constantes.

En **conclusión**, la presencia de minerales en el agua de Saltillo y Arteaga mantuvo el pH constante, a diferencia del PAW-MQ que se acidificó. Los TDS y ROP reportaron incrementos.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] A. Graça, M. Abadias, M. Salazar, and C. Nunes, "The use of electrolyzed water as a disinfectant for minimally processed apples," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 61, no. 2–3, pp. 172–177, Aug. 2011, doi: 10.1016/j.postharvbio.2011.04.001.
- [2] C. N. Tango, I. Khan, P. F. Ngnitcho Kounkeu, R. Momna, M. S. Hussain, and D. H. Oh, "Slightly acidic electrolyzed water combined with chemical and physical treatments to decontaminate bacteria on fresh fruits," *Food Microbiol.*, vol. 67, pp. 97–105, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.fm.2017.06.007.
- [3] J. Q. Tian, Y. M. Bae, and S. Y. Lee, "Survival of foodborne pathogens at different relative humidities and temperatures and the effect of sanitizers on apples with different surface conditions," *Food Microbiol.*, vol. 35, no. 1, pp. 21–26, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.fm.2013.02.004.
- [4] Y. Su, X. Shen, T. Chiu, T. Green, and M. J. Zhu, "Efficacy of chlorine and peroxyacetic acid to control *Listeria monocytogenes* on apples in simulated dump tank water system," *Food Microbiol.*, vol. 106, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.fm.2022.104033.
- [5] Z. T. Al-Sharif, T. A. Al-Sharif, B. W. Al-Obaidy, and A. M. Al-Azawi, "Investigative study on the interaction and applications of plasma activated water (PAW)," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/870/1/012042.
- [6] S. K. Sonawane, M. T. and S. Patil, "Non-thermal plasma: An advanced technology for food industry," Dec. 01, 2020, *SAGE Publications Inc.* doi: 10.1177/1082013220929474.
- [7] J. Ginzburg, M. Shaji, A. Rabinovich, D. Vainchtein, C. Sales, and A. Fridman, "Effects of Non-Thermal Plasma on the Transition from Nano-Crystalline to Amorphous Structure in Water and Subsequent Effects on Viscosity," *Plasma*, vol. 7, no. 1, pp. 16–28, Mar. 2024, doi: 10.3390/plasma7010002.



ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA *in vitro* DE EXTRACTOS DE HOJAS DE *Agave potatorum* CONTRA HONGOS POSTCOSECHA

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Beatriz del Carmen Manrique Arrieta^a, Paul Mauricio Sánchez^a, Blanca Estela Barrera-Figueroa^b, Lemuel Pérez Picaso^c,
Jacqueline Capataz Tafur^{a*}

^aLaboratorio de Biotecnología de Plantas Medicinales, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.

^bLaboratorio de Biotecnología Vegetal, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.

^cLaboratorio de Productos Naturales, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.

jcapataz@unpa.edu.mx

Palabras clave: Extractos, metabolitos secundarios, actividad antifúngica, *Agave potatorum*

Resumen

Las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos postcosecha generan importantes pérdidas en cultivos de interés agrícola (1). Aunque los fungicidas químicos se utilizan ampliamente para su control, su alto costo, toxicidad y efecto contaminante han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles. En este contexto, los extractos vegetales representan una opción prometedora debido a la presencia de metabolitos secundarios con actividad antifúngica. Entre ellos, las especies del género *Agave* han mostrado potencial para el control de hongos fitopatógenos (2).

El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antifúngica *in vitro* de extractos de hojas de *Agave potatorum* frente a *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Penicillium digitatum*. A partir de hojas secas y molidas se obtuvieron extractos de diferente polaridad, cuya actividad se evaluó mediante ensayos de inhibición del crecimiento micelial en placas de 12 pocillos con medio PDA suplementado con distintas concentraciones de extracto (3). El análisis fitoquímico reveló la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y saponinas.

Los extractos de acetato de etilo, metanólico y acuoso inhibieron eficazmente el crecimiento de *P. digitatum*, con porcentajes de inhibición superiores al 50 % a 1 mg/mL y cercanos al 99 % a 25 y 50 mg/mL. Frente a *C. gloeosporioides*, los tres extractos mostraron actividad inhibitoria, destacando el extracto acuoso, que alcanzó 96.5 % de inhibición del crecimiento micelial (ICM) a 50 mg/mL. En *F. oxysporum*, el extracto acuoso presentó la mayor efectividad, con una inhibición máxima de 95.72 % a 50 mg/mL, mientras que el extracto metanólico mostró baja actividad a concentraciones bajas y mayor efecto en la concentración más alta.

Además, los extractos redujeron significativamente el desarrollo del micelio aéreo y la esporulación de los tres hongos, especialmente a mayores concentraciones. Estos resultados evidencian que los extractos de *A. potatorum* constituyen una fuente prometedora de compuestos antifúngicos con potencial aplicación como fungicidas naturales para el control de enfermedades agrícolas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Jain, A., Sarsaiya, S., Wu, Q., Lu, Y., & Shi, J. (2019). A review of plant leaf fungal diseases and its environment speciation. *Bioengineered*, 10(1), 409-424. <https://doi.org/10.1080/21655979.2019.1649520>
2. Almazán-Morales, A., Moreno-Godínez, M. E., Hernández-Castro, E., Vázquez-Villamar, M., Mora-Aguilera, J. A., Cabrera-Huerta, E., & Álvarez-Fitz, P. (2022). "Phytochemical profile and in vitro activity of *Agave angustifolia* and *A. cupreata* extracts against phytopathogenic fungi" *Revista Mexicana de Fitopatología*, 40(2). p. 169-187.
3. Marentes-Culma, R., Ordúz-Díaz, L. L., & Coy-Barrera, E. (2019). Targeted Metabolite Profiling-Based Identification of Antifungal 5-n-Alkylresorcinols Occurring in Different Cereals against *Fusarium oxysporum*. *Molecules*, 24(4), 770. <https://doi.org/10.3390/molecules24040770>



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA EL CULTIVO DE *GRIFOLA FRONDOSA*: EFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO EN CRECIMIENTO Y BIOMASA

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Jaqueline Alessandra García Arcos, María Aurora Matinez Trujillo, Rafael Alejandro Ángel Cuapio
Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico SN esq. Av. Carlos Hank
González, Ecatepec de Morelos, Estado de México. C.P. 55210
202521407@tese.edu.mx, amartinez@tese.edu.mx; rafaelangel@tese.edu.mx

Palabras clave: *Grifola frondosa*; hongos de pudrición blanca; crecimiento radial; sustratos lignocelulósicos; pretratamiento

Resumen

Residuos lignocelulósicos (RLN) como el encino (E) y la fibra de coco (FC), contienen altas proporciones de celulosa y lignina. La celulosa representa una fuente potencial de glucosa y la lignina es un polímero rico en compuestos fenólicos (CF). Sin embargo, estos componentes no son de fácil disposición y, para aprovecharlos, hongos de pudrición blanca (HPB) producen enzimas degradadoras¹. Durante la esterilización, suele liberarse de la estructura una cantidad considerable de CF, algunos de los cuales pueden ejercer efectos inhibitorios sobre el crecimiento fúngico². *Grifola frondosa* por ser un HPB, podría utilizar estos RLN como única fuente de carbono³. Para identificar el efecto negativo de los CF sobre el desarrollo de los cultivos, se probó un pretratamiento.

El objetivo fue evaluar el efecto del pretratamiento de un RLN sobre el crecimiento radial, los parámetros cinéticos y la producción de biomasa de *G. frondosa*. Se utilizó E, FC y una mezcla 50:50 de ambos materiales (E:FC). El pretratamiento consistió remojar los RLN en agua caliente por 30 minutos, para remover los CF. El líquido fue descartado y se adicionó medio basal. En el control, los RLN se mezclaron con el medio basal. Ambos tratamientos se esterilizaron, el líquido resultante se mezcló con agar, se esterilizó y se vertió en cajas Petri. Se registró durante el diámetro del crecimiento del micelio por 30 días y la biomasa final por peso seco. Los datos se ajustaron a un modelo Logístico modificado con una función de retardo, para estimar la velocidad específica de crecimiento máxima ($\mu_{\text{máx}}$), el diámetro máximo ($X_{\text{máx}}$) y la duración de la fase de adaptación (t_L).

El pretratamiento impactó principalmente t_L y $X_{\text{máx}}$. En E, t_L disminuyó de 8 a 4 días y $X_{\text{máx}}$ aumentó de 3.35 a 4.0 cm, mientras que $\mu_{\text{máx}}$ disminuyó de 0.22 a 0.205 h⁻¹. En E:FC, t_L se redujo de 11.5 a 3 días y $X_{\text{máx}}$ aumentó de 3.55 a 3.9 cm, con una disminución en $\mu_{\text{máx}}$ (de 0.21 a 0.178 h⁻¹). En FC, los cambios cinéticos fueron mínimos. La biomasa máxima se obtuvo en E pretratado (0.0510 ± 0.0029 g). En conclusión, el pretratamiento favoreció el crecimiento, lo que sugiere que los CF sí pueden afectar el desarrollo del cultivo.

Referencias y citas bibliográficas

1. A. Hatakka y K. E. Hammel, "Fungal biodegradation of lignocelluloses", *The Mycota X: Industrial Applications*, p. 319–335, 2010.
2. L. Martinková, M. Kotik, E. Marková y L. Homolka, "Biodegradation of phenolic compounds by *Basidiomycota* and its phenol oxidases: A review", *Chemosphere*, Vol. 149, p. 373–382, 2016.
3. S. Montoya, C. E. Orrego y L. Levin, "Growth, fruiting and lignocellulolytic enzyme production by the edible mushroom *Grifola frondosa* (maitake)", *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, Vol. 28, No. 4, p. 1533–1541, 2012

Agradecimientos: La autora agradece al Sistema Estatal de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo otorgado y al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec por las facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO DE *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA*: EFECTO DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

María Fernanda Errisuriz Contreras^a, Dafne Eurídice Martínez Ancira^a, Lucero Rosales Marines^{a*}, Karla Alejandra Garza Palafox^a, Aide Saenz Galindo^a.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés, S/N, C.P. 25294, Saltillo, Coahuila, México.

lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Lavándula angustifolia, ultrasonido, porcentaje de recuperación.

Hoy en día, la creciente demanda de procesos industriales más sostenibles y eficientes ha impulsado el desarrollo de técnicas de extracción. En fitoquímica, la obtención de metabolitos secundarios de especies aromáticas es de alto interés comercial y científico. En este contexto, la *Lavandula angustifolia* es una planta perteneciente a la familia *Lamiaceae*, ampliamente estudiada debido a sus propiedades antiinflamatorias, antisépticas y sedantes.

Este trabajo nace de la necesidad de optimizar los procesos de obtención de estos compuestos, ya que los métodos tradicionales como la destilación por arrastre de vapor, hidrodestilación y maceración tienen altos consumos energéticos y largos tiempos de exposición al calor, lo que puede provocar la degradación térmica de compuestos termolábiles. Por esta razón, la extracción asistida por ultrasonido se planteó como una alternativa eficiente, al reducir los tiempos de extracción y las temperaturas de operación.

En presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del tiempo de extracción asistida por ultrasonido sobre el porcentaje de recuperación del extracto de flores de lavanda.

La metodología consistió en emplear la extracción asistida por ultrasonido (UAE), técnica que destaca por su eficiencia gracias al fenómeno de cavitación acústica, el cual rompe las paredes celulares del material vegetal y facilita la liberación del aceite esencial de manera rápida y a menor temperatura. Se utilizó un baño ultrasónico BRANSONIC CPX3800H, operando a su máxima potencia de 110 W y una frecuencia constante de 40 kHz (+/- 6%). El estudio se centró en la evaluación de tres tiempos de extracción como única variable: 20, 25 y 30 minutos, manteniendo las siguientes variables fijas: una temperatura de 35 °C, 5g de lavanda con un tamaño de partícula de 0.5mm con etanol al 96 % en una relación de 1:20. Tras cada sesión, se filtró y el extracto fue separado del etanol para la realizar una comparación estadística del porcentaje de recuperación. Los resultados obtenidos muestran que los tiempos de exposición no generan variaciones significativas en el porcentaje de recuperación de la muestra. Asimismo, el análisis del rendimiento del extracto obtenido se realizará en una fase posterior.

Referencias y citas bibliográficas

1. Chen, P., Liu, B., Liu, X. y Fu, J., "Ultrasound-assisted extraction and dispersive liquid-liquid microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry for the sensitive determination of essential oil components in lavender", *Analytical Methods*, Vol. 11, No. 11, pp. 1541–1550, 2019.
2. Soler Gallardo, R., "Extracción asistida por ultrasonidos de compuestos de valor añadido", *Escuela Politécnica Superior de Linares*, Universidad de Jaén, pp. 1–62, 2021.

Agradecimientos: laboratorio de polimerización y síntesis de procesos por la facilidades prestadas para la realización de este proyecto.



CARACTERIZACIÓN Y FRACCIONAMIENTO DEL BAGAZO DE AGAVE TEQUILANA *WEBER VAR. AZUL* COMO ETAPA PRELIMINAR PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRAS DE CELULOSA

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Dulce Belén Balderas Valero^a, Jorge Aguilar Coronado^a, Héctor A. Ruiz^a, Rosa M. Rodríguez-Jasso^a

^a Biorefinery Group, Food Research Department, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Coahuila, 25280, Saltillo, Coahuila, México
dulce_valero@uadec.edu.mx

Palabras clave: Caracterización, Biomasa, Biorrefinería, Proceso hidrotratamiento, Bioeconomía

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito evaluar el potencial del bagazo de Agave tequilana *Weber var. azul* como materia prima para la obtención de fibras de celulosa mediante etapas preliminares de fraccionamiento. La justificación de este trabajo radica en la necesidad de mitigar el impacto ambiental generado por la industria tequilera en México, la cual produce grandes cantidades de bagazo de Agave tequilana *Weber var. azul* sin un manejo adecuado. En este contexto, surge la oportunidad de valorizar dicho residuo aprovechando su elevado contenido de celulosa para la producción de fibras de celulosa. No obstante, para garantizar la eficiencia de este proceso, es fundamental realizar una caracterización química y evaluar procesos de fraccionamiento de biomasa.

El objetivo fue caracterizar y fraccionar el bagazo de agave como una estrategia de valorización de residuos lignocelulósicos, estableciendo las condiciones operativas preliminares para la producción de fibras de celulosa. La metodología consistió en la caracterización y fraccionamiento del bagazo de agave. Inicialmente, la biomasa se caracterizó mediante Hidrólisis Ácida Cuantitativa reportada por Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) para determinar carbohidratos estructurales mediante HPLC (por sus siglas en inglés) y lignina Klason. además, fueron analizadas en contenido de humedad y cenizas. Posteriormente, se ejecutó un diseño experimental de superficie de respuesta para evaluar distintas condiciones del proceso hidrotérmico en un reactor tipo batch, analizando el efecto de la temperatura y el tiempo. Todas las fibras resultantes fueron caracterizadas mediante la misma metodología mencionada anteriormente, permitiendo identificar las condiciones operativas para maximizar la recuperación de celulosa.

Los resultados preliminares de la caracterización del bagazo de Agave tequilana *Weber var. azul* mostraron la presencia de componentes relevantes para su aprovechamiento lignocelulósico, observándose un contenido de cenizas de $7.44 \pm 0.3\%$ y un contenido de lignina de $22.35 \pm 2.85\%$ (peso/peso). Estos hallazgos sugieren el potencial del bagazo como materia prima para etapas posteriores de tratamiento orientadas a la obtención de fibras de celulosa. Actualmente, la investigación continúa con la evaluación de los diferentes procesos hidrotérmicos en distintas condiciones junto con la caracterización de la biomasa obtenida en cada una de estas etapas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Consejo Regulador del Tequila, “Estadísticas de la agroindustria del Tequila”, CRT Web, 2026.
2. K. Y. Martín Ramos, “Obtención de nanocelulosa a partir de residuos lignocelulósicos de la industria agroalimentaria”, Repositorio Institucional de la Universidad de Burgos, 2024.
3. D. Munguía-Aguilar, H. A. Ruiz, E. Razo-Flores, C. Nieto-Delgado, E. Cadena-Chamorro y F. Alatríste-Mondragón, “Effective hydrothermal-enzymatic sequential process of agave bagasse enhances saccharification and methane production”, *Industrial Crops and Products*, Vol. 145, p. 111973, 2023.
4. R. Palomo-Briones, I. López-Gutiérrez, F. Islas-Lugo, K. L. Galindo-Hernández, D. Munguía-Aguilar, J. A. Rincón-Pérez, M. Á. Cortés-Carmona, F. Alatríste-Mondragón y E. Razo-Flores, “Agave bagasse biorefinery: Processing and perspectives”, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 20, No. 7, p. 1423–1434, 2017.
5. J. Pérez-Barragán, O. García-Depraet, R. Maya-Yescas, R. Vallejo-Rodríguez y E. León-Becerril, “Valorización de bagazo de agave mediante la creación de biorrefinerías”, *Los Agaves y sus Derivados: Tendencias Científicas, Uso Sostenible y Patrimonio*, p. 337–338, 2023.



INDUCCIÓN Y CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE RAÍCES ADVENTICIAS Y DE PLÁNTULA *in vitro* DE *Gomphrena globosa*.

Área: Bioprocesos

Modalidad: Cartel

Rogelio Zárate-Esquivies^a, Paul Mauricio Sánchez^a, Edgar Baldemar Sepúlveda-García^a, Jacqueline Capataz-Tafur^a

^a Laboratorio de Biotecnología de Plantas Medicinales, Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Parque Industrial, CP. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca

jcapataz@unpa.edu.mx

Palabras claves: *Gomphrena globosa*, raíces adventicias, raíces de plántula, cultivo *in vitro*, cinética de crecimiento.

Gomphrena globosa es una especie de interés biotecnológico debido a su capacidad para producir metabolitos secundarios, especialmente compuestos fenólicos y fenilpropanoides con potencial antioxidante, farmacológico y agroindustrial (1). En este contexto, el establecimiento de sistemas de cultivo de raíces *in vitro* constituye una base importante para futuros estudios de producción de biomasa y metabolitos de interés (2). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento en la inducción de raíces adventicias y en la cinética de crecimiento de raíces adventicias y raíces de plántula *in vitro* de *G. globosa*.

Las raíces adventicias (R.A.) se indujeron a partir de explantes de hipocótilo, hoja y raíz en medios suplementados con ANA, AIA e IBA a 10 μ M. Se evaluó el porcentaje de inducción, número total de raíces y longitud de raíz. Posteriormente, se comparó la cinética de crecimiento de raíces adventicias y raíces de plántula (R.P.) en medio control y con 10 μ M de IBA, mediante el seguimiento de biomasa fresca, pH y conductividad eléctrica durante 21 días de cultivo (3).

Los resultados mostraron que la inducción de las R.A dependió de la interacción entre el tipo de explante y el regulador de crecimiento. Los explantes de hoja presentaron un total de 238 ± 14 raíces, mientras que los explantes de hipocótilo mostraron la menor inducción con 44 ± 3 raíces. El 100 % de inducción se obtuvo con AIA en explantes de hoja y con IBA en explantes de raíz. En la cinética de crecimiento, tanto R.A como R.P., presentaron una fase de adaptación de 3 días y una fase de crecimiento a partir del día 9. La biomasa fresca máxima se alcanzó al día 18. En raíces adventicias, el tratamiento con IBA mostró mayor acumulación de biomasa (155.17 g P.F/L) que el control (125 ± 2 g P.F/L), de la misma manera en raíces de plántula se presentó mayor biomasa en el tratamiento con IBA (151.48 ± 5 g P.F/L) que en control (110.09 ± 14 g P.F/L). En ambos sistemas, la conductividad eléctrica disminuyó conforme aumentó la biomasa, lo que sugiere consumo progresivo de nutrientes del medio de cultivo (4). En conclusión, la inducción y el crecimiento *in vitro* de raíces de *G. globosa* dependen del tipo de explante y del regulador de crecimiento utilizado, destacando su potencial como sistema biotecnológico para la producción de biomasa y metabolitos fenólicos de interés.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cai, Y., Sun, M. and Corke, H. (2005) "Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae", *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), p. 370–37
2. Murashige, T. and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), pp.473–497.
3. George, E.F., Hall, M.A. and De Klerk, G.J., 2008. *Plant propagation by tissue culture*. 3rd ed. Dordrecht: Springer.
4. Smith, R.H., 2013. *Plant tissue culture: techniques and experiments*. 3rd ed. London: Academic Press.



Desarrollo de un protocolo para el estudio de microfibras en una planta de tratamiento de agua residual textil
Área: Bio-procesos
Modalidad: Cartel

Iván Andrés Arredondo-Fragoso^{a,c}, Francisco José Torner-Morales^{a,c}, César Alejandro Zamora-Barrios^{a,c}, Luz de María Breton-Deval^{b,c}

^aLaboratorio de Procesos de Remoción de Contaminantes en Agua, Facultad de estudios Superiores Iztacala, UNAM, Los reyes Ixtacala, Estado de México

^b Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, Morelos.

^cPrograma de Doctorado en Ciencias Biológicas de la UNAM
ivanfesi@comunidad.unam.mx

Palabras clave: microfibras, microplásticos, industria textil, poliester, nylon, planta de tratamiento de aguas residuales

Resumen

Las microfibras son un tipo de microplástico con tamaño menor a 5 mm que se ha convertido en una problemática ambiental mundial (Le et al., 2022). Se estima que 4.20 millones de toneladas de microfibras son generadas en todo el proceso textil (Das et al., 2025) y que son vertidas a cuerpos de agua naturales provocando daños ambientales como acarreadores de metales pesados y patógenos (Le et al., 2022). A pesar de esto aún no existe un protocolo estandarizado para su estudio debido a la amplia gama de polímeros de que están fabricadas (Lee et al., 2021). El objetivo de este estudio fue evaluar un método para la obtención y cuantificación de microfibras en una planta de tratamiento de aguas residuales textiles (PTART). El método consistió en tomar muestras de las diferentes etapas de la misma (entrada, reactor biológico, sedimentador, digestor de lodos, tratamiento fisicoquímico y salida). Cada muestra pasó por digestión de materia orgánica con H₂O₂ al 30% y después se separaron por densidad con NaCl 5.3M. La cuantificación se hizo con un microscopio óptico donde también se tomaron fotografías para tomar medias con el programa ImageJ. La composición química de las microfibras se hizo a través de ATR-FTIR y la estructura se observó a través de microscopía electrónica de barrido (SEM). La remoción de microfibras en la planta de tratamiento fue muy variable (57% a 11%) siendo el reactor biológico el proceso que acumuló la mayor concentración de fibras con 4.22x10⁶ a 3.75x10⁶, donde el poliester fue el principal polímero retenido por la biomasa mientras que nylon fue encontrado en las últimas etapas del tratamiento. Los tamaños de las microfibras estuvieron en rango de 200 a 2000µm en todas las cisternas. Las imágenes de SEM mostraron que a pesar de la limpieza previa aún quedan restos de minerales adheridos a las microfibras. En conclusión se demostró que los lodos activados funcionan como un reservorio de microfibras en especial las de mayor densidad no viéndose influenciado por el tamaño.

Referencias y citas bibliográficas

1. Le, L. T., Nguyen, K. Q. N., Nguyen, P. T., Duong, H. C., Bui, X. T., Hoang, N. B., & Nghiem, L. D. (2022). Microfibers in laundry wastewater: Problem and solution. *Science of the Total Environment*, 852, 158412.
2. Das, A. P., Dutta, K., Khatun, R., Behera, I. D., Singh, S., & Mishra, S. (2025). Microfiber pollution and its microbial mitigation: A review on current trends and future prospects. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 166, 105104.
3. Lee, J., & Chae, K. J. (2021). A systematic protocol of microplastics analysis from their identification to quantification in water environment: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 124049.

Agradecimientos: Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, a la SECIHTI por el otorgamiento de una beca de doctorado (958928), al laboratorio de Calidad de Agua de la UIICSE y al grupo de investigación Conservación y Mejora del Ambiente (CyMA) de la FES Iztacala.



DISEÑO, ESTANDARIZACIÓN Y DIFUSIÓN CIENTÍFICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JABÓN A PARTIR DE ACEITE DE COCINA USADO EN LA FES-ZARAGOZA, UNAM

Área: Economía circular en procesos

Modalidad: Oral

Belen Sanchez Salazar, Fausto Calderas García, Edtson Emilio Herrera Valencia, Alejandra Chávez Riveros
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM, Iztapalapa, CDMX, México,
beelishchz@gmail.com

Palabras clave: Reciclaje, Jabón sostenible, Economía circular, Contaminación ambiental, Química verde.

Resumen

El manejo inadecuado del aceite de cocina usado constituye un problema ambiental de gran relevancia, ya que su disposición incorrecta puede contaminar cuerpos de agua, obstruir sistemas de drenaje y afectar ecosistemas. En la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, los establecimientos de alimentos generan cantidades voluminosas de este residuo sin contar con un programa institucional que promueva su aprovechamiento. La justificación de este trabajo se centra en la necesidad de transformar un desecho común en un producto útil, fomentando prácticas de economía circular y educación ambiental dentro de la comunidad universitaria y aledaña.

El **objetivo** principal fue diseñar y estandarizar un proceso sostenible para la elaboración de jabón a partir de aceite de cocina residual recolectado en los negocios de la FES Zaragoza, aplicando principios de química verde para minimizar el uso de reactivos tóxicos y la generación de residuos. La **metodología** incluyó un diagnóstico inicial mediante encuestas y actividades de difusión para evaluar la disposición de los establecimientos a participar y conocer sus prácticas actuales de manejo del aceite. Posteriormente, se implementaron tratamientos previos de clarificación para mejorar las características del insumo y se realizaron pruebas de saponificación orientadas a establecer una formulación reproducible y segura. El análisis de alternativas de aprovechamiento (biodiesel, velas artesanales y jabón) se efectuó mediante ponderación de criterios como presupuesto, impacto social, disponibilidad de recursos, demanda, impacto ambiental y rentabilidad económica, determinándose que la opción más viable era la producción de jabón.

Como **resultados**, se logró estandarizar el aceite de cocina residual recolectado en la FES Zaragoza, garantizando uniformidad en el insumo, y se implementó un proceso de clarificación que mejoró sus condiciones para la saponificación. Esto permitió producir múltiples lotes de jabón con características estables y de mejor calidad. Además, se identificaron variables críticas del proceso y se fomentó la participación estudiantil mediante actividades de servicio social, fortaleciendo la cultura ambiental en la comunidad universitaria y en zonas cercanas

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), “Grasas y aceites comestibles”, Gobierno de la Ciudad de México, s.f. Disponible en: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx:8081/residuos>
2. Sierra A, Meléndez L, Ramírez-Monroy A, Arroyo M, “La química verde y el desarrollo sustentable”, *Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo (RIDE)*, Vol. 5, No. 9, 2014. Disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1/2>
3. Carbonell-Alcocer A, Romero-Luis J, Gértrudix-Barrio M, Borges-Rey E, “Educar para un futuro sostenible a través de la economía circular: implicación ciudadana y cambio social”, *Comunicar*, Vol. 30, No. 73, p. 21-32, 2022.

Agradecimientos: Al proyecto **PAPIIT TA200426** por la beca otorgada para la realización de esta tesis, la compra de reactivos y el apoyo económico para la presentación de los resultados en un congreso nacional. El proyecto **PAPIME PE101426** por el apoyo para la compra de reactivos y la impresión de posters para dar difusión a este proyecto en diversos eventos académicos.



VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE PET MEDIANTE LA SÍNTESIS DE RESINAS POLIÉSTER INSATURADO CON TERPENOS COMO DILUYENTES REACTIVOS Y NANOFIBRAS DE CELULOSA COMO REFUERZO

Área: Economía circular en Procesos

Modalidad: Oral

Heriberto Rodríguez Tobías, Juan José Martínez Tavitas y Ramón E. Díaz de León Gómez

Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México,

correo autor de contacto: heriberto.rodriguez@ciqa.edu.mx

Palabras clave: reciclaje químico, poliéster insaturado, terpenos, glicólisis, celulosa

Resumen

El reciclaje químico de residuos plásticos y la incorporación de materias primas de origen renovable representan estrategias clave para el desarrollo de materiales poliméricos basados en economía circular [1-5]. En este trabajo se reporta la síntesis y caracterización de resinas poliéster insaturado (RPI) derivadas de desechos de poli(tereftalato de etileno) (PET), empleando terpenos modificados como diluyentes reactivos alternativos al estireno, así como su aplicación en la obtención de compuestos conteniendo nanofibras de celulosa (NFC).

El PET postconsumo fue sometido a un proceso de glicólisis utilizando dietilenglicol y un acetato de zinc como catalizador, generando mezclas de productos de degradación con diferentes proporciones de oligómeros y glicoles remanentes. Posteriormente, estos productos se emplearon en reacciones de policondensación con anhídrido maleico y propilenglicol para la obtención de poliésteres insaturados. Con el objetivo de sustituir parcial o totalmente el estireno, se evaluó el uso de terpenos (mirceno y farneseno) funcionalizados mediante maleinización, logrando formulaciones homogéneas y estables de RPI.

Las resinas formuladas se caracterizaron mediante análisis reológicos, térmicos y de curado, empleando un sistema iniciador redox basado en octoato de cobalto y peróxido de metil etil cetona. Los resultados mostraron que el tipo y contenido de terpeno maleinizado influyen significativamente en la viscosidad, cinética de curado y propiedades finales de las resinas curadas. Las formulaciones con mejor balance reológico y desempeño mecánico fueron seleccionadas para la incorporación de 5 y 10 % en peso de NFC.

Los compuestos obtenidos presentaron incrementos en rigidez y estabilidad térmica en comparación con las RPI sin refuerzo, manteniendo una procesabilidad adecuada. En conjunto, los resultados demuestran la viabilidad de producir RPI más sustentables a partir de PET reciclado, diluyentes bio-basados y refuerzos naturales, ampliando el potencial de estos materiales para aplicaciones estructurales y de ingeniería con menor impacto ambiental.

Referencias

- [1] N. George, T. Kurian, "Recent developments in the chemical recycling of postconsumer poly(ethylene terephthalate) waste", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 53, No. 36, p. 14185–14198, 2014.
- [2] M. M. A. Nikje, F. Nazari, "Unsaturated polyester resins from recycled PET", *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, Vol. 48, No. 3, p. 217–222, 2009.
- [3] T. P. Kainulainen, M. Korhonen, S. S. J. Lappalainen, "Bio-based diluents in unsaturated polyester resins", *Progress in Organic Coatings*, Vol. 77, No. 7, p. 1135–1143, 2014.
- [4] S. Miao, P. Zhang, Z. Liu, "Maleated bio-based monomers for thermosetting resins", *Green Chemistry*, Vol. 16, No. 8, p. 3746–3756, 2014.
- [5] I. Siró, D. Plackett, "Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials", *Cellulose*, Vol. 17, No. 3, p. 459–494, 2010.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Hortensia Maldonado, Judith Cabello, Ricardo Mendoza y José Díaz Elizondo por el apoyo en la caracterización de las resinas poliéster insaturado tanto en fase líquida como material termofijo.



PROCEDIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RECUPERACION DE ACEITE DE NARANJA

Área: Economía circular en procesos
Modalidad: Oral

Dariana Paola Sustaita Ramos ^a, Daniela Estefania Reyna Carreón ^a, Nancy Verónica Pérez Aguilar ^{a*}, Alejandro Zugasti Cruz ^a,
Diana Luque Contreras. ^a

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de ciencias químicas, Saltillo, Coahuila, México.
nancyperez@uadec.edu.mx

Palabras clave: Naranja, Aceites esenciales, Destilación, Residuos agrícolas, Aprovechamiento.

La industria citrícola es una de las más relevantes a nivel mundial y genera enormes volúmenes de residuos sólidos, entre los cuales la cáscara de naranja representa entre el 35 y 50% del peso del fruto. En México y a nivel global, millones de toneladas de cáscara se descartan anualmente sin un aprovechamiento adecuado, representando un problema ambiental significativo. La justificación de este trabajo radica en la creciente necesidad de gestionar los residuos sólidos de la industria citrícola bajo un modelo de biorrefinería y economía circular, en el que la cáscara de naranja representa una materia prima de alto potencial para la recuperación simultánea de múltiples productos de valor añadido, contribuyendo a la gestión sostenible de subproductos agroindustriales.

El presente estudio tuvo como propósito la valorización de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) mediante destilación por arrastre de vapor, para obtener el aceite esencial, evaluando el efecto de distintos pretratamientos sobre el rendimiento, la pureza del extracto y la presencia de compuestos bioactivos en el hidrolato generado.

Se investigaron dos pretratamientos físicos en lotes de cáscara de naranja: el primero consistió en un ciclo de congelación a 4°C seguido de la descongelación a 10°C, en el segundo pretratamiento, además de un ciclo de congelación y descongelación, se aplicó ultrasonido con 11 KHz, usando metanol en proporción 1:3 masa/volumen, antes de procesar la cáscara con destilación con arrastre de vapor. Como blanco, se realizó la destilación de un lote de cáscara de naranja que no llevó algún pretratamiento.

Los resultados mostraron que el rendimiento del aceite esencial se duplicó al aplicar el ciclo de congelación/descongelación combinada con ultrasonido, con respecto a la muestra control. El análisis de aceite esencial mostró mayor pureza en las muestras pretratadas. Adicionalmente el aceite fue probado frente a cepas de *E. coli* y *S. aureus*, registrando nulo crecimiento bacteriano, confirmando su actividad antibacteriana. Estos resultados demuestran que integrar tecnologías como el ultrasonido es posible incrementar la recuperación de aceite esencial y compuestos bioactivos de alto valor, constituyendo una estrategia eficaz para la gestión circular sostenible de subproductos agroindustriales.

1. Altuzarra Sanabria, P. D., & Torres Florez, M. A. (2018). Extracción del aceite esencial de la cáscara de la naranja (*Citrus sinensis* L.) obtenido de una planta de residuos frutales de Alpina [Tesis de pregrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. Expositio Repositorio. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4068>
2. Gavahian, M. (2019). Recent advances in orange oil extraction: An opportunity for the valorization of orange peel waste. International Journal of Food Science and Technology, 54(4), 925–932. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13987>



TINTA A PARTIR DE BIXA ORELLANA PARA LA REUTILIZACIÓN DE PLUMONES

Área: Economía Circular en Procesos

Modalidad: Oral

Jennifer Luis Zavaleta^a, María Antonieta Toro Falcón^b, Anel Magaña Flores^c, Yatzil García Chiñas^d,

Nora Alicia Purata Perez^{e*}

^{a,b,c,d,e} Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa; Villahermosa, Tabasco, México

*nora.purata@villahermosa.tecnm.mx

Palabras clave: Bixina, tinta sustentables, economía circular, extracción soxhlet, reología.

Resumen

En el marco del desarrollo de tecnologías verdes y la mitigación de la huella ecológica institucional en el TecNM Campus Villahermosa, se desarrolló y caracterizó una tinta sustentable y borrrable a partir de los apocarotenoides extraídos de la semilla de Bixa orellana (achiote). La investigación abordó de forma directa la problemática de la generación de residuos plásticos de un solo uso en entornos escolares, proponiendo un modelo de economía circular basado en el ecodiseño y la recarga de marcadores para pizarra blanca.

La metodología contempló inicialmente el acondicionamiento físico de la biomasa mediante operaciones unitarias de selección, lavado, deshidratación por convección y reducción de tamaño por molienda. Posteriormente, se ejecutó una extracción sólido-líquido continua asistida por un sistema Soxhlet, empleando etanol al 96% como disolvente verde a una temperatura controlada de 70 °C durante tres ciclos de reflujo, lo que garantizó la lixiviación y concentración eficiente de la bixina como metabolito tintóreo principal. La formulación físico-química de la tinta se consolidó mediante la integración sinérgica del extracto concentrado con una matriz base constituida por agentes humectantes, plastificantes y estabilizadores reológicos (glicerina, dimeticona y ácido cítrico), optimizando la tensión superficial y previniendo la sedimentación del pigmento. Los ensayos reológicos y de desempeño demostraron que la tinta formulada posee una viscosidad dinámica y capilaridad óptimas, asegurando un flujo continuo a través del alma porosa del marcador sin presentar obstrucciones. Las pruebas cinéticas de aplicación sobre sustratos poliméricos de pizarras blancas confirmaron una excelente homogeneidad cromática, tiempos de secado competitivos debido a la tasa de evaporación del vehículo vehicular y la formación de una película polimérica cohesiva pero de baja adhesión superficial, lo cual facultó un borrado en seco eficiente y libre de imágenes fantasma o manchas residuales. Se concluyó que la valorización de fitoquímicos endémicos representa una alternativa tecnológicamente viable y ecológicamente benigna frente a los insumos petroquímicos sintéticos tradicionales, validando el potencial de la Bixa orellana en el desarrollo de consumibles educativos de base bio.

Referencias y citas bibliográficas

1. Alvarado-Sánchez, B. A., & Aguilar-Santamaría, M. A., Optimización de la extracción de bixina a partir de semillas de achiote (Bixa orellana L.) mediante el método Soxhlet y solventes verdes, *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 23(2), 45–53, 2021.
2. Anastas, P. T., & Warner, J. C., Green chemistry: Theory and practice (2nd ed.). Oxford University Press, 2020.
3. Balaswamy, K., Prabhakara Rao, P. G., Satyanarayana, A., & Rao, D. G., Stability of bixin extracted from annatto (Bixa orellana L.) seeds in different solvent systems and its rheological behavior. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1432–1441. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03622-w>, 2019.
4. Gómez-Vázquez, M., Purata-Pérez, N. A., & Rincón-Gómez, J. L., Estudio cinético de la lixiviación continua de apocarotenoides de Bixa orellana utilizando etanol como solvente seguro, *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 22(1), Art. 2840. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Mat2840>, 2023.
5. He, Z., & Xu, Y., Formulation and rheological characterization of sustainable bio-based inks for writing instruments. *Progress in Organic Coatings*, 147, Article 105781. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105781>, 2020.

Agradecimientos: Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento para el proyecto 25090.26-P derivado de la Convocatoria Proyectos de Investigación Científica, Humanística, de Desarrollo Tecnológico e Innovación 2026.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MODIFICACIÓN HIDROFÓBICA DE FIBRAS NATURALES PARA SU APLICACIÓN EN UN CEMENTO VERDE

Área: Economía Circular en procesos

Modalidad: Cartel

Dante David Long Rodríguez^a, Marisol Gallardo Heredia^a, Elia Martha Muzquiz Ramos^a, Miranda E. Peña Monsivais^a, Ulises Avila López^b, Ricardo X. Magallanes Rivera^b.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas. Saltillo, Coahuila. México

^bUniversidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ingeniería. Saltillo, Coahuila. México

*Autor de contacto: marisol.gallardo@uadec.edu.mx

Palabras clave: Fibras naturales, recubrimiento, hidrofobicidad, ángulo de contacto.

Resumen

En este trabajo se evaluó la modificación hidrofóbica de fibras de piña mediante recubrimientos de parafina, con el propósito de mejorar su estabilidad superficial, adhesión interfacial y desempeño como refuerzo en matrices de cemento de sulfoaluminato de calcio. El uso de fibras naturales como refuerzo en materiales cementicios ha despertado interés como alternativa a las fibras poliméricas convencionales. Entre ellas, las fibras de piña destacan por su disponibilidad, bajo costo y propiedades mecánicas; sin embargo, su naturaleza hidrofílica limita su compatibilidad y durabilidad en matrices cementicias. La metodología experimental comprendió un proceso de desfibrado mecánico manual de la corona de piña mediante el uso de cepillos de cerdas metálicas, logrando longitudes promedio de 68.22 mm verificadas con un calibrador digital de alta precisión. Tras un lavado en agua destilada por 24 horas para eliminar impurezas superficiales, las muestras se sometieron a una estabilización térmica a 60 °C durante un periodo de 72 horas. El recubrimiento hidrofóbico se llevó a cabo por inmersión en parafina fundida a 70 °C, durante 60 s, y asegurando una distribución uniforme del agente sellador en la superficie lignocelulósica. La caracterización física mediante el método de desplazamiento de líquido con etanol al 70% reveló una disminución significativa de la densidad, pasando de 0.9464 g/cm³ en la fibra cruda a 0.8469 g/cm³ en la fibra tratada. Por su parte, la evaluación de la hidrofobicidad mediante goniometría óptica mostrando que la fibra sin tratamiento posee una naturaleza hidrofílica con un ángulo de contacto inicial de 79.65°. Tras la modificación, el material alcanzó un estado hidrofóbico con un ángulo promedio de 103.88°. Las pruebas de estabilidad temporal demostraron que, tras 5 segundos, la fibra cruda experimenta un colapso del ángulo hasta los 73.6° debido a la absorción por capilaridad, mientras que la fibra modificada sostiene una barrera hídrica estable superior a los 100°. Se concluye que el tratamiento propuesto protege eficazmente al refuerzo natural de la degradación alcalina, garantizando la durabilidad y eficiencia mecánica del material compuesto final en aplicaciones de construcción sustentable.

Referencias y citas bibliográficas

Adamu, M., Alanazi, F., Ibrahim, Y. E., Alanazi, H., & Khed, V. C., "A Comprehensive Review on Sustainable Natural Fiber in Cementitious Composites: The Date Palm Fiber Case", *Sustainability*, Vol. 14, No. 11, p. 6691, 2022.

Al Ichlas Imran, J., Siregar, J. P., Cionita, T., Hadi, A. E., Setiyo, M., Mat Rejab, M. R., Jaafar, J., Fitriyana, D. F., & Dewi, R., "Advancements in Sustainable Material Development: A Comprehensive Review of Coir Fiber and Its Composites", *Mechanical Engineering for Society and Industry*, Vol. 4, No. 3, p. 415–454, 2024.



APLICACIÓN DE UN DISEÑO DE MEZCLAS DE TRES COMPONENTES PARA LA EXTRACCIÓN ULTRASÓNICA DE CÁSCARA DE PIÑA.

Área: Economía circular en procesos
Modalidad: Cartel

Fanny Adabel González Alejo^a, Laura Gabriela Qué Vázquez^a, Areli Carrera Lanestosa^a, Pedro García Alamilla^a

^aDivisión Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

correo autor de contacto: adabel.0392@gmail.com

Palabras clave: Rendimiento de extracción, metodología de superficie de respuesta, compuestos bioactivos, FT-IR.

Resumen

Tabasco es el tercer productor de piña en México. La **justificación** se centra en valorizar los residuos de la transformación del fruto, cuya gestión inadecuada deteriora la calidad del suelo, agua y aire. Su potencial como fuente de fibra, azúcares y bromelina, impulsa su aprovechamiento en la economía circular. Ante ello, la extracción ultrasónica es una alternativa eficiente, que depende en gran medida del solvente de extracción. El **objetivo** fue evaluar el efecto de la interacción de solventes en un diseño de mezclas de tres componentes (agua, etanol y acetato de etilo) sobre el rendimiento de extracción. La **metodología** propuso un diseño de mezclas con 10 tratamientos en un disruptor ultrasónico, con condiciones fijas de extracción (30°C, 30 min, 100% potencia, 3 s ciclos de trabajo y 3 g cáscara de piña). Se evaluó el rendimiento, y se realizó una caracterización FT-IR de los extractos secos. El ANDEVA y MSR se analizaron en Minitab 20.3, los espectros FT-IR en Origin 8.5.1. Los **resultados** mostraron rendimientos entre 0.74-33.61 %. El ANDEVA mostró un R^2 de 99.84 % y un R^2 ajustado de 98.54 %, que evidencia un excelente ajuste del modelo. El análisis de la regresión presentó un valor F de 76.81 y un valor p de 0.088, que indica que el modelo se aproximó a la significancia estadística ($p > 0.95$). El efecto lineal fue el más relevante ($p = 0.071$), seguido del efecto cuadrático y las interacciones. La interacción etanol-agua mostró influencia ($F = 73.64$; $p = 0.074$). La MSR, mostró que la mayor cantidad de extracto (>30 %) se alcanzó con mezclas etanol-agua, y las formulaciones con más acetato de etilo no superaron el 10 %. El análisis FT-IR mostro una señal en la región de 4000–2000 cm^{-1} dominada por estiramientos O–H y C–H. Y, en la región de 1800–500 cm^{-1} se observaron bandas características de grupos carbonilos, dobles enlaces conjugados, vibraciones aromáticas y estiramientos C–O, que permitieron identificar grupos funcionales (ésteres, ácidos, polisacáridos y estructuras aromáticas).

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. J. Uresti Gil, A. Vélez-Izquierdo, J. A. Espinosa-García, J. L. Jolalpa-Barrera, J. Rangel-Quintos y D. Uresti-Duran, “Estudio técnico-económico para identificar áreas con potencial para producir piña en el trópico húmedo de México”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 11, No. 7, pp. 1619–1632, 2020.
2. S. L. Paz-Arteaga, et al., “Bioprocessing of pineapple waste for sustainable production of bioactive compounds using solid-state fermentation”, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 85, pp. 103313, 2023.
3. A. M. P. Rivera, C. R. Toro, L. Londoño, G. Bolívar, J. A. Ascacio y C. N. Aguilar, “Bioprocessing of pineapple waste biomass for sustainable production of bioactive compounds with high antioxidant activity”, *Journal of Food Measurement and Characterization*, Vol. 17, No. 1, pp. 586–606, 2023.
4. O. M. Molina, J. A. Domínguez-Avila, S. Pareek, T. J. M. Santana, G. A. G. Aguilar y L. X. Lopez-Martínez, “Valorization of tropical fruit peel powders: Physicochemical composition, techno-functional properties, and in vitro antioxidant and antidiabetic activities”, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Vol. 35, No. 6, pp. 577–587, 2023.



SACARIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS CÍTRICOS. IMPACTO DEL PROCESO DE SECADO

Área: Economía Circular en Procesos
Modalidad: Cartel

Antonio Gómez Manrique^a; Alberto García Martínez^a; David Codina Jiménez^a; Vanesa Nicolás Báez^a; José Manuel Toledo Gabriel^a; Álvaro González Garcinuño^b, Miguel Ladero Galán^a

^aUniversidad Complutense de Madrid, Madrid, Comunidad de Madrid, España

^bUniversidad de Salamanca, Salamanca, Castilla y León, España

mladero@quim.ucm.es

Palabras clave: CPW, Secado, Economía circular, Sacarificación, Residuos

Resumen

El cultivo de cítricos e industrias derivadas constituye un pilar fundamental en las economías mexicana y española. España es el principal productor de naranjas de la Unión Europea con aproximadamente 3,5 millones de toneladas anuales, mientras que México destaca como líder mundial en la producción de limones y limas, además de poseer una vasta producción de naranja en la región de Veracruz. En ambos países, la industria de producción de zumos genera un volumen masivo de subproductos (cáscara, pulpa y semillas) que equivale al 50% del peso del fruto, lo que plantea retos logísticos y ambientales significativos. La gestión de estos subproductos en biorefinerías integradas permitiría la recuperación de compuestos de alto valor añadido y la obtención de azúcares que podrían ser empleados en la producción de biocombustibles, entre otros.

El **objetivo** de esta investigación fue analizar el impacto de los procesos de secado (solar y liofilización) y los niveles de humedad en la eficiencia de la sacarificación enzimática de la cáscara de naranja (Orange Peel Waste, OPW) para la obtención de azúcares. Además, se plantearon modelos cinéticos del proceso de sacarificación enzimática. La **metodología** empleada consistió en el secado de OPW (solar y mediante liofilización), seguido de un proceso de hidrólisis enzimática empleando cócteles comerciales de celulasas, pectinasas y β -glucosidasas. Se monitorizó la liberación de glucosa, ácido galacturónico, arabinosa y galactosa mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y se aplicaron métodos diferenciales e integrales para determinar los parámetros del modelo cinético que se ajustan a los datos de sacarificación.

Los **resultados** mostraron que la humedad inicial de los subproductos no influye significativamente en el rendimiento de la sacarificación. Esto valida el secado como etapa de pretratamiento para reducir costes de transporte y evitar la degradación del subproducto sin impactar negativamente en la sacarificación posterior. Ante un posible escalado industrial, el secado solar probablemente resultaría ser más eficiente que la liofilización. Se determinó que los modelos basados en la cinética de Michaelis-Menten con inhibición competitiva por producto y no competitiva por sustrato describen con alta precisión ($R^2 > 0.99$) la despolimerización de la matriz compleja de los residuos cítricos.

Referencias y citas bibliográficas

1. S. K. Khare, A. Pandey, and C. Larroche, "Current perspectives in enzymatic saccharification of lignocellulosic biomass", *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 102, No. 1, p. 38-44, 2015.
2. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, "Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2024", *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*, Vol. 1, No. 1, p. 1-102, 2024.



RECUPERACIÓN DE METALES A PARTIR DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Área: Economía circular en procesos

Modalidad: Cartel

J. I. Díaz-Rodríguez^{a*}, O. M. Curiel-Vargas^a, Y. P. Arauz Torres^a, M. R. Cruz-Díaz^c, I. J. González Panzo^b, R. Mendoza-Vizcaya^a, F. J. Almazán-Ruiz^{a**}.

^aLaboratorio de Áreas de Profundización, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Batalla 5 de mayo S/N, Ejército de Oriente Zona Peñón, 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, Mex.

^bTecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores Ecatepec, Av. Tecnológico S/N, Valle de Anáhuac, 55210 Ecatepec de Morelos, Edo. de México, Méx.

^cDepartamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Av. 1o de mayo Col. Sta. María las Torres, 54740, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, Méx.

* jqdiazrodriguez.jesusivan@gmail.com, ** fjalmazan7@comunidad.unam.mx

Palabras clave: RAEE, Lixiviación, Electroanálisis, Voltamperometría.

Resumen

El aumento sostenido en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) constituye un reto ambiental, pero también una oportunidad para recuperar metales de alto valor. Este trabajo busca desarrollar estrategias eficientes que permitan aprovechar los RAEE como fuente secundaria de materias primas, reduciendo la dependencia de recursos vírgenes y mitigando impactos ambientales (1).

El objetivo principal fue proponer y evaluar las etapas de extracción de metales estratégicos, con énfasis en el cobre, mediante lixiviación ácida. La metodología se estructuró en cuatro fases: (i) obtención de curvas patrón para Cu, Ni y Zn mediante electroanálisis; (ii) digestión ácida de la muestra para caracterizar la matriz metálica; (iii) lixiviación ácida con H₂SO₄ como agente lixivante y H₂O₂ como oxidante, variando sus concentraciones; y (iv) evaluación del proceso mediante el monitoreo de pH, ORP y concentración de cobre disuelto. Las curvas patrón se obtuvieron por voltamperometría cíclica en un sistema de tres electrodos bajo condiciones controladas. La digestión ácida se realizó con una mezcla de ácidos fuertes para solubilizar la matriz metálica y obtener un licor homogéneo, y las pruebas de lixiviación se efectuaron a temperatura ambiente, con agitación constante de 150 rpm.

Los resultados mostraron que la matriz contiene una alta proporción de cobre (66.7%), metal predominante electroquímicamente. Se observó que el incremento en la concentración de H₂SO₄ favorece la disolución del cobre hasta 3 M, sin mejoras posteriores debido a la descomposición acelerada del H₂O₂. Asimismo, el aumento en la concentración del oxidante mejoró la cinética inicial de lixiviación, aunque un exceso redujo la eficiencia global.

En conclusión, se identificaron condiciones de operación favorables para la recuperación de cobre a partir de RAEE, destacando la importancia del control de variables electroquímicas en sistemas hidrometalúrgicos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Sodhi, M.; Reimer, B. "Models for Recycling Electronics End-of-Life Products". *OR Spektrum*, Vol. 23, pp. 97–115, 2001.
2. Cynthia Zoski. "Handbook of Electrochemistry", 1st ed.; Elsevier, Amsterdam, 2006.
3. Skoog, D. A.; Holler, F. James.; Crouch, S. R. "Principios de Análisis Instrumental", 7a ed.; Cengage Learning: México, D.F, 2018.

Agradecimientos: Se agradece el apoyo económico al proyecto PAPIME PE107325, denominado "Desarrollo de estrategias para la comprensión de fenómenos de transporte", FES Zaragoza, UNAM 2025-2026.



EVALUACIÓN PRELIMINAR DE ECONOMÍA CIRCULAR DEL ADSORBENTE QUITOSANO/POLITIOFENO PARA LA REMOCIÓN DE NEGRO REACTIVO-5

Área: Economía Circular en procesos
Modalidad: Cartel

Isabela Guadalupe Cruz Solis*, Víctor M. Ovando-Medina

Ingeniería Química, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
Matehuala, S. L. P, México

A297925@alumnos.uaslp.mx

Palabras clave: Quitosano-tiofeno, Polimerización, Adsorción, Remoción de contaminantes, reutilización de adsorbentes.

Resumen

La economía circular promueve el aprovechamiento eficiente de recursos, la valorización de materiales renovables y la reducción de contaminantes generados por procesos industriales. Por ello, los adsorbentes basados en biopolímeros representan una alternativa sustentable para el tratamiento de aguas residuales textiles, donde los colorantes persistentes como el Negro Reactivo-5 constituyen un problema ambiental relevante. En este trabajo se presenta una evaluación preliminar de economía circular del adsorbente quitosano/politiofeno, sintetizado mediante polimerización química, para la remoción de Negro Reactivo-5 [1-2].

La síntesis del compuesto se realizó dispersando 10 g de quitosano en 100 mL de etanol bajo agitación durante 15 min, seguido de la adición de 1 g de tiofeno. Posteriormente, se incorporó gota a gota una solución de cloruro férrico hexahidratado, preparada con 6.42 g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 20 mL de etanol, empleando una relación molar oxidante:monómero de 2:1. La reacción se mantuvo bajo agitación durante una hora, con ajuste de pH. El producto obtenido fue filtrado, lavado con etanol y agua, secado a 70 °C durante 24 h, molido y pesado para su caracterización.

Desde el enfoque circular, se consideraron como indicadores preliminares el uso de quitosano como componente biopolimérico de origen renovable, la eficiencia de remoción del colorante, la capacidad de adsorción, la recuperación del adsorbente y su potencial reutilización en ciclos de adsorción-desorción. La caracterización por FTIR permitió identificar bandas asociadas a grupos $-\text{OH}$ y $-\text{NH}_2$ del quitosano entre $3200\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$, así como señales relacionadas con politiofeno, incluyendo vibraciones $\text{C}=\text{C}$ y $\text{C}-\text{S}$ en la región de $1600\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$, sugiriendo la formación del material compuesto. El análisis TGA evidenció una pérdida inicial atribuida a humedad residual, seguida de etapas de degradación de grupos funcionales y de la matriz polimérica.

La capacidad de adsorción fue evaluada mediante UV-Vis utilizando diferentes masas de adsorbente y concentraciones iniciales de colorante. Los resultados preliminares indican afinidad significativa hacia el Negro Reactivo-5 en tiempos cortos de contacto, lo que sugiere potencial para tratar efluentes textiles. En conjunto, el adsorbente quitosano/politiofeno representa una alternativa prometedora al integrar valorización de un biopolímero renovable, remoción de contaminantes y posibilidad de reutilización, estableciendo bases para estudios posteriores de regeneración, balance de masa, estabilidad y circularidad del proceso.

Referencias y citas bibliográficas

1. Crini, G., & Badot, P. M. (2008). Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions. *Progress in Polymer Science*, 33(4), 399–447.
2. Kumar, A., Sharma, G., Naushad, M., et al. (2020). A review on the role of chitosan-based adsorbents for removal of dyes from aqueous solutions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 110–124.



INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE CASCARILLA DE CACAO SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LA EXTRACCIÓN ASISTIDA POR SONICACIÓN

Área: Economía Circular en Procesos
Modalidad: Cartel

Laura Gabriela Qué Vázquez^a, Pedro García Alamilla^a y Areli Carrea Lanestosa^a

^a Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA), Villahermosa, Tabasco, México

correo autor de contacto: gabrielaquevazquez@gmail.com

Palabras clave: Extractos acuosos, compuestos bioactivos, residuos, sonda ultrasónica

Resumen

La cascarilla (CS) es el principal residuo del cacao durante la elaboración del chocolate. Este residuo se utiliza en la elaboración de galletas, te, compostas, entre otros. Esta investigación se **justifica** en la revalorización de la CS para la obtención de compuestos bioactivos con potencial antioxidante en extractos acuosos para contribuir a la reducción del impacto ambiental. El **objetivo** fue evaluar el tamaño de partícula de CS, obtenida por extracción asistida por sonicación sobre la actividad antioxidante (AA). La **metodología** consistió en la clasificación de la CS por tamaño de partícula (0.841-0.177 μm), posteriormente se realizaron extractos acuosos a una relación 1:10 (m/v), a distintos tiempos de sonicación (tS) (5-30min), utilizando una sonda ultrasónica directa. La AA de los extractos se realizó por los ensayos DPPH (Shimada et al., 1992) y ABTS (Pukalskas et al., 2002). Los **resultados** mostraron diferencias estadísticas entre tamaño de partícula y tS; para DPPH, los resultados oscilaron entre 429.27-482.43 mM ET/g MS, Las partículas de 0.841 y 0.420 μm mostraron un aumento de la AA en función del tS, estos resultados concuerdan con Botella-Martínez et al. (2021), los cuales publicaron que las partículas de CS de menor tamaño presentaron una mayor AA, aunque los valores que reportan son menores de 0.0094, 0.0168 y 0.0221 mM ET/g, para tamaños de >701, 417-701 y <417 μm . En ABTS los valores fueron de 98.29 y 79.89 mM ET/g de MS para los diversos tamaños de partículas evaluados, obteniendo mejores resultados en las partículas de 0.177 μm . Se observó un aumento gradual de la AA en las partículas de 0.420, 0.250 y 0.177 μm con respecto al tS. Asimismo, Delgado-Ospina et al. (2023), obtuvo valores entre 17.2 y 20.8 mM ET/mL, señalando el mayor valor de AA para el tamaño de partícula de CS más pequeño.

Referencias y citas bibliográficas

1. Botella-Martínez, C., Lucas-González, R., Ballester-Costa, C., Pérez-Álvarez, J. Á., Fernández-López, J., Delgado-Ospina, J., Chaves-López, C., & Viuda-Martos, M., "Ghanaian Cocoa (Theobroma cacao L.) Bean Shells Coproducts: Effect of Particle Size on Chemical Composition, Bioactive Compound Content and Antioxidant Activity", *Agronomy*, Vol. 11, No. 2, p. 401, 2021.
2. Delgado-Ospina, J., Esposito, L., Molina-Hernandez, J. B., Pérez-Álvarez, J. Á., Martuscelli, M., & Chaves-López, C., "Cocoa Shell Infusion: A Promising Application for Added-Value Beverages Based on Cocoa's Production Coproducts", *Foods*, Vol. 12, No. 13, p. 2442, 2023.
3. Pukalskas, A., Van Beek, T. A., Venskutonis, R. P., Linssen, J. P. H., Van Veldhuizen, A., & De Groot, A., "Identification of Radical Scavengers in Sweet Grass (Hierochloa odorata)", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50, No. 10, p. 2914-2919, 2002.
4. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T., "Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 40, No. 6, p. 945-948, 1992.



EFFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA SOBRE LAS PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES DE POLVO DE CASCARILLA DE CACAO

Área: Economía Circular en Procesos
Modalidad: Cartel

José Enrique Gallegos Castillo^a, Areli Carrea Lanestosa^a, Pedro García Alamilla^a

^a División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco, México

correo autor de contacto: josegallegosc98@gmail.com

Palabras clave: Valorización de residuos, cascarilla de cacao, caracterización funcional, absorción de agua

Resumen

El presente estudio se enfocó en evaluar el potencial de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como ingrediente funcional en alimentos. La **justificación** radica en la necesidad de valorizar subproductos agroindustriales, los cuales presentan propiedades tecnofuncionales que pueden mejorar la textura, estabilidad y rendimiento en matrices alimentarias. Estas propiedades, como la absorción de agua, hinchamiento y solubilidad representan ventajas tecnológicas; sin embargo, pueden variar en función del tamaño de partícula. El **objetivo** fue evaluar el efecto del tamaño de partícula sobre las propiedades tecnofuncionales de harinas de cascarilla de cacao. La **metodología** consistió en la obtención y clasificación granulométrica de polvo de cascarilla de cacao obtenida después del tostado, el cual es un residuo en la industria de transformación del cacao al chocolate. Se seleccionó fracciones de 300, 250 y 180 μm . Se evaluaron propiedades tecnofuncionales como índice de absorción de agua, densidad aparente, poder de hinchamiento, solubilidad en agua, así como capacidad espumante gelificante mediante métodos fisicoquímicos estándar. Los análisis se realizaron por triplicado y los datos se analizaron mediante ANOVA ($p < 0.05$). Los **resultados** mostraron que el índice de absorción de agua presentó valores de 2.55 ± 0.05 , 3.09 ± 0.08 y 3.03 ± 0.11 g/g para las fracciones de 300, 250 y 180 μm , respectivamente, evidenciando diferencias significativas ($p < 0.05$). La densidad aparente se mantuvo constante ($0.51\text{--}0.53$ g/mL). El poder de hinchamiento varió entre 11.9 ± 0.95 y 12.6 ± 0.42 mL/g, mientras que la solubilidad en agua osciló entre 19.67 ± 0.58 y 20 ± 1 %. No se observó capacidad espumante ni gelificante en ninguna de las muestras evaluadas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Jamanca-Gonzales et al. (2024), quienes señalan que las propiedades tecnofuncionales dependen de la composición de las harinas. Asimismo, el poder de hinchamiento y la solubilidad se relacionan con la estructura del almidón y su interacción con proteínas y fibra (Tambo Tene et al., 2019). La ausencia de propiedades espumantes y gelificantes puede asociarse con una limitada funcionalidad proteica (Bongianino et al., 2023). En conclusión, el tamaño de partícula influyó significativamente en la absorción de agua.

Referencias y citas bibliográficas

1. Jamanca-Gonzales, N. C., Ocrospoma-Dueñas, R. W., Eguilas-Causshi, Y. M., Padilla-Fabian, R. A. y Silva-Paz, R. J., "Technofunctional Properties and Rheological Behavior of Quinoa, Kiwicha, Wheat Flours and Their Mixtures", *Molecules*, Vol. 29, No. 6, p. 1374, 2024.
2. Tambo Tene, S., Klang, J. M., Ndomou Houketchang, S. C., Boungo, G. T. y Womeni, H. M., "Characterization of corn, cassava, and commercial flours: Use of amylase-rich flours of germinated corn and sweet potato", *Food Science & Nutrition*, Vol. 7, No. 4, p. 1190–1206, 2019.
3. Bongianino, N. F., Steffolani, M. E., Morales, C. D., Biasutti, C. A. y León, A. E., "Technological and Sensory Quality of Gluten-Free Pasta Made from Flint Maize Cultivars", *Foods*, Vol. 12, No. 14, p. 2780, 2023.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

VALORIZACIÓN INTEGRAL DE CÁSCARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS) MEDIANTE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y SU APLICACIÓN EN MATERIALES POLIMÉRICOS BIODEGRADABLES Y FORMULACIONES JABONOSAS.

Área: Economía Circular en Procesos

Modalidad: Cartel

Evelyn Daniela Agudo Canseco^a, Diana Yolanda Carmona Altamirano^a, Itzel Alvarez Gonzáles^a, Alejandra Chávez Riveros^a.

^aFes Zaragoza, UNAM,

^bIztapalapa, Ciudad de México, México.

iqevelyn.daniela@gmail.com

Palabras clave: Aceite esencial, aceite de cocina usado, economía circular, saponificación, biomasa residual.

Resumen

En México se estima una generación anual de 500 millones de litros de aceite de cocina usado, de los cuales únicamente el 20% es valorizado en otros procesos como la elaboración de biodiésel o saponificación,¹ destacando su potencial como materia prima utilizada en diversos procesos. Sin embargo, la falta de cultura en los hogares sobre el desecho de este residuo provoca un mal manejo del mismo, dando paso a diversos daños, tanto al ambiente, la salud, contaminación de suelos y cuerpos de agua, pues tan solo un litro de aceite puede llegar a contaminar hasta 40,000 litros de agua.² Paralelamente la industria citrícola en México, reporta un desecho de 2 toneladas de biomasa residual,³ derivados de la industria de jugos y concentrados principalmente. Estas grandes cantidades de biomasa al disponerse de forma incorrecta provocando problemas como la fermentación, descomposición y proliferación de fauna nociva. La **justificación** de este trabajo radica en la obtención de monoterpenos como el D-limoneno que puede ser utilizado como aromatizante en el proceso de saponificación y utilizar la biomasa residual de la destilación como precursor de un biopolímero, contribuyendo a la economía circular.

El **objetivo** es elaborar jabón corporal y de manos a partir de aceite de cocina usado y aceite esencial de naranja evaluado en los diversos métodos de obtención, además de usar la biomasa residual de Citrus Sinensis para sintetizar un biopolímero. La **metodología** consistió en recolección de la materia prima en la cafetería y puestos de comida de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II, acondicionamiento de la materia prima (lavado del aceite y despulpado de la cáscara de naranja), Montaje de los sistemas de extracción de aceite esencial, reacción de saponificación con la esencia obtenida, moldeado y curado, por último con la biomasa residual de Citrus Sinensis se están haciendo diversas pruebas para la obtención del biopolímero. Los **resultados** confirman que la obtención de aceite esencial tiene mayor rendimiento al usar el sistema de hidrodestilación casero tipo autoclave, esto en comparación con otros métodos como la extracción por arrastre de vapor, faltando por analizar el método de extracción por prensado en frío, a la par se ocupó el aceite obtenido para dar aroma característico a las formulaciones jabonosas en cuanto al biopolímero aún sigue en proceso de estandarización. Cabe recalcar que se ha dado difusión y divulgación al proyecto en escuelas de nivel básico, PILARES y en la propia facultad.

Referencias y citas bibliográficas

1. Sonne Recolección, “Compra de aceite quemado: beneficios empresariales y ambientales”, 2025.
2. Eliza Núñez Acosta, “Del drenaje a la innovación social: reciclaje de aceite de cocina usado – Facultad de Química”, 2026.
3. Secretaria de agricultura y desarrollo rural, “Mayor cosecha de frutas, hortalizas y forrajes impulsan producción agrícola de México”, 2023.
4. Margarita Emilia Patiño Jaramillo, John Jairo García Mora y Sonia Jaquelliny Moreno Jimenez, “Jabón: su fórmula química y conceptos básicos”, *Química en la vida cotidiana; el jabón*, p. 48-60, 2022.
5. María Estela Frías Zepeda, Martha Rosales Castro, “Aceites esenciales”, *Farmacognosia principios básicos*, p. 235 – 248, 2023.

Agradecimientos: Al financiamiento de PAPIIT (TA200426) y PAPIME (PE101426) por la beca otorgada, la compra de reactivos, equipo y material diverso así como el apoyo económico para la presentación de los resultados en congresos.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

VALORIZACIÓN DEL PSEUDOTALLO DE PLÁTANO (*Musa spp.*) MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE SUS FIBRAS

Área: Economía circular

Modalidad: Cartel

Juan Alejandro Jiménez López, Reyna María Guzmán Álvaro, Martha Laura Navarro Esteban, David Guerrero Zárate, Sarai Alejandro Hernández

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Jalpa de Méndez, Tabasco, México

sarai.alejandro@ujat.mx

Palabras clave: Materiales lignocelulósicos; bioadsorbentes; Micromorfología de fibras; Bioremediación hídrica.

Resumen

El plátano es una planta herbácea de gran tamaño, ampliamente cultivada en Chiapas y Tabasco, cuya producción anual supera 1.2 millones de toneladas de fruto. Esta actividad genera un volumen considerable de residuos, ya que entre el 70% y 80% de la biomasa total se desecha sin un manejo adecuado. En este estudio se evaluaron dos tratamientos para obtener fibras biodegradables a partir de los pseudotallos de plátano (*Musa spp.*), con el propósito de aprovechar este agro-residuo. La extracción inició con una hidratación de 24 horas, seguida de un decorticado manual para separar las vainas foliares y retirar la pared interna con una espátula de acero inoxidable. Posteriormente, se empleó un peine metálico de dientes finos para dividir los haces fibrosos en tiras delgadas. Las fibras se sometieron a tratamientos químicos con NaOH y Na₂SO₃ mediante inmersión durante 30 minutos y se enjuagaron hasta alcanzar un pH neutro, con el fin de eliminar compuestos no celulósicos. A través de microscopía óptica se analizó el efecto de cada tratamiento sobre la morfología superficial y se determinó la curva de carga cero para evaluar su potencial como material adsorbente. La fibra natural mostró una pared celular íntegra, lumen bien definido y bordes conservados, características asociadas a su mayor resistencia. En contraste, la fibra tratada con Na₂SO₃ presentó adelgazamiento y pérdida de rigidez, mientras que la tratada con NaOH evidenció microfisuras y fibrilación excesiva, indicando alteraciones en la estructura de la celulosa. Los resultados de la curva de carga cero sugieren que estas fibras pueden emplearse en el tratamiento de aguas contaminadas, dado que su pH óptimo se encuentra cercano a 7.

Referencias y citas bibliográficas

1. A. N. Ardila A, E. Arriola-Villaseñor, E.E.Villegas González, H.E. González Guerrero, J.A. Hernández-Maldonado, E. Gutiérrez-Pineda, C.C. Villa, "Enhanced Cellulose Extraction from Banana Pseudostem Waste: A Comparative Analysis Using Chemical Methods Assisted by Conventional and Focused Ultrasound", *Polymers*, Vol. 16, No. 19, p. 2785, 2024.
2. P. Badanayak, S. Jose, G. Bose, "Banana pseudostem fiber: A critical review on fiber extraction, characterization, and surface modification", *Journal of Natural Fibers*, Vol. 20, No. 1, p. 2168821, 2023.
3. W. Rahman, S.T. Nipa, S.Z. Rima, M. Hasan, R. Saha, A. Halim, Y. Ali, A. Deb, "Pseudo-stem banana fiber as a potential low-cost adsorbent to remove methylene blue from synthetic wastewater", *Applied water science*, Vol. 12, No. 10, p. 242, 2022.



CONVERSIÓN TÉCNICA DE MERMAS DE CARBÓN VEGETAL EN MATRICES ADSORBENTES DE ALTO VALOR: DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN

Área: Economía Circular en Procesos

Modalidad: Cartel

Kathya Samberino Hernández León^a, Anel Magaña Flores^b, Rocío del Carmen Antonio Cruz^c, José Luis Cáseres Javier^d,
Nora Alicia Purata Perez^{e*}

^{*a,b,c,d,e} Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa; Villahermosa, Tabasco, México

^{*}nora.purata@villahermosa.tecnm.mx

Palabras clave: Carbón activado, Residuos lignocelulósicos, Economía circular, Activación Química, Adsorción.

Resumen

La acumulación de residuos lignocelulósicos representa un desafío operativo y ambiental crítico para el sector energético tradicional. En este contexto, la empresa "El Cocohite" enfrenta una problemática significativa debido a la generación constante de merma y pedacería de carbón vegetal, la cual se fragmenta de manera inevitable durante las etapas de manipulación fina, transporte y ensacado del producto terminado. Con el propósito de mitigar este impacto ambiental y transformar un pasivo ecológico en un insumo de alto valor agregado, esta investigación se enfocó en el aprovechamiento, síntesis y caracterización de carbón activado a partir de dichos remanentes, bajo un estricto modelo de economía circular y valorización de subproductos industriales.

La metodología experimental contempló inicialmente la adecuación física del residuo de carbón mediante operaciones de trituración, lavado para la remoción de impurezas superficiales y clasificación granulométrica homóloga. Posteriormente, el material fue sometido a un proceso de activación química y térmica controlada, con el fin de inducir el desarrollo de una estructura porosa interna altamente ramificada y expandir su área superficial específica. El material sintetizado se caracterizó mediante técnicas analíticas clave para evaluar su calidad y funcionalidad, incluyendo la determinación de porosidad aparente, capacidad de adsorción (índice de yodo), espectroscopia de infrarrojo para la identificación de grupos funcionales superficiales y análisis reológicos y de densidad.

Los resultados experimentales demostraron que el carbón activado obtenido posee excelentes propiedades de textura porosa y una capacidad de adsorción competitiva frente a los estándares comerciales, validando la viabilidad técnica del proceso de conversión. Se concluyó que el reciclaje y transformación de la pedacería de carbón de "El Cocohite" no solo resuelve de forma sustentable el confinamiento de sus desechos, sino que abre una ventana tecnológica para la producción local de matrices adsorbentes de bajo costo, útiles en procesos de remediación ambiental, como el tratamiento de aguas residuales o la purificación de efluentes gaseosos.

Referencias y citas bibliográficas

1. ASTM International, Standard test method for determination of iodine number of activated carbon (ASTM D4607-14). *ASTM International*, <https://doi.org/10.1520/D4607-14>, 2014.
2. Anastas, P. T., & Warner, J. C., Green chemistry: Theory and practice. *Oxford University Press*, 1988.
3. Bansal, R. C., & Goyal, M., Activated carbon adsorption. *CRC Press*. <https://doi.org/10.1201/9781420028812>, 2005.
4. Hernández-Rodríguez, M., & Purata-Pérez, N. A., Optimización química y térmica de residuos granulares de carbón vegetal para la producción de adsorbentes de bajo costo. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 23(1), Art. 3120. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Mat3120>, 2024.
5. Kirchherr, J., Reike, D., & Piscicelli, L. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
6. Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). Activated carbon. *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4>
7. Ramírez-Muñoz, J. L., & Santos-Zea, L., Caracterización espectroscópica (FTIR) y reológica de materiales carbonosos porosos obtenidos de subproductos agroindustriales. *Superficies y Vacío*, 36(2), 24–32, 2023.
8. Rodríguez-Laguna, N., & Pérez-Sosa, O., Estrategias de mitigación ambiental en la cadena de suministro de combustibles sólidos: Valorización de finos y mermas por fricción mecánica. *Ciencia y Tecnología Ambiental*, 17(3), 112–126, 2023

Agradecimientos: A la empresa de carbón "El cocohite", por todas las facilidades para el desarrollo de éste trabajo.



ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE REACCIÓN POR DILATOMETRÍA DE LA POLIMERIZACIÓN RAFT DE ACRILATO DE BUTILO Y ÁCIDO 2-ACRILAMIDO-2- METILPROPANO SULFÓNICO (AMPS).

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Alejandro Techalotzi Amador^a, Miriam Vega Hernández^b, Anabel Romero López, Valeria González Coronel^b,
José Juan Cedillo Portillo^a, Guillermo Soriano Moro^a

^a Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^b Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^c Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

alextechalotzi5@gmail.com

Palabras clave: cinética de polimerización, dilatometría, polimerización RAFT.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito analizar la cinética de reacción de polimerización de los monómeros acrilato de butilo (BuA) y ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico (AMPS). El método de síntesis de polimerización es del tipo de transferencia de cadena reversible de adición-fragmentación (RAFT), se proponen como agentes controladores: el tritiocarbonato de etileno (ETTC) y el Bis(carboximetil) tritiocarbonato (BCMTTC). La **justificación** de este trabajo radica en evaluar la cinética de polimerización con compuestos de azufre mediante dilatometría, como método para determinar el avance de la reacción. El **objetivo** central es determinar las condiciones óptimas de polimerización. La **metodología** consiste en la medición de la velocidad de reacción mediante dilatometría, cada experimento tuvo una duración de 4 h, los perfiles de temperaturas empleados fueron de 50, 60 y 70° C. Las condiciones de estudio abarcaron la variación de las concentraciones iniciales del monómero, del iniciador y del agente RAFT y, para el monómero de BuA, la evaluación del efecto del disolvente. Los sistemas se configuraron de la siguiente forma para BuA el disolvente: THF o benceno, iniciador: AIBN y agente de transferencia: tritiocarbonato de etileno; para AMPS, disolvente: DMF, iniciador; ACVA y agente de transferencia: Bis(carboximetil) tritiocarbonato. El estudio de las propiedades adquiridas de los polímeros se evalúa mediante cromatografía de exclusión de tamaño (GPC), viscosimetría y calorimetría diferencial de barrido (DSC). La caracterización de los productos obtenidos se realizará mediante resonancia magnética nuclear de protón (¹H RMN) y espectroscopía de infrarrojo (FT-IR). Los **resultados** de ambos sistemas, en función del incremento de la temperatura, de la concentración de monómero y de la concentración de iniciador, mostraron comportamientos típicos de la cinética clásica. Por otra parte, con respecto al comportamiento del agente de transferencia, para el sistema de BA se observó que el ETTC no tiene efecto bajo ninguna de las condiciones de la reacción; no siendo el mismo caso para el sistema de AMPS y el BCMTTC, donde las gráficas sugieren una funcionalización del agente dentro de la cadena, sin embargo, se proceden con los análisis correspondientes para determinar la forma en que se lleva a cabo los mecanismos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Fu X, Wang Y, Hu H, Fu W, Wang L, Jin J. "Kinetics of acryloyloxyethyl trimethyl ammonium chloride polymerization in aqueous solutions", E-Polymers, 25(1), 2025 Jan 1.
2. Bray C, Peltier R, Kim H, Mastrangelo A, Perrier S. "Anionic multiblock core cross-linked star copolymers: Via RAFT polymerization", Polym Chem, 8(36):5513–24, 2017 Sep 28.
3. Lai JT, Filla D, Shea R. "Functional polymers from novel carboxyl-terminated trithiocarbonates as highly efficient RAFT agents", Macromolecules, 35(18):6754–6, 2002 Aug 27.

Agradecimientos: Se agradece al Laboratorio de Química Ambiental, a la SECIHTI por la beca otorgada (2086844), así como a la VIEP-BUAP por el financiamiento a través del proyecto ID-00364-2026.



SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE LACASA PARA LA DETECCIÓN DE FENOLES EN VINO

Área: Materiales
Modalidad: Oral

Guzmán Abonce Delia^a, García Espino Hugo Edgardo^a, Álvarez López Alejandra^a, Rodríguez López Aarón^b y Galindo De la Rosa Juan de Dios^{a*}

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

^bUniversidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

juan.galindo@uaq.mx

Palabras clave: Nanotecnología, Nanopartículas, Lacasa, Fenoles, Biosensores

Resumen

Las nanopartículas de enzimas se han convertido en una vertiente nueva puesto que se han implementado como biocatalizadores avanzados que logran inmovilizar a las enzimas en soportes nanométricos (1 - 100 nm). Estos sistemas permiten que la relación superficie-volumen, lo que incrementa la carga enzimática mejorando la sensibilidad y estabilidad dentro del área de biosensado.

El presente proyecto tiene como intención el desarrollo de un biosensor basado en nanopartículas de lacasa para la detección de compuestos fenólicos dentro de los vinos. Esto se justifica debido a que se tiene una necesidad en mejorar los métodos analíticos convencionales, como lo son la cromatografía líquida de alto rendimiento y la espectrofotometría, los cuales son costosos, lentos y requieren de equipos especializados, haciendo que su implementación para el monitoreo en tiempo real dentro de la industria vinícola sea sumamente complicada.

El objetivo general se centra en la inmovilización de nanopartículas enzimáticas de lacasa en transductores electroquímicos para mejorar la estabilidad, sensibilidad y eficiencia catalítica contra propiedades problemáticas (pH, temperatura y concentración de sales). La metodología contempla la síntesis de las nanopartículas enzimáticas mediante desolvatación con etanol y entrecruzamiento con glutaraldehído, seguido de su funcionalización. Posteriormente, se evaluará la actividad enzimática de las nanopartículas mediante espectrofotometría y técnicas electroquímicas (voltamperometrías cíclicas).

Los resultados de esta investigación incluyen la obtención de nanopartículas de lacasa con actividad catalítica conservada, mayor estabilidad y una respuesta electroquímica favorable para la detección de concentraciones bajas de fenoles. En conclusión, la síntesis y evaluación de las nanoestructuras representa una estrategia prometedora para el desarrollo de sistemas de detección más eficientes y con alta sensibilidad que, en un inicio, se aplicarán en la industria vinícola; sin embargo, podría escalar hasta la industria biomédica y el monitoreo ambiental.

Referencias y citas bibliográficas

1. Alarcon-Angeles, G., Álvarez-Romero, G. A., & Merkoçi, A. (2016). *Emerging Nanomaterials for Analytical Detection* (pp. 195–246). <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.03.022>
2. Aleixandre-Tudo, J. L., Buica, A., Nieuwoudt, H., Aleixandre, J. L., & du Toit, W. (2017). Spectrophotometric Analysis of Phenolic Compounds in Grapes and Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(20), 4009–4026. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01724>

Agradecimientos: Si aplica, máximo dos líneas.



DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE BIOAEROGEL NANOCOMPUESTOS DE MATRIZ PROTEICA FUNCIONALIZADOS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Jorge Vargas-Almaraz^a, Karen M. Soto^b, Monserrat Hernández-Iturriaga^a, Rocío Campos-Vega^a, Adolfo Castañeda-Salazar^a, Sandra Mendoza^a

^aDepartamento de Investigación y Posgrado de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México

^bCentro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro, Querétaro, Querétaro, México

Correo autor de contacto: vargasjorge526@gmail.com

Palabras clave: bioaerogel, superabsorbente, proteínas, nanopartículas de plata

Resumen

El desarrollo de materiales sostenibles para el envasado de alimentos es una prioridad en la industria, motivada por la reducción de los plásticos derivados del petróleo y por el interés en sistemas activos que preserven la calidad de los alimentos. Los bioaerogeles se destacan como materiales ultraligeros y altamente porosos (>90%), con capacidad para liberar agentes activos; sin embargo, su estabilidad estructural y escalabilidad siguen representando desafíos importantes. El **objetivo** central fue desarrollar y caracterizar bioaerogeles nanocompuestos a partir de aislados proteicos de chícharo (APC) y de suero de leche (APSL), combinados con goma xantana (GX) y funcionalizados con nanopartículas de plata (AgNPs).

La **metodología** implicó el desarrollo de hidrogeles precursores mediante una gelificación por acidificación lenta con glucono- δ -lactona, seguida de su evaluación de carácter viscoelástico mediante reología. Los bioaerogeles se obtuvieron mediante liofilización durante 30 horas para su análisis estructural posterior. Se analizaron los cambios en la estructura secundaria de las proteínas mediante FTIR y se evaluó la estabilidad térmica mediante DSC.

Los **resultados** revelaron la formación de hidrogeles de fuerza media. Los bioaerogeles resultantes presentaron una densidad de hasta 0.044 g/cm³, una porosidad >95%, un volumen de poro >18.0 cm³/g y una contracción volumétrica máxima del 45.55%. La incorporación de AgNPs indujo cambios cromáticos significativos ($\Delta E > 20$). Se obtuvieron estructuras superabsorbentes con una capacidad de absorción de agua > 40 g/g y de aceite > 15 g/g, con retenciones > 99% y diferentes cinéticas de absorción. Cabe destacar que las AgNPs incrementaron significativamente ($p < 0.05$) el carácter hidrofílico y el refuerzo estructural durante la absorción. En **conclusión**, la matriz APC:APSL:GX permite obtener bioaerogeles estables; sin embargo, la adición de AgNPs es el factor determinante para optimizar el desempeño estructural, cuyo efecto depende directamente de la interacción química con la matriz base.

Referencias bibliográficas clave

1. C. Fontes-Candia, E. Erboz, A. Martínez-Abad, A. López-Rubio, & M. Martínez-Sanz, "Superabsorbent food packaging bioactive cellulose-based aerogels from Arundo donax waste biomass", *Food Hydrocolloids*, Vol. 96, p. 151–160, 2019.
2. H. Liu, F. Xing, P. Yu, M. Zhe, S. Shakya, M. Liu, & U. Ritz, "Multifunctional aerogel: A unique and advanced material

Agradecimientos: a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONCYTEQ por el financiamiento otorgado.



Evaluación de la actividad fotocatalítica solar de nanopartículas de ZnO obtenidas mediante síntesis verde empleado extractos de *Eucalyptus* y *Larrea tridentata*

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Luz Paola Martínez-Castillo ^a, Victor M. Ovando-Medina ^b, Adali Oliva Castañeda-Facio ^a, Hugo Martínez-Gutiérrez ^c,
Aidé Sáenz-Galindo ^a

^a Departamento de Ciencia y Tecnología de Polímeros, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^b Ingeniería Química, UAMRA–Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, Matehuala, México.

^c Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, Ciudad de México, México.
luz.castillo@uadec.edu.mx ; ovandomedina@yahoo.com.mx ; adali.castaneda@uadec.edu.mx

Palabras clave: Síntesis verde, Eucalyptus, Larrea Tridentata, ZnO.

Resumen

El desarrollo de nanomateriales mediante rutas sustentables representa un desafío actual para reducir el impacto ambiental asociado a los precursores químicos convencionales. En este contexto, la síntesis verde destaca por el aprovechamiento de extractos orgánicos que actúan como agentes reductores y estabilizantes. El presente estudio evaluó la influencia fitoquímica de extractos de *Eucalyptus* y *Larrea tridentata* en la formación de nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) y su posterior evaluación en la degradación de contaminantes bajo radiación solar.

Para la obtención de las nanoestructuras, se prepararon extractos obtenidos por ultrasonido que reaccionaron con ZnCl₂ bajo condiciones controladas de temperatura y pH, finalizando con un proceso de calcinación a 800°C. La caracterización mediante FTIR, Raman y refinamiento Rietveld de los patrones de XRD confirmó la obtención de la fase hexagonal wurtzita con tamaños de cristalita cercanos a los 40 nm. Los análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) revelaron diferencias morfológicas significativas; mientras que el extracto de *Eucalyptus* propició la formación de aglomerados cuasi-esféricos, el uso de *Larrea tridentata* resultó en partículas aglomeradas de mayor tamaño. Finalmente, las pruebas de actividad fotocatalítica solar demostraron que las nanopartículas sintetizadas con *Larrea tridentata* poseen una capacidad superior para la remoción de azul de metileno, logrando una degradación completa en 45 minutos, en contraste con los 120 minutos requeridos por el material obtenido con *Eucalyptus*. Estos resultados sugieren que la naturaleza química del extracto de gobernadora no solo facilita la síntesis del semiconductor, sino que optimiza sus propiedades interfaciales para aplicaciones ambientales de alta eficiencia.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Zurita-Mápula, J. A., & Bernal-Chávez, S. A. (2024). Estrategias de síntesis verde para obtener nanopartículas inorgánicas de utilidad biomédica. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 27. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2024.669>
2. Saxena, R., Kotnala, S., Bhatt, S. C., Uniyal, M., Rawat, B. S., Negi, P., & Riyal, M. K. (2025). A review on green synthesis of nanoparticles toward sustainable environment. *Sustainable Chemistry for Climate Action*, 6, 100071. <https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100071>

Agradecimientos: Esta investigación se realizó gracias al apoyo de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), a través de la Beca Nacional No. 2061636.



DESARROLLO DE MATERIALES ANTICORROSIVOS BASADOS EN ORTOFOSFATO DE ZINC/POLIPIRROL Y ORTOFOSFATO DE MANGANESO/POLIPIRROL PARA LA PROTECCIÓN DE COBRE EN AGUA DE MAR.

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Camerina J, Guzmán Álvarez 1^a, Víctor Ovando Medina2^b

^a Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Carr. A Cedral Km 5+600, Las Trojes, Matehuala, SLP, 78700.

Camerina.guzman@uaslp.mx

Palabras clave: Nanopartículas, Inhibidores, Corrosión.

Resumen.

El presente estudio tuvo como propósito analizar la capacidad inhibidora de corrosión del compuesto ortofosfato de Zn Polipirrol y ortofosfato de Mn polipirrol del cobre en agua de mar. Como **justificación** La corrosión del cobre en ambientes marinos es un problema de gran importancia debido a la agresividad del agua de mar, que contiene altos niveles de cloruros y otros iones corrosivos generando pérdidas económicas muy grandes. Los ortofosfatos son conocidos por sus propiedades anticorrosivas, existen variados métodos de obtención e investigaciones en cuanto al estudio y síntesis del Ortofosfato de Zn caso contrario a la propuesta del Ortofosfato de Mn propuesto. El polipirrol es un polímero conductor que puede mejorar las propiedades de barrera, pasivación y la estabilidad del recubrimiento, de tal manera que la combinación de estos materiales puede ofrecer una solución innovadora y efectiva para proteger el cobre en aplicaciones marinas ayudando en la sustentabilidad del planeta.

El **objetivo** de estudio consistió en desarrollar un material anticorrosivo de ortofosfato de Zn polipirrol y ortofosfato de Mn polipirrol del cobre en agua de mar. La **metodología** se basó en la síntesis del compuesto y su posterior caracterización química por medio de las técnicas de UV-Vis, FTIR, Raman, SEM y XRD además de las técnicas electroquímicas de Taffel y EIS. Obteniendo **resultados** donde el ortofosfato de Zn actúa como pasivante y barrera. La película limita la difusión de iones O_2 y limita la difusión de los iones Cl^- por lo tanto aumenta la resistencia de la película observada por EIS. La película de $Zn_3(PO_4)_2$ libera de manera controlada los Zn^{2+} (auto protección) para sellar daños y poros. Manteniendo la estabilidad y durabilidad de la película a las concentraciones de 30/70 y 50/50 con mayor R_{pel} , R_{tc} y menor I_{corr} . La protección del cobre no depende del consumo anódico del Zn sino de la pasivación de fosfato, la barrera polimérica y la auto reparación del Zn.

Referencias y citas bibliográficas

1. B.H. Hameed, D.K. Mahmoud, A.L. Ahmad. *Hazard Waste Hazard.*, 158 ,65-78 (2008).
2. I.A.W. Tan, A.L. Ahmad, B.H. Hameed. *Hazard Waste Hazard.*, 154 , 337-346 (2008).
3. B. Noroozi, G.A. Sorial, H. Bahrami, M. Arami. *Hazardous Waste Hazard.*, B139 , 167-174 (2007)
4. Kar Yan Hor, Jasmine Mun Cheng Chee, Meng Nan Chong, Bo Jin, Christopher Saint, PhaikEongPoh, RupakAryal. *Cleaner Production*, 118 , 197-209 (April 2016).



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

PROCESAMIENTO SUSTENTABLE DE TALLOS DE SORGO EN MICROFIBRAS DE CELULOSA: EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Abril Salazar Castillo ^a, Lorena Farías Cepeda ^a, Víctor Manuel Ovando Medina ^b, Héctor A. Ruiz ^a, Hugo Martínez Guitierrez ^c,
Lucero Rosales Marín ^a

^a Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México.

^b Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Matehuala, San Luis
Potosí, México.

^c Instituto Politécnico Nacional, Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, Ciudad de México, México
iq.abril.s.c@gmail.com

Palabras clave: biomasa lignocelulósica, celulosa microfibrilada, Sorghum bicolor, autohidrólisis

Resumen

El aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica procedente de residuos agroindustriales permite desarrollar tecnologías para procesar productos de alto valor agregado, como la celulosa. Tamaulipas es el principal productor nacional de sorgo (*Sorghum bicolor*) y, a menor escala, es el cultivo más producido en Coahuila. Es utilizado como forraje, y el aprovechamiento de sus desechos está alineado con las estrategias de bioeconomía circular. A diferencia de los métodos convencionales de alto impacto ambiental, el presente estudio implementó una ruta de procesos de fraccionamiento escalonados para la remoción selectiva de componentes amorfos y reducción de la cantidad de reactivos agresivos. El objetivo del presente trabajo fue procesar, extraer y caracterizar celulosa a partir de fibras de tallo de sorgo mediante tratamientos secuenciales: autohidrólisis, disolventes orgánicos, blanqueamiento e hidrólisis ácida.

La metodología consistió en cuatro etapas: autohidrólisis a 190°C durante 50 min; tratamiento con disolventes orgánicos empleando etanol al 40% y NaOH al 0.1% peso a 180°C durante 20 min; blanqueamiento con NaOH al 1% y H₂O₂ al 1% a 80°C durante 2 h; e hidrólisis ácida con H₂SO₄. Las primeras dos etapas se realizaron en un reactor por lotes de 190 ml. Los rendimientos obtenidos fueron del 61.09%, 85.87% y 61.85%, respectivamente.

Mediante FTIR se confirmó la remoción secuencial y selectiva de hemicelulosa y lignina, evidenciada por la desaparición de las bandas a 739, 1604, 1512 y 1242 cm⁻¹, lo que incrementó las señales características de celulosa en 3330, 1030 y 879 cm⁻¹ [1]. Mediante TGA se evidenció una mejora en la estabilidad térmica tras la autohidrólisis, debido a que se incrementó la temperatura de degradación máxima de 300 a 366 °C, y con los tratamientos subsecuentes se observó una ligera disminución de dicha temperatura, asociada a la reducción del tamaño de la fibra [2]. El análisis de difracción de rayos X confirmó un incremento del índice de cristalinidad del 53.49 al 67.74 %, confirmando el enriquecimiento de dominios cristalinos de la celulosa tipo I [3]. El análisis SEM reveló una desfibrilación progresiva de la materia prima, con reducción de sus dimensiones y remoción de estructuras amorfas. La ruta propuesta permite el enriquecimiento progresivo y controlado de la celulosa a partir de un residuo agroindustrial, con potencial para obtener materiales celulósicos de escala micro y nanométrica para distintas aplicaciones.

Referencias

1. Roziáfanto, A. N., Lazuardi, D. R., Ghazali, M., Sofyan, N., & Chalid, M., "Hydrothermal treatment of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) stalks for enhanced microfibrillated cellulose production", *Materials Research Express*, Vol. 10, No.9, 2023.
2. Doan Trang, T. Y., Thuy, P. T., Dzung, H. T., Huong, T. T., Giap, V. D., & Cuong, V. T., "A comprehensive method for concurrent recovery of cellulose, nanocellulose and lignin from durian peel: a sustainable approach", *Cellulose Chemistry & Technology*, Vol. 58, No. 9-10, p. 937–957, 2024.
3. Velázquez, M. E., Ferreiro, O. B., Menezes, D. B., Corrales-Ureña, Y., Vega-Baudrit, J. R., & Rivaldi, J. D., "Nanocellulose extracted from paraguayan residual agro-industrial biomass: extraction process, physicochemical and morphological characterization", *Sustainability* 2022, Vol. 14, No. 18, p. 1138 – 1153, 2022.



NANOPARTICULAS DE MONOAMINO OXIDASA-A PARA DETECCIÓN DE DOPAMINA
Área: Materiales
Modalidad: Oral

Daniel Salinas Ledezma^{1a}, Alejandra Álvarez López^{3a}, Aaron Rodríguez López^{4b}, Juan de Dios Galindo de la rosa^{2*a}

^aFacultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

^bUniversidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui

Carretera Federal 57, km 31+150, S/N Santa Rosa Jáuregui, 76220 Santiago de Querétaro, Qro.

Juan.Galindo@uaq.mx

Palabras clave: Monoamino oxidasa A, dopamina, nanopartículas de enzima.

Resumen

Las nanopartículas enzimáticas se definen como agregados de moléculas enzimáticas organizadas bajo configuraciones específicas, con tamaños que oscilan entre 1 y 100 nanómetros. El uso de nanopartículas enzimáticas representa una mejora en la actividad enzimática, ya que incrementan el área superficial disponible, así como sus propiedades ópticas, térmicas, de pH, eléctricas y catalíticas, entre otras. Esto se debe a su escala nanométrica, la cual favorece una mayor afinidad en comparación con la enzima en su forma libre. No obstante, su investigación aún se encuentra en desarrollo debido a su potencial en diversas aplicaciones.

La monoamino oxidasa A (MAO-A) es una enzima encargada de la regulación metabólica de la dopamina y otros neurotransmisores. Su actividad implica la desaminación oxidativa de la dopamina, generando productos como aldehídos, amoníaco y peróxido de hidrógeno. Este proyecto radica en la importancia de la dopamina en trastornos neurodegenerativos como el Alzheimer, el Parkinson, la esquizofrenia y la demencia senil. Se han reportado niveles anormales de dopamina en estas enfermedades, por lo que resulta crucial contar con métodos precisos para su determinación.

El objetivo principal es la síntesis y evaluación de nanopartículas de MAO-A para la detección de dopamina. La metodología consiste en la síntesis de nanopartículas de monoamino oxidasa A mediante desolvatación con etanol, seguida de un entrecruzamiento con glutaraldehído y una posterior funcionalización con cisteína. Posteriormente, se realizaron pruebas electroquímicas y colorimétricas a diferentes concentraciones, valores de pH y rangos de temperatura, con el fin de evaluar la actividad enzimática y los rangos de detección. Los resultados obtenidos mostraron que las nanopartículas presentan un límite de detección inferior en comparación con los métodos convencionales, los cuales se encuentran alrededor de 900 a 300 microgramos (μg). Con el uso de nanopartículas, se lograron detectar concentraciones en el rango de nanogramos (100 a 600 nm) en soluciones buffer controladas, mediante la medición del peróxido de hidrógeno generado durante la desaminación oxidativa. Además, se observó una buena estabilidad de las nanopartículas frente a variaciones en el pH y la temperatura.

Referencias y citas bibliográficas

Neelam, Chhillar, A. K., & Rana, J. S. (2019). Enzyme nanoparticles and their biosensing applications: review. Analytical <https://doi.org/10.1016/j.ab.2019.113345>

Pundir, C., & Aggarwal, V. (2017). Amperometric triglyceride bionanosensor based on nanoparticles of lipase, glycerol kinase, glycerol-3-phosphate oxidase. Analytical Biochemistry, 517(1), 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2016.11.013>

Rinne, J. O., Lonnberg, P., & Marjamäki, P. (2000). Age-dependent decline in human brain dopamine and D2 receptors. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2000.08.002>



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

INFLUENCIA DE ÓRGANOS VEGETALES DE *MATRICARIA CHAMOMILLA* EN LA BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Dulce Viviana Calzoncit Aguirre^a, Aidé Sáenz Galindo^a, Francisco José González González^a, Adalí Oliva Castañeda Facio^a.

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

adalí.castaneda@uadec.edu.mx

Palabras clave: nanopartículas, órganos vegetales, biosíntesis.

El presente estudio tiene como propósito analizar la influencia de diferentes órganos vegetales de *Matricaria chamomilla* en la biosíntesis de nanopartículas metálicas, empleando sus extractos como agentes reductores y estabilizadores. Las nanopartículas metálicas (NPM) se han investigado especialmente por sus propiedades antimicrobianas intrínsecas. Estas presentan alta toxicidad frente a diversos microorganismos y baja citotoxicidad en células humana, lo que permite su aplicación en diversas áreas biológicas. Durante la última década, las investigaciones se han enfocado en las NPM sintetizadas mediante biosíntesis empleando extractos vegetales debido a que los metabolitos presentes en las plantas pueden actuar simultáneamente como agentes reductores y estabilizantes. Además, las nanopartículas obtenidas por estas metodologías presentan propiedades antimicrobianas mejoradas y menor citotoxicidad en comparación con aquellas sintetizadas mediante métodos convencionales.

El objetivo central es el comparar la eficiencia de la biosíntesis empleando diferentes partes de *Matricaria chamomilla*, como la raíz, tallo, hoja y flor, siguiendo las mismas condiciones de síntesis.

La metodología consistió en el secado y separación en las diferentes partes de la planta (raíz, hoja, tallo y flor) para su posterior pulverización hasta obtener un polvo fino. Posteriormente, se prepararon extractos acuosos a partir de cada órgano vegetal y para la obtención de las nanopartículas a cada extracto se le adicionó una solución de AgNO₃ 0.1M y las soluciones se mantuvieron en agitación a temperatura ambiente por 24 horas. Los órganos vegetales secos y triturados se analizaron mediante FT-IR y las nanopartículas obtenidas se analizaron mediante DRX.

Mediante FT-IR se demostró la presencia de grupos funcionales similares entre los diferentes órganos vegetales. Por otra parte, los difractogramas revelaron picos característicos correspondientes a plata metálica, observándose una mayor intensidad en las nanopartículas sintetizadas a partir del tallo y menor intensidad en aquellas obtenidas de la flor. Los resultados indican que el órgano vegetal empleado influye significativamente en la eficiencia de biosíntesis de nanopartículas de plata.

Referencias

1. Kaur, Protima Rauwel, Rauwel, "Capítulo 6 – Nanopartículas antimicrobianas: Síntesis, mecanismo de acción", *El Sevier*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821637-8.00008-0>, 2023.



EVALUACIÓN DE *RICINUS COMMUNIS* COMO AGENTE REDUCTOR EN LA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Lessli Aneth Guerrero Dimas^{1a}, Adali Oliva Castañeda Facio^{2a}, Aide Saenz Galindo^{3a}, Abril Fonseca Garcia^{4b}, Ramón Enrique Díaz de León Gómez^{5b}

^aFacultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

^bCentro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México

lessli_guerrero@uadec.edu.mx, adali.castaneda@uadec.edu.mx

Palabras clave: Síntesis, nanopartículas, extracto

Resumen

Se considera que las nanopartículas de plata son nanomateriales con un tamaño inferior a 100 nm. Su relación superficie-volumen les confiere propiedades eléctricas, ópticas y catalíticas únicas, lo que las hace adecuadas para diversas aplicaciones, en el sector energético, la industria alimentaria, la protección del medio ambiente y las terapias biomédicas. Siendo conocidas por sus potentes efectos antimicrobianos contra bacterias, hongos, protozoos y virus [1]. Para su obtención se han desarrollado diversos métodos como es el caso de los biológicos ya que la síntesis se puede realizar a partir de microorganismos, tejidos vegetales, algas marinas y diversos tipos de extractos de plantas.

En el presente trabajo se llevó a cabo la síntesis de nanopartículas de plata empleando el extracto del *Ricinus communis* (*Higuerilla*) con la finalidad de que este actúe como agente reductor estabilizador de las nanopartículas. Para la obtención del extracto de *Ricinus communis* se lavó y cortó en pequeños trozos, llevándolos a la estufa a secar, posteriormente se trituró hasta la obtención de un polvo fino. Las hojas trituradas se colocaron en agua destilada con agitación y calor por 1 hora. Para la elaboración de las nanopartículas de plata, se incorporó el extracto en una solución de AgNO_3 10^{-2}M en agitación a 25 y 50 °C. Las nanopartículas obtenidas fueron analizadas mediante DRX en el cual nos muestra los picos de reflexión característicos de la plata localizados a $2\theta = 38^\circ$, 44° , 64° y 77° , mientras que con DLS se observaron tamaños promedios de 8 a 10 nm este resultado confirma la obtención de las nanopartículas de plata empleando una metodología verde utilizando extracto de *Ricinus communis*, confirmando que es un método simple, eficaz y amigable con el medio ambiente.

Referencias y citas bibliográficas

[1] Gupta, A., Pandey, BC, Verma, J., Tiwari, I., Sahu, AN, Manhas, RK y Kumari, N. (2024). Biosíntesis de nanopartículas de plata a partir del extracto de la flor de *Dillenia indica* y su eficacia como antibacteriano y antioxidante. *Patogénesis Microbiana*, 193, 106779.



**INVESTIGACIÓN TEÓRICA SOBRE LA ADSORCIÓN DE ACETONA Y ETANOL
EN LA MONOCAPA DE BP DOPADA**
Área: Materiales
Modalidad: Oral

Akari Narayama Sosa Camposeco^a, Dolores García Toral^b, Gregorio Hernández Cocoltzi^a

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Física, Ciudad Universitaria, Puebla, México

^bBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química, Ciudad Universitaria, Puebla, México.
asosacamposeco@gmail.com

Palabras clave: DFT; monocapa; acetona, etanol, adsorción.

Resumen

En este trabajo se investigó la adsorción de las moléculas de acetona y etanol, dos de los disolventes más comunes en diversos procesos químicos, utilizando la monocapa de fosforo de boro (BP). Se estudió el comportamiento de adsorción de la monocapa, así como también las estructuras con la incorporación de un átomo dopante (aluminio). La **justificación** de este trabajo se enfoca en los disolventes comunes, los cuales son importante en diversas industrias, como la petroquímica, la farmacéutica, la de pesticidas, etc., y la descarga de estos disolventes en los efluentes industriales puede causar efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana. Para mitigar la contaminación ambiental por disolventes tóxicos, se ha estudiado la capacidad de adsorción de diferentes estructuras, como nanoestructuras a base de carbono y estructuras metal-orgánicas (MOF) [1].

El **objetivo** principal de este trabajo es modelar un material bidimensional que permita adsorber las moléculas de acetona y etanol, calcular sus propiedades electrónicas y mejorar la interacción de la monocapa con estas moléculas. La **metodología** consistió en modelar estructuras bidimensionales por medio de la teoría del funcional de la densidad (DFT), utilizando la aproximación de gradiente generalizado y el funcional PBE, para las interacciones de dispersión de largo alcance, se empleó el método de Grimme-D2.

Los **resultados** mostraron que las monocapa prístinas (sin dopar) muestra interacción débil (fisisorción) con ambas moléculas, sin embargo, el dopaje mejoró la interacción con ambas moléculas, especialmente cuando la sustitución del átomo de Al se realiza en lugar del átomo de B. Además de los cálculos de propiedades electrónicas, se realizaron cálculos de energía de adsorción, función trabajo y tiempo de recuperación de los sistemas con las moléculas. En conclusión, las funciones trabajo y el tiempo de recuperación confirmaron lo que también mostraron los cálculos de propiedades electrónicas, lo que indica que los sistemas estudiados podrían ser útiles como materiales para la adsorción de estas moléculas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Reyhan Omidirad, Khaled Azizi, "Theoretical study of adsorption of ethanol and acetone molecules by perfect and defected h-BN nanosheet", *Superlattices and Microstructures*, Vol. 139, No. 106403, 2020.

Agradecimientos: Agradecemos los recursos computacionales proporcionados por el laboratorio nacional de cómputo de alto rendimiento (LANCAD) y A. N Sosa agradece a SECIHTI por la beca posdoctoral otorgada.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

HIDROGELES DE POLIACRILAMIDA CON NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Rubí Estrada Ramírez^a, Yolanda Torres Salcedo^a, Anabel Romero López^b, Mayte Juárez Meneses^c,
Brenda Sánchez Gaytán^a, Guillermo Soriano Moro^a

^aInstituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^bInstituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^cFacultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México
brendale@correo.buap.mx, jesus.soriano@correo.buap.mx

Palabras clave: Hidrogeles, Poliacrilamida, Nanopartículas metálicas, agentes antitumorales.

Resumen

Los hidrogeles son un tipo de materiales poliméricos que típicamente se obtienen mediante la polimerización de monómeros vinílicos con dos o más grupos vinilo. Dichos materiales se han empleado como soporte para contener diferentes tipos de cargas, tanto orgánicas como inorgánicas, como nanopartículas metálicas. En particular, en la presente contribución se presentan los resultados de la síntesis y caracterización de hidrogeles de acrilamida (AM) y de acrilamida/*N*-dimetilaminopropilmetacrilamida (AM/DMAEMA) que contienen nanopartículas de oro y/o plata. La síntesis optimizada mediante una novedosa fotopolimerización in situ asegura una dispersión de AuNPs de morfología esférica, lo que mejora su estabilidad estructural. Las nanopartículas de oro (AuNPs) confieren actividad antimicrobiana. Este estudio profundiza en las interacciones sinérgicas entre las matrices de Amy DMAEMA y los nanomateriales de oro y de plata. Los nanocompuestos se caracterizaron mediante espectroscopía UV-Vis, espectroscopía infrarroja (FT-IR), microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis termogravimétrico (TGA) y pruebas de hinchamiento. Así como su potencial de aplicación como agentes antimicrobianos.

Referencias y citas bibliográficas

1. N. Baig, I. Kammakam, W. Falath, and I. Kammakam, "Nanomaterials: A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges," *Materials Advances*, vol. 2, no. 6. Royal Society of Chemistry, pp. 1821–1871, Mar. 21, 2021. doi: 10.1039/d0ma00807a.
2. S. Thies, P. Simon, I. Zelenina, L. Mertens, and A. Pich, "In Situ Growth and Size Regulation of Single Gold Nanoparticles in Composite Microgels," *Small*, vol. 14, no. 51, Dec. 2018, doi: 10.1002/smll.201803589.
3. J. H. Kim and T. R. Lee, "Hydrogel-templated growth of large gold nanoparticles: Synthesis of thermally responsive hydrogel-nanoparticle composites," *Langmuir*, vol. 23, no. 12, pp. 6504–6509, Jun. 2007, doi: 10.1021/la0629173.

Agradecimientos: Los autores agradecen a VIEP-BUAP por el financiamiento otorgado a través del proyecto 00364, de igual forma a la SECIHTI por las becas otorgadas a R.E.R y Y.T.S.



DECOLORACIÓN DE AZUL DE METILENO CON TiO_2 y $\text{Fe-PO}_4/\text{TiO}_2$

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Nadia Edith Ramírez Segura, Nadia de Jesús Soriano Mar, Ricardo García Alamilla, María Isabel Arregoitia Quezada, Heriberto Esteban Benito²

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas, México

² *Tecnológico Superior de Naranjos, Naranjos, Veracruz, México
ricardo.ga@cdmadero.tecnm.mx*

Palabras clave: anatasa, rutilo, azul de metileno, ancho de banda, dióxido de titanio

Resumen

El dióxido de titanio (TiO_2) es un semiconductor estudiado en la descomposición fotocatalítica de diversas moléculas orgánicas que impactan la calidad del agua [1]. El ancho de banda del TiO_2 depende de su estructura cristalina, en caso de la fase anatasa es de 3.2 eV, mientras que para la fase rutilo es de 3.0 eV. La fase anatasa es la más activa foto-catalíticamente, pero requiere luz ultravioleta para su activación y mediante la adición de diversos dopantes se puede reducir el ancho de banda abriendo la posibilidad de usar luz visible y solar para degradar moléculas en fase acuosa. Se ha reportado que la adición de Fe hace posible reducir el ancho de banda y actúa como trampa de electrones impidiendo la recombinación de cargas superficiales y mejorando la actividad catalítica [2]. En este trabajo se estudió el efecto del hierro y fósforo sobre el ancho de banda del dióxido de titanio preparado por sol-gel a pH 1, así como su evaluación fotocatalítica en la decoloración de azul de metileno.

Los resultados de reflectancia difusa muestran que la adición del hierro reduce el ancho de banda del dióxido de titanio, al pasar de 2.95 eV en el TiO_2 a 2.60 eV en el $\text{Fe-PO}_4/\text{TiO}_2$ mientras que el fósforo reduce el tamaño de cristalito de 18 nm de TiO_2 puro a 5 nm en PO_4/TiO_2 . La actividad fotocatalítica medida en un sistema de reacción discontinuo con alta recirculación mostró que el TiO_2 puro decoloró la suspensión acuosa de azul de metileno (15 ppm) en un 40% en 240 minutos en presencia de luz UV, el material de $\text{Fe-PO}_4/\text{TiO}_2$ fue más activo que TiO_2 puro decolorando al AM en 61% en presencia de luz UV, mientras que en luz solar la decoloración fue de 68% indicando una fuerte sinergia entre fósforo y hierro.

Referencias bibliográficas

1. Daghrir, R., Drogui, P., Robert, D. Modified TiO_2 for environmental photocatalytic applications: Industrial and Engineering Research, 52, 3581-3599, 2013.
2. Orozco S. L., Bandala E. R., Arancibia-Bulnes C. A., Serrano B., Suárez-Parra R., Hernández-Pérez I. Effect of iron salt on the color removal of water containing the azo-dye reactive blue 69 using photo-assisted $\text{Fe(II)}/\text{H}_2\text{O}_2$ systems. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 198, 144-149, 2008.

SINTESIS DE HIDROGELES BASE ACRILAMIDA

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Karla Emilia Figueroa Albeniz^a, Jesús Guillermo Soriano Moro^b, Valeria Jordana González Coronel^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^bInstituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

valeria.gonzalez@correo.buap.mx

Palabras clave: polímeros anfífilos, polimerización micelar, hidrogeles

Resumen

Los hidrogeles poliméricos son materiales tridimensionales constituidos por redes de polímeros hidrofílicos capaces de absorber y retener grandes cantidades de agua sin disolverse. Esta capacidad se debe a la presencia de grupos funcionales polares en la cadena polimérica y a la existencia de enlaces físicos o químicos que mantienen la integridad estructural del material. La **justificación** radica en que debido a su alto contenido de agua y a su similitud con tejidos biológicos, los hidrogeles han despertado un notable interés en áreas como la biomedicina, la ingeniería de tejidos, la liberación controlada de fármacos, la agricultura y aplicaciones ambientales. El **objetivo** de este trabajo es obtener de hidrogeles a base de acrilamida y estireno mediante polimerización micelar para su posible aplicación en fotocatálisis. **Metodología.** La síntesis se llevó a cabo vía polimerización micelar, empleando diferentes concentraciones de monómero hidrófobo (estireno, Sty) e hidrófilo (acrilamida, AM), como agente tensoactivo se usó dodecil sulfato de sodio (SDS), la temperatura de reacción fue 50 °C, la velocidad de agitación de 100 rpm, y el tiempo de reacción de 7 horas, con flujo de nitrógeno. El copolímero se recuperó por precipitación en metanol y posteriormente se liofilizó. Se hizo además una variación en la síntesis al agregar Bisacrilamida como agente entrecruzante. En los **resultados** se observa a partir de los RMN's de las muestras, que la incorporación del monómero de estireno en cada copolímero es alta, de acuerdo a la alimentación (1, 3, 5%). Se observa a simple vista que las mezclas de reacción de los copolímeros aumentan su viscosidad en función de la concentración de monómero hidrófobo, lo cual era lo esperado. Al hacer las pruebas de solubilidad, en todas las variaciones de concentración de estireno, todos los copolímeros son solubles en agua. En el caso de los copolímeros entrecruzados su viscosidad aumento considerablemente, y por ello se hicieron las pruebas de hinchamiento.

Referencias y citas bibliográficas

4. Yuan, Y., et al. (2025). Hydrogels: Fundamentals, properties, and applications. Progress in Materials Science, 148, 101378.
5. Perumal, S., Atchudan, R., & Lee, W. (2022). A review of polymeric micelles and their applications. Polymers, 14(12).
6. Bastiat, G.; Grassl, B.; François, J. Micellar copolymerization of associative polymers: Study of the effect of acrylamide on sodium dodecyl sulfate-poly(propylene oxide) methacrylate mixed micelles. Journal of Colloid and Interface Science, 289 (2005) 359–370

Agradecimientos: A la VIEP por el financiamiento al proyecto 00759-PV/2026.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SINTESIS DE NANOFERTILIZANTES CuO/SiO₂ POR EL METODO DE MOLIENDA MECANICA Y SU EFECTO EN TOMATE

Área: Materiales

Modalidad: Oral

Vicente Pérez Madrigal^a, Eliezer Elías Santizo Toledo^a, Miguel Ángel Salas Marina^a, Luis Alfredo Rodríguez Larramendi^a, Wel Olvein Cruz Macías, Miguel Ángel Valenzuela Zapata^b, Elim Albiter Escobar^b, Paula Deyanira Orantes Calleja^c

^aUniversidad Autónoma de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Villacorzo, Chiapas, México.

^bInstituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería e Industrias Extractivas, Ciudad de México, México.

^cTecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, División de Ingeniería en Energías Renovables, México.
institucional2, Ciudad, Estado, País

correo autor de contacto: vicente.perez@unicach.mx

Palabras clave: Nanofertilizante, Promotor de crecimiento, agronanotecnología

Resumen

Los nanofertilizantes han surgido como una estrategia prometedora para reducir la dependencia de los fertilizantes convencionales a base de nitrógeno. Sin embargo, su implementación a gran escala sigue estando limitada por la diversidad de métodos de síntesis y la falta de estandarización en su producción [1,2]. En este estudio, se sintetizaron nanofertilizantes basados en SiO₂ y nanocompuestos CuO/SiO₂ mediante molienda mecánica, empleando diferentes concentraciones de CuO (1, 3, 5 y 10 % en peso). Los materiales obtenidos fueron caracterizados estructural y molecularmente mediante difracción de rayos X (XRD) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR), confirmando la formación de las fases esperadas y la dispersión homogénea del CuO dentro de la matriz de sílice.

El diseño experimental consistió en la aplicación de seis tratamientos a plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*), con veinte réplicas por tratamiento. Se evaluaron parámetros fisiológicos y moleculares para determinar la respuesta de las plantas. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA, estableciendo significancia en $p < 0.05$. Los resultados demuestran que las formulaciones con 3 % y 5 % de CuO mejoran significativamente el rendimiento del fruto y el vigor de las plantas, lo que indica una interacción óptima entre la matriz de SiO₂ y el contenido de CuO. Estos hallazgos resaltan el potencial de los nanofertilizantes CuO/SiO₂ como una alternativa eficiente y controlada para mejorar la productividad agrícola.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. López-Vargas, E.R.; Ortega-Ortiz, H.; Cadenas-Pliego, G.; De Alba Romenus, K.; Cabrera de la Fuente, M.; Benavides-Mendoza, A.; Juárez-Maldonado, A. Foliar Application of Copper Nanoparticles Increases the Fruit Quality and the Content of Bioactive Compounds in Tomatoes. *Appl. Sci.* 2018, 8, 1020. <https://doi.org/10.3390/>
2. Pérez-Labrada, F.; López-Vargas, E.R.; Ortega-Ortiz, H.; Cadenas-Pliego, G.; Benavides-Mendoza, A.; Juárez-Maldonado, A. Responses of Tomato Plants under Saline Stress to Foliar Application of Copper Nanoparticles. *Plants* **2019**, 8, 151. <https://doi.org/10.3390/plants8060151>



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

INFLUENCIA DEL SUPERPLASTIFICANTE PCE EN LA REDUCCIÓN DE AGUA Y TIEMPOS DE FRAGUADO DE CEMENTOS DE SULFOALUMINATO DE CALCIO Y DESECHO DE MÁRMOL

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Ángel David Villa Flores^a, Gabriela Elizabeth Hernández Moreno^a, Marisol Gallardo Heredia^a, Elia Martha Muzquis Ramos^a,
Ulises Avila López^b, Ricardo X. Magallanes Rivera^b.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México

^bUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería, Saltillo, Coahuila, México

Correo autor de Marisol.gallardo@uadec.edu.mx

Palabras clave: Sulfoaluminato de calcio, desecho de mármol, superplastificante PCE, reducción de agua, fluidez.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito analizar la influencia del superplastificante tipo policarboxilato (PCE) en la reducción de agua y en los tiempos de fraguado de sistemas cementantes elaborados con cemento de sulfoaluminato de calcio (SAC) y desecho de mármol (DM), este último, en Coahuila genera impactos ambientales asociados a la disposición inadecuada de polvos y fragmentos pétreos, afectando la calidad del suelo y del aire en zonas de extracción y procesamiento. Este trabajo busca optimizar las propiedades en estado fresco e incorporar residuos minerales en matrices cementantes para disminuir el consumo de materias primas convencionales y aprovechar subproductos industriales. La metodología consistió en la caracterización de las materias primas y en la preparación de mezclas con diferentes contenidos de PCE de 0.5%, 1% y 1.5%. Los materiales fueron analizados mediante Difracción de Rayos X (DRX), identificándose como fases principales la ye' élemita, hemihidrato de calcio, belita y anhidrita en el SAC, y calcita en el DM. Además, se realizó un análisis por Dispersión Dinámica de Luz (DLS), observándose que el 90 % de las partículas presentaron tamaños menores a 26.6 μm . Posteriormente, se diseñaron mezclas variando el contenido de PCE, al igual que el porcentaje de sustitución de DM (15% y 25%) y manteniendo constante la relación agregados/ligante. Se evaluó la trabajabilidad y la reducción de agua necesaria para alcanzar una consistencia similar entre sistemas, así como los tiempos de fraguado mediante el aparato de Vicat. Los resultados mostraron que las mezclas con SAC presentaron una fluidez inicial de $\sim 15\%$; sin embargo, al incorporar PCE y reducir el contenido de agua en 15 %, la fluidez aumentó hasta $\sim 117\%$. En las mezclas con DM se obtuvo una fluidez de $\sim 36\%$, mientras que con PCE fue posible reducir hasta 20 % del agua y alcanzar una fluidez de $\sim 123\%$. El DM aceleró ligeramente la hidratación al actuar como material de relleno, mientras que el PCE mejoró la fluidez y redujo el contenido de agua, aunque tendió a retardar el fraguado. En conjunto, los sistemas SAC–DM–PCE presentaron tiempos de fraguado intermedios y buena trabajabilidad.

Referencias y citas bibliográficas

Benjeddou, O., Alyousef, R., Mohammadhosseini, H., Soussi, C., Khadimallah, M. A., Alabduljabbar, H., & Tahir, M. M. (2020). Utilisation of waste marble powder as low-cost cementing materials in the production of mortar. *Journal of Building Engineering*, 32, 101642.



ELABORACION DE BIOPELICULA A BASE DE PECTINA DE CASCARA DE NARANJO AGRIO (CITRUS AURANTIUM)

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Christian Servando Castillo Reyna¹, Grecia Jaqueline Martínez Echavarría¹, Katherine Karina Corona Reyes¹,
Yadira Karina Reyes Acosta^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, Mexico

Correo autor: ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: Biopelículas, pectina, citrus aurantium, residuos agroindustriales, empaques biodegradables

Resumen:

El uso de empaques plásticos provenientes del petróleo en México representa un problema ambiental importante. Estos materiales son muy utilizados por su bajo costo, resistencia y un solo uso. Sin embargo, su principal desventaja es el tiempo en degradarse, pudiendo permanecer en el ambiente durante cientos de años [1]. A esto se suma el bajo reciclaje y que la gestión de residuos no siempre es adecuada, lo que agrava la acumulación de plásticos [2]. Por ello la **justificación** es buscar alternativas más sostenibles como los bioempaques a base de almidón, quitosano y pectina, entre otros. La pectina se obtiene principalmente de fuentes naturales como la cascara de cítricos[3]. Uno de los cítricos más utilizados es la naranja dulce (*Citrus Sinensis*) [4]. Sin embargo, existen otros cítricos poco trabajados como naranja agria (*Citrus aurantium*), la cual no se consume de manera habitual y se desecha. Esta, contiene compuestos como la pectina, que pueden ser útiles para la elaboración de biopelículas[3]. De esta manera, su uso no solo representa una alternativa viable, sino que también permite aprovechar un recurso poco utilizado, contribuyendo así a la reducción de residuos y al desarrollo de materiales más sostenibles

El **objetivo** de este estudio fue desarrollar y caracterizar biopelículas a partir de pectina extraída de cáscara de *Citrus aurantium*, evaluando sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas para su potencial aplicación como material de empaque biodegradable.[5]

La **metodología** consistió en la extracción pectina mediante hidrólisis ácida controlada (PH 1.5-2, 80-90 °C). Posteriormente, para la formulación de las biopelículas se varió la concentración del glicerol (4, 5, 6%). Se obtuvieron por el método de casting. Se evaluaron propiedades estructurales (FTIR), térmicas (TGA), ópticas (colorimetría), mecánicas (elongación, resistencia y flexibilidad) y físicas (espesor).

Los **resultados** de las biopelículas con buena integridad estructural mostraron comportamiento flexible y resistencia mecánica comparable a otras películas de pectina reportadas[6]. Para incrementar estas propiedades se proyecta usar la tecnología del plasma frío. El aprovechamiento de cáscara de *Citrus aurantium* representa una alternativa sostenible para la producción de materiales biodegradables, contribuyendo a la valorización de residuos agroindustriales y a la reducción del uso de plásticos convencionales.

Referencias

- [1] R. Geyer, J. R. Jambeck, and K. L. Law, "Production, use, and fate of all plastics ever made," *Sci. Adv.*, vol. 3, no. 7, Jul. 2017, doi: 10.1126/sciadv.1700782.
- [2] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS," Ciudad de México, May 2020.
- [3] F. R. Marín, C. Soler-Rivas, O. Benavente-García, J. Castillo, and J. A. Pérez-Alvarez, "By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres," *Food Chem.*, vol. 100, no. 2, pp. 736–741, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.foodchem.2005.04.040.
- [4] S. Gaaloul, S. L. Turgeon, and M. Corredig, "Influence of shearing on the physical characteristics and rheological behaviour of an aqueous whey protein isolate-kappa-carrageenan mixture," *Food Hydrocoll.*, vol. 23, no. 5, pp. 1243–1252, Jul. 2009, doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.09.011.
- [5] F. Hernández Madrigal, R. O. Saavedra Díaz, and R. Hernández Córdova, "Pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la obtención de bioplástico: efectos sinérgicos con el alginato," *JOURNAL OF BASIC SCIENCES*, vol. 10, no. 28, pp. 1–9, Aug. 2024, doi: 10.19136/jobs.a10n28.6363.
- [6] M. M. Ramos-Alvarado *et al.*, "Biofilms based on pectin from orange peel (*Citrus sinensis*): Physical, chemical and structural characterization," *Agroindustrial Science*, vol. 10, no. 3, pp. 273–278, Dec. 2020, doi: 10.17268/agroind.sci.2020.03.08.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EFFECTO DEL AGUA ACTIVADA CON PLASMA EN LA FORMACION Y PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DE HIDROGELES DE ALGINATO

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Grecia Jaqueline Martinez Echavarria ^{1a}, Katherine Karina Corona Reyes ^{2a}, María Cristina Ibarra Alonso ^{3b}, Francisco Tadeo Corpus Daniel ^{3a}, Yadira Karina Reyes Acosta ^{4a*}

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Mexico

ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: Agua activada con plasma, hidrogel, cicatrización, skincare, hinchamiento.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto del agua activada con plasma (PAW) en la formulación y propiedades fisicoquímicas de hidrogeles de alginato. La **justificación** de este trabajo radica en la creciente necesidad de desarrollar materiales más sostenibles, biocompatibles y con capacidad antimicrobiana, debido a que muchos productos convencionales de skincare contienen compuestos (nanopartículas de oro (Au), silica (microagujas), acrilamida (monómero toxico), PEG (polietilenglicol), fragancias sintéticas) estas pueden generar efectos adversos como toxicidad o de impacto ambiental; por tal motivo una alternativa verde seria el PAW que favorece procesos de cicatrización mediante la regulación de la respuesta inflamatoria y estimulación de la proliferación celular (Wang et al., 2021) además de presentar una alta capacidad antimicrobiana debido a la generación de ROS/RNS (Mukherjee et al., 2025). El **objetivo** es estudiar el efecto del PAW en diferentes etapas de síntesis sobre la formulación de hidrogeles de alginato reticulado con cloruro de calcio y evaluar su comportamiento estructural y potencial funcional. La **metodología** consistió en generar el PAW bajo las condiciones (400-1000 Hz y 300-1200 s) con alginato de sodio y CaCl₂ seguidas de un proceso de gelificación iónica mediante goteo controlado para la formación de hidrogeles. Se analizo el hinchamiento, adhesión y propiedades fisicoquímicas (pH, ORP, temperatura, SALT ppm, TDS, EC, S.G.). Los **resultados** respecto al PAW el cual el pH se mantiene neutro entre 7.22 – 7.86, la temperatura incremento 4 °C para frecuencia y tiempos altos, con respecto al TDS y EC se reportó una ligera disminución del 5 y 4 % a las tratadas con plasma, S.G. los valores se mantuvieron, a diferencia del ORP que reporto un incremento del 66 y 43 % para frecuencia y tiempos altos respectivamente, asociado a mayor generación de especies reactivas. En **conclusión**, el uso del PAW en los hidrogeles mantiene las propiedades fisicoquímicas destacando el incremento del ORP y la disminución de la conductividad, el pH se mantuvo neutro para los hidrogeles lo que indica que la formación de especies reactivas.

Referencias y citas bibliográficas

Mukherjee, D., Ghosh, P., Rajmani, R. S., Verma, K., Gowda, A., Birua, A., Rao, L., & Chakravorty, D. (2025). *Plasma-activated water hydrogel enables effective clearance of wound-associated microbial infections*.
<https://doi.org/10.1101/2025.11.10.687761>

Wang, S., Xu, D., Qi, M., Li, B., Peng, S., Li, Q., Zhang, H., & Liu, D. (2021). Plasma-Activated Water Promotes Wound Healing by Regulating Inflammatory Responses. *Biophysica*, 1(3), 297–310. <https://doi.org/10.3390/biophysica1030022>



**DEL ALMIDÓN A BIOPOLÍMERO: UN NUEVO CICLO PARA LOS RECURSOS
NATURALES**
Área: Materiales
Modalidad: Póster

Ing. Cecilia De la cruz Osorio 1^a, Dr. David Guerrero Zarate 2^a, M. C. Saraí Alejandro Hernández 3^a,

^a Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica
Multidisciplinaria del Jalpa de Méndez, Jalpa de Méndez, Tabasco, México,
cecy92osorio@gmail.com

Palabras clave: almidón, biopolímero, natural, renovable, sustentable.

Resumen

En la actualidad los polímeros sintéticos se encuentran en mayor producción y muchas veces su proceso de elaboración genera contaminación del aire debido a los gases que desprende. Desde su descubrimiento ha sido considerada de gran importancia, principalmente por la industria alimentaria porque genera una opción indispensable para el empaque de productos en carnes frías, botanas, bebidas, botellas para líquidos por mencionar algunos. Lamentablemente en la mayoría de los casos son materiales de un solo uso, desencadenando su destino final en la basura y con ello su acumulación de forma desmedida porque su tiempo de degradación es lento, aproximadamente de entre 100 a 1000 años. Ante esta situación se ha buscado alternativas sustentables como la creación de biopolímeros que son polímeros naturales creados para reducir el uso de polímeros sintéticos y que a su vez permitan imitar la funcionalidad de estos. En este trabajo nos centraremos en observar la síntesis de un biopolímero, creado a partir de la extracción de un compuesto principal empleado en la mayoría de los procesos sustentables, el uso de almidón de origen vegetal, el proceso de fabricación que es muy sencillo de llevar a cabo y la finalización de biopolímeros elaborados con almidón nativo como materia prima, que han sido extraídos de la yuca, papa y malanga, el cuál consistió en la preparación de suspensiones almidonosas en proporciones controladas a las cuáles se les incorporó un plastificante común (glicerol) para mejorar su estructura granular y mejorar su flexibilidad. La mezcla se sometió a calentamiento y agitación constante para lograr la gelatinización del almidón, rompiendo su estructura granular y formando una solución continua. Cada biopolímero será presentado, se observará la forma, dureza que presenta cada probeta realizada, sometidas al mismo proceso de elaboración, con la cual se explicará la importancia que tiene el uso de biopolímeros en la actualidad, brindando una segunda oportunidad a materia orgánica clasificada como residuos en agroindustrias, inclusive en zonas aledañas dedicadas al cultivo que en su mayoría presentan altos índices de desperdicio.

Referencias y citas bibliográficas

1. García, J. C. G., Ponce, S. C. G., Jara, A. H., & Astudillo, L. J. P. (2020). Extracción de almidón de malanga blanca, una alternativa socioambiental para la producción de bases poliméricas biodegradables. Vers Demain (Ed. Française), 3(3), 6-26. <https://doi.org/10.33262/concienciadigitale.v3i3.1263>
2. N Valverde, M., & Valverde, M. (2022, 6 abril). ¿Qué son los biopolímeros y para qué se utilizan en la industria? ZS España. <https://www.zschimmerschwarz.es/noticias/que-son-losbiopolimeros/>
3. Martínez-Estrada, L. G., Gomez-Guzman, O., Flores-Hernandez, C. G., Martínez-Hernández, A. L., & Saucedo-Rivalcoba, V. (2025). Biopolímeros como empaques alternativos de alimentos. Una revisión. Tendencias En Energías Renovables y Sustentabilidad, 4(1), 7–11. <https://doi.org/10.56845/TERYS.V4I1.395>



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

PROPIEDADES TERMOFÍSICAS EN MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS REFORZADOS CON NANOPARTÍCULAS CONDUCTORAS: AVANCES, MECANISMOS Y APLICACIONES

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Luis Manuel Ramírez Franco^a, Víctor Javier Cruz Delgado^b, Tirso Emmanuel Flores Guía^a, Luz Paola Martínez Castillo^a, María L. García Salazar^b, Jesús F. Lara Sánchez^b, Janett A. Valdez Garza^b, Lucía Fabiola Cano Salazar^{a*}

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

^bCentro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México

* lucia.cano@uadec.edu.mx

Palabras clave: Materiales compuestos poliméricos, nanopartículas conductoras, conductividad térmica, nanocompuestos, gestión térmica.

Resumen

Los materiales compuestos basados en polímeros reforzados con nanopartículas conductoras han emergido como una estrategia prometedora para superar las limitaciones intrínsecas de los polímeros convencionales, particularmente su baja conductividad térmica. Generalmente, los polímeros presentan valores de conductividad térmica en el rango de 0.1 a 0.5 W·m⁻¹·K⁻¹, debido a su estructura molecular desordenada, débiles interacciones intermoleculares y a los mecanismos de dispersión de fonones, lo que restringe la transferencia eficiente de calor. En este contexto, la incorporación de rellenos conductores a escala nanométrica ha demostrado ser una alternativa efectiva para mejorar las propiedades termofísicas sin comprometer ventajas como la baja densidad, facilidad de procesamiento y bajo costo de las matrices poliméricas [1]. El presente trabajo ofrece un análisis integral de materiales compuestos poliméricos reforzados con nanopartículas conductoras, incluyendo nanomateriales basados en carbono (grafeno, nanoplaquetas de grafeno y nanotubos de carbono), nanopartículas metálicas (Ag, Cu, Al) y nanorrellenos cerámicos (SiC, Al₂O₃, nitruro de boro) [2]. Se examina su influencia en propiedades como la conductividad térmica, difusividad térmica, capacidad calorífica específica y estabilidad térmica. Se pone especial énfasis en los mecanismos de transporte de calor en estos sistemas, particularmente en la formación de redes conductoras, la resistencia térmica interfacial y el fenómeno de umbral de percolación. Asimismo, se analiza el impacto de los métodos de síntesis y procesamiento, tales como la polimerización in situ, el mezclado en solución y el mezclado en fundido, en la dispersión de las nanopartículas y en las interacciones interfaciales, factores determinantes en el desempeño final de los materiales. También se abordan los principales retos asociados, como la aglomeración de nanopartículas, la escalabilidad de los procesos y los costos de producción [3,4]. Los resultados destacan que la interacción sinérgica entre la matriz polimérica y los nanorrellenos conductores permite mejoras significativas en las propiedades de conducción térmica, posicionando a estos materiales como candidatos clave para aplicaciones avanzadas en gestión térmica de dispositivos electrónicos, sistemas de almacenamiento de energía, industria aeroespacial y sistemas de disipación de calor. Finalmente, se discuten las perspectivas futuras, enfatizando la necesidad de optimizar estrategias de dispersión y desarrollar compuestos multifuncionales con propiedades a la medida.

Referencias y citas bibliográficas

1. Jasme, S.; Omar, G.; Othaman, S.S.C.; Masripan, N.A.; A. Hamid, H. Interface Thermal Resistance and Thermal Conductivity of Polymer Composites at Different Types, Shapes, and Sizes of Fillers: A Review. *Polym. Compos.* 2021, 42, 2629–2652.
2. Musa, A.A.; Bello, A.; Adams, S.M.; Onwualu, A.P.; Anye, V.C.; Bello, K.A.; Obianyo, I.I. Nano-Enhanced Polymer Composite Materials: A Review of Current Advancements and Challenges. *Polymers (Basel)*. 2025, 17, doi:10.3390/polym17070893.
3. Abdelmoneim, H.M.; Taha, T.H.; Alhudhaibi, A.M.; Afifi, F.M.; Faqihi, A.A.; Alsalamah, S.A.; Bendif, H. Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Polymeric Nanofiber Composites: Fabrications, Mechanisms, and Applications. *Polymers (Basel)*. 2025, 17.
4. Alshaikh, M.M.; Abdussalam-Mohammed, W.; Bhattarai, A. Review of Thermal Conductivity of Gold Nanoparticle Composites. *Nanotechnol. Rev.* 2026, 15, doi:10.1515/ntrev-2025-0258.

Agradecimientos: LMRF agradece a la SECIHTI por la beca de posgrado 2202854. Esta investigación es financiada por SECIHTI a través de los proyectos CBF-2025-I-4203 y MADTEC-2025-M-499, y por la UAdeC mediante el proyecto DIP-UADEC-C01-2025-40.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

**EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS EN PASTAS DE CEMENTO DE
SULFOALUMINATO DE CALCIO Y DESECHOS DE MÁRMOL SOMETIDOS A ATAQUE
QUÍMICO**
Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Carlos Rodolfo González Pérez^a, Marisol Gallardo Heredia^a, Myriam Itzel Martínez Gutiérrez^a, Marco Antonio García Lobato^a,
Yadira G. Maldonado^b, Armando López Miranda^b.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México.

^bCentro Nacional de Metrología CENAM, El Marqués, Querétaro, México.

correo autor de marisol.gallardo@uadec.edu.mx

Palabras clave: Desechos de Mármol, ataque químico, sulfoaluminato de calcio, resistencia a la compresión.

Resumen

En este trabajo se estudió la estabilidad química y mecánica de sistemas preparados con desechos de mármol (DM), y cemento de sulfoaluminato de calcio (SAC) inmersos en una solución agresiva de MgSO_4 . El DM, genera problemas ambientales en Coahuila debido a la acumulación de polvos y desechos que afectan el suelo y la calidad del aire. No obstante, es rico en CaCO_3 potenciándose como materia prima en materiales de construcción, y a la par, mitigar impactos ambientales por explotación de recursos naturales y acumulación industrial. Los materiales se caracterizaron por DRX y DLS. Se prepararon dos sistemas en pastas, un sistema sin mármol (100% SAC) y un segundo sistema con 15 % e.p. de DM ambos con una relación ligante/agua de 0.44. Se prepararon cubos de 1 pulg³ y curados a 23 días en seco, posteriormente se colocaron en soluciones de agua potable, y de MgSO_4 de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma ASTM C1012. Se evaluó la resistencia a los 23 días de curado en seco y de 1-21 días de inmersión. Se monitoreó el pH en cada intervalo para evaluar interacciones químicas generadas por migración iónica del sólido a la solución. Los resultados de DRX indicaron la presencia de CaCO_3 como fase mayoritaria en el DM, mientras que en el SAC fueron el sulfoaluminato de calcio, belita y anhidrita. El análisis por DLS mostró que el 90 % de las partículas presentaron tamaños menores a 26.6 μm en ambos materiales. El sistema con 15 % de DM inició con 22 MPa a los 23 días de curado en seco y desarrolló 11 y 17 MPa por inmersión en agua potable y en ataque químico respectivamente a los 21 días de inmersión. Los resultados de pH al primer día de inmersión mostraron un rango de 5.48 a 6.32, por otro lado, a los 21 días de inmersión, hubo un incremento del pH de entre 8.49 a 8.96, esto debido la degradación del material, aunque visualmente no se presentaron desmoronamientos, grietas ni deformaciones en ninguno de los cuatro sistemas durante el periodo evaluado.

Referencias y citas bibliográficas

M. Singh, K. Choudhary, A. Srivastava, K. Singh Sangwan y D. Bhunia, "A study on environmental and economic impacts of using waste marble powder in concrete", Journal of Building Engineering, Vol. 13, p. 87-95, 2017.

V. Corinaldesi, G. Moriconi y T. R. Naik, "Characterization of marble powder for its use in mortar and concrete", Construction and Building Materials, Vol. 24, No. 1, p. 113-117, 201



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

PERSPECTIVAS DE LOS ÓXIDOS MIXTOS NANOESTRUCTURADOS COMO CATALIZADORES SOSTENIBLES EN LA REACCIÓN WATER GAS SHIFT PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA DE H₂
Área: Materiales
Modalidad: Cartel

María Fernanda Díaz-Mendoza^a, Andrea Escalante-Contreras^a, Juan Alejandro Jiménez-López^a, M. Acosta-Alejandro^b, J.U. Reyes-López^a, M.C. Ortiz-Domínguez^a, Zaritma Y. Montejo García^a, M.A. Guzmán-Cruz^a

^aUniversidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Jalpa de Méndez, Tabasco, México.

^bUniversidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Cunduacán, Tabasco, México.

mario.guzmán@ujat.mx

Palabras clave: Water-Gas Shift (WGS), óxidos mixtos, nanoestructuras, catálisis, morfología.

Resumen

La creciente demanda de energías limpias ha impulsado el desarrollo de tecnologías sostenibles para la producción de hidrógeno (H₂), considerado un vector energético estratégico por su alta densidad energética y bajo impacto ambiental. En este contexto, la reacción Water Gas Shift (WGS) constituye una etapa clave para la obtención de H₂ de alta pureza al disminuir la concentración de monóxido de carbono (CO) presente en el gas de síntesis. Sin embargo, los catalizadores industriales convencionales, basados en sistemas Fe-Cr y Cu-Zn-Al, presentan limitaciones asociadas con la toxicidad del cromo, la susceptibilidad a la sinterización y restricciones en actividad catalítica y estabilidad térmica.

Este trabajo analiza los avances recientes en el empleo de óxidos mixtos nanoestructurados como catalizadores sostenibles para la reacción WGS, con énfasis en la influencia de la nanomorfología, las propiedades redox y la interacción metal-soporte sobre el desempeño catalítico. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica sistemática de artículos publicados entre 2015 y 2025 en revistas especializadas de alto impacto en catálisis, nanomateriales y tecnologías de producción de hidrógeno. El análisis comparativo incluyó estudios experimentales y teóricos sobre sistemas basados en CeO₂, GDC (por sus siglas en inglés, Gadolinia-Doped Ceria), Ce-Mn y materiales promovidos con Pt, Ni y Cu, considerando parámetros de actividad, estabilidad, selectividad y generación de vacancias de oxígeno.

Los resultados muestran que los óxidos mixtos nanoestructurados superan significativamente a los catalizadores bulk tradicionales. En particular, sistemas Pt/CeO₂ y Pt/GDC con morfología tipo nanobarras exhiben actividades catalíticas hasta cinco veces superiores, atribuibles al incremento del área superficial, la mejora en la reducibilidad del soporte y la formación de sitios activos interfaciales Pt⁰-O_v-Ce³⁺. Asimismo, la elevada movilidad y capacidad de almacenamiento de oxígeno favorecen mecanismos redox más eficientes y una mayor estabilidad operativa. Estos hallazgos posicionan a los óxidos mixtos nanoestructurados como alternativas prometedoras para optimizar la producción sostenible de H₂ mediante la reacción WGS.

Referencias y citas bibliográficas

1. Androulakis, A.; Nikolaraki, E.; Drosou, C.; Papazisi, K. M.; Balomenou, S.; Tsiplakides, D.; et al., "Water-Gas Shift over Pt Nanoparticles Dispersed on CeO₂ and Gadolinium-Doped Ceria (GDC) Supports with Specific Nano-Configurations", *Nanomaterials*, Vol. 14, No. 23, p. 1928, 2024.
2. Patel, R.; Varatharajan, P.; Zhang, Q.; Li, Z.; Gu, S., "Catalysts in the Water-Gas Shift Reaction: A Comparative Review of Industrial and Academic Contributions", *Carbon Capture Science & Technology*, Vol. 15, p. 100388, 2025.



Sistema polimérico para encapsulamiento de curcina proveniente de *Jatropha Curcas* L., de liberación sostenida y sensible a pH.

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Enedina Flores Tlilayatzil^a, Shirley Carro Sánchez^{2b}, Lidia Patricia Jaramillo Quintero^c

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México

20254834@uatx.mx

Palabras clave: enzima, encapsulado, curcina.

Resumen

El presente estudio tiene como propósito desarrollar una matriz polimérica que permita conservar la actividad proteica, a diferentes condiciones de pH y temperatura. La **justificación** de esta investigación radica en el aprovechamiento de la curcina que es una proteína proveniente de la planta de *Jatropha Curcas* L., una planta nativa de México, la cual ha sido poco aprovechada, su aplicación consiste en la obtención de biocombustible a partir de la extracción de su aceite y el bagazo resultante sirve como alimento para ganado, siempre y cuando se asegure la eliminación de las toxinas, como la curcina que es una proteína inactivadora de ribosomas (RIP). Las proteínas de inactivación ribosómica (RIP) son enzimas vegetales con gran capacidad como agentes anticancerígenos mediante la inactivación de los ribosomas [1,2]. El **objetivo** es desarrollar un sistema polimérico para el encapsulado de curcina que permita una liberación sostenida en condiciones tumorales. Se busca una **metodología** que no sea agresiva para la proteína dado que no es posible someterla a temperatura o procesos físicos extremos, buscando una metodología se propone la generación de nanocapsulas cargadas de curcina-alginato de sodio por pulverización con aerógrafo y recubiertas con quitosano, la pulverización con aerógrafo genera nanocápsulas a partir de equipos de fácil acceso, lo que resulta en una alternativa accesible para contextos con recursos limitados [3,4,5]. Hasta el momento los **resultados** obtenidos con extracto de *Jatropha Curcas* L., muestran que una concentración por debajo del 1% de alginato de sodio es viable para pulverizar sin obstruir la boquilla del aerógrafo, usando una presión de 30 psi, con un ángulo de 70° sobre la horizontal, a una distancia entre 15-20 cm de distancia genera esferas de un tamaño entre 100 nm–1500 nm, al utilizar el extracto de la *Jatropha*, probablemente se estén formando complejos proteína- polisacárido, mientras se lleva a cabo la purificación de la proteína, se está trabajando con el extracto para identificar las condiciones de trabajo de la pulverización con aerógrafo, en los próximos experimentos se espera identificar el comportamiento de liberación de las esferas de alginato-extracto al someterlas a diferentes condiciones de pH.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Miranda Amalia, Ismail Hilda, Mertien Ronny, "Double-Coated Nanoparticle of Ribosome Inactivating Protein (RIP) from *Mirabilis jalapa* L. prepared from Chitosan-Sodium Tripolyphosphate and Alginate-Calcium Chloride: The New Strategy for Protein Drug in Oral Delivery", *BIO Web of Conferences*, 75, 04001, 2023.
2. Mohamed M. Sheikh, Veeranarayanan Srivani, Baliyan Ankur, "Structurally Distinct Hybrid Polymer/Lipid Nanoconstructs Harboring a Type-I Ribotoxinas Cellular Imaging and Glioblastoma-Directed Therapeutic Vectors", *Macromolecular Journals*, 14, 12, 1696, 2014
3. Barrita, Canseco, Velásquez, "Characterization of Nanocapsules of Sodium Alginate and Moringa oleifera Extract by AFM as a Therapeutic Alternative", *Material Proceedings*, 28, No. 2, 2025.
4. Islam Rahul, Wroblewski Charles, "Upcycling of industrial pea starch by rapid spray nanoprecipitation to develop plant-derived oil encapsulated starch nanoparticles for potential agricultural applications" *Carbohydrate Polymers*, 346, 2024, 12618, 2024.
5. Diaz Nora, Ramos Gabriela, Cueto Cristina, "Encapsulation of *Lactiplantibacillus plantarum* Using Lactoferrin and Alginate: Layer-by-Layer Coating and Dual Coating Air Brush Approaches for Enhanced Stability", 6, 27, 2025.

Agradecimientos: A la secretaria de ciencia, tecnología y humanidades por el apoyo económico para la realización de este proyecto.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

INFLUENCIA DEL PATRÓN DE RELLENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROBETAS IMPRESAS EN 3D MEDIANTE TECNOLOGÍA FDM

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Keila Geraldine Corona Reyes^{1a}, Elisa Sofia Salas Muñoz^{2a}, Katherine Karina Corona Reyes^{3a}, Daniela Esthefanie Rivera García^{4a}, Jose Alberto Nuncio Esquivel^{5a}, Yadira Karina Reyes Acosta^{6a}

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, Mexico
ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: Impresión 3D, FDM, PLA, patrón de relleno, propiedades mecánica

Resumen

La manufactura aditiva mediante modelado por deposición fundida (FDM) ha adquirido gran relevancia en aplicaciones industriales debido a su capacidad para fabricar piezas geométricas y propiedades ajustables. La **justificación** de este estudio radica en la necesidad de comprender cómo la arquitectura interna generada por diferentes patrones de relleno influye en el comportamiento mecánico de piezas impresas en 3D [1, 2], ya que variables como la orientación y geometría del relleno pueden modificar la distribución de esfuerzos, la absorción de energía y la resistencia estructural final. **Objetivo** evaluar el efecto de los patrones de relleno triángulo y líneas sobre las propiedades mecánicas de probetas impresas en 3D mediante tecnología FDM.

La **metodología** consistió en el diseño de probetas normalizadas en SolidWorks®, las cuales fueron exportadas en formato STL e impresas en 3D en equipos Finder, Robo 3D y Prusa i3. Las probetas se fabricaron utilizando ácido poliláctico (PLA) con una densidad de relleno de 15%, altura de capa de 0.2 mm, temperatura de extrusión de 220 °C y boquilla de 0.4 mm. La **caracterización** mecánica incluyó ensayos de tensión y elongación (ASTM D638), así como pruebas de impacto Charpy (ISO 179). Adicionalmente, se registraron dimensiones, peso, tiempo y consumo de material para evaluar la estabilidad del proceso de impresión.

Los resultados mostraron que el patrón triangular presentó mayores valores de tensión de cedencia y resistencia al impacto en las tres impresoras evaluadas, alcanzando valores máximos cercanos a 39.3 MPa y 2.15 kJ/m², respectivamente. Por otro lado, el patrón líneas presentó mayores porcentajes de elongación, alcanzando valores de hasta 8.8%, indicando un comportamiento más dúctil. Asimismo, la impresora Finder presentó el mejor desempeño mecánico general, asociado probablemente a una mejor adhesión interlaminar y menor presencia de vacíos internos.

Se **concluye** que el patrón de relleno influye significativamente en las propiedades mecánicas de piezas fabricadas mediante FDM, observándose que el patrón triangular favorece la resistencia estructural y al impacto, mientras que el patrón líneas incrementa la capacidad de deformación del material.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Chacón JM, Caminero MA, García-Plaza E, Núñez PJ. Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties. *Materials & Design*. 2017.
2. Serrano-Cinchilla L, Bustamante-Gómez L, Villarraga-Ossa J. Influencia de la densidad y de los parámetros de relleno en las propiedades mecánicas compresivas de probetas fabricadas en manufactura aditiva de PLA. *Rev UIS Ingenierías*. 2022.



MODIFICACIÓN DE GOMA XANTANA CON 4-CLOROANILINA PARA OTORGARLE PROPIEDADES ANTIBACTERIALES

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Esthefanny Berenice Santiago Robles^a, Sonia Yesenia Silva Belmares^a, Alejandro Zugasti Cruz^a, Julio César Montañez Saenz^a, Aguilar^a, Francisco Javier Enriquez Medrano^b, Ernesto Oyervides Muñoz^a
^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México
^bCentro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México
Correo de autor de contacto: ernesto.oyervides@uadec.edu.mx

Palabras clave: Goma Xantana, Cloroanilina, Carbohidrato, Antibacterial, Biocompatible.

Resumen

La goma xantana es un exopolisacárido constituido por una cadena principal de D-glucosas y cadenas laterales constituidas de manosas con grupos acetil o pirúvicos y ácidos glucurónicos, se obtiene mediante fermentación aerobia a partir de una fuente de carbono y nitrógeno con bacterias del género *Xanthomonas* y participa principalmente en la elaboración de productos de la industria alimenticia, farmacéutica y/o cosmética gracias a sus propiedades fisicoquímicas; sin embargo, se requiere de modificaciones para mejorarlas u otorgar nuevas propiedades como las biológicas con la finalidad de desarrollar nuevas aplicaciones biomédicas. Por otra parte, la 4-cloroanilina es un compuesto orgánico sólido, de un color blanco con tendencia al amarillo con aroma dulce, la cual, es utilizada en la fabricación de tintes, insecticidas y distintos productos industriales, por lo que es considerada un contaminante, sin embargo al modificarse químicamente esta pierde sus propiedades agresivas con el medio ambiente. Por lo anterior, en este trabajo se enfocó en realizar la modificación química de Goma Xantana con 4-cloroanilina para estudiar sus propiedades biológicas. Para ello se oxidó la goma utilizando peryodato de sodio, posteriormente se injertó químicamente la 4-cloroanilina a lo largo de las cadenas poliméricas de la Goma Xantana, el producto fue caracterizado por infrarrojo y resonancia magnética nuclear lo que confirmó su estructura química, obteniéndose un nuevo material con propiedades antibacteriales contra cepas de *E. coli* y *S. aureus* y que es biocompatible con eritrocitos de sangre humana lo que lo hace biocompatible.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] E. Vázquez *et al.*, "Structural Analysis of Xanthan GUM-FE (III) Capsules," *Academic Journal of Chemistry*, no. 54, pp. 31–40, Apr. 2020, doi: 10.32861/ajc.54.31.40.
- [2] Kure J.T., Ahmadu U., Gana M., Salubuyi S. B., and Ijah U. J. J., "Production and characterization of xanthan gum by bacterial isolates," *Covenant Journal of Physical and Life Sciences*, vol. 10, no. 1, 2022.
- [3] T. Riaz, M. W. Iqbal, B. Jiang, and J. Chen, "A review of the enzymatic, physical, and chemical modification techniques of xanthan gum," *Int J Biol Macromol*, vol. 186, pp. 472–489, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.196.
- [4] J. Patel, B. Maji, N. S. H. N. Moorthy, and S. Maiti, "Xanthan gum derivatives: review of synthesis, properties and diverse applications," *RSC Adv*, vol. 10, no. 45, pp. 27103–27136, 2020, doi: 10.1039/D0RA04366D.
- [5] M. Said, B. Haq, D. Al Shehri, M. M. Rahman, N. S. Muhammed, and M. Mahmoud, "Modification of Xanthan Gum for a High-Temperature and High-Salinity Reservoir," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 23, p. 4212, Dec. 2021, doi: 10.3390/polym13234212.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DESARROLLO DE PELÍCULAS BIOPLÁSTICAS A BASE DE MUCÍLAGOS, QUITOSANO Y ÁCIDO ACRÍLICO PARA EMPAQUES SOSTENIBLES DE ALIMENTOS

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Yaneth Guadalupe Facundo Manzanares^a, Elsa Cervantes Gonzalez^a, Víctor Manuel Ovando Medina^a, Miguel Ángel Corona Rivera^a

^aUnidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano-UASLP, Carretera a Cedral km 5+600, San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, San Luis Potosí, MÉXICO.
correo autor de miguel.corona@uaslp.mx

Palabras clave: Películas Bioplásticas, Mucilagos, Quitosano, Poliácido Acrílico, Embalajes Sostenibles.

Resumen

El proyecto desarrolla películas biodegradables combinando mucílagos de linaza y chía (naturales) con quitosano y ácido acrílico (sintético). El proceso inicia extrayendo los mucílagos de las semillas, para luego mezclarlos con los demás componentes y un iniciador de polimerización. Esta solución se vierte en moldes y se seca para obtener las películas. Estas se evaluarán en absorción de agua, permeabilidad a gases, biodegradabilidad y propiedades mecánicas, además de caracterizarse con técnicas como FTIR, TGA y DSC. El objetivo es ofrecer una alternativa sostenible a los plásticos convencionales en la industria alimentaria, extendiendo la vida útil de los alimentos y reduciendo la contaminación ambiental. La combinación de materiales naturales y sintéticos busca mejorar las propiedades de las películas, abriendo nuevas oportunidades de mercado. El proyecto aborda así un problema ambiental crítico, promoviendo la innovación en materiales con potenciales beneficios económicos y sociales. Se extraerán mucílagos de linaza (relación 10:1 agua:semilla, agitación 2h y ebullición) y chía (relación 20:1, remojo 48h), secándose a 60°C y caracterizándose por FTIR, DSC y TGA. Para las películas, se disolverán los mucílagos en agua a 70°C, se añadirá el iniciador V-50, y se incorporará una solución de ácido acrílico y quitosano. La mezcla reaccionará 1h a 70°C, se verterá en moldes y secará 24h a 60°C. Las películas se caracterizarán en propiedades fisicoquímicas (hinchamiento, adsorción de agua, permeabilidad a gases), estructurales (FTIR, TGA, DSC), mecánicas (tracción según ASTM D882) y biodegradabilidad. Finalmente, se procesarán por extrusión a pellets, prensado en láminas y moldeo por inyección, evaluando su adaptabilidad industrial. El mucílago de linaza (LM) presentó una mayor eficiencia de extracción, atribuida a la mayor facilidad de liberación del mucílago desde la cubierta de la semilla, por otro lado, el mucílago de chía (CM) mostró una eficiencia ligeramente menor, posiblemente debido a una estructura más compacta o a una mayor retención del mucílago en la matriz vegetal. La incorporación de quitosano disuelto en AA, junto con la acción del iniciador V-50, permitió la formación de redes poliméricas entrecruzadas físicamente, que contribuirán significativamente a la estabilidad térmica y mecánica de las películas. Esta interacción, se verá confirmada por los análisis FTIR, donde se identificarán los grupos funcionales clave como hidroxilos, carbonilos y metilos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Corona-Rivera M. A., Rabelero-Velasco M., Ovando-Medina V. M., Cervantes-González E., Pérez-López J. E., "Fabrication of poly(acrylic acid)/chitosan/linseed mucilage films: Thermal and mechanical properties", Polymer Engineering and Science, Vol. 64, No. 7, p. 3243-3259, 2024.
2. Ram Kumar Deshmukh, Shefali Tripathi, Samiksha Bisht, Pradeep Kumar, Tejaswini Dhanaji Patil, Kirtiraj K. Gaikwad. (2025) Int. J. Biol. Macromol. 300, 140276.



EFFECTO DEL PLASMA FRIO EN BIOPELICULAS DE PLA ADICIONADAS CON ACEITE ESENCIAL DE MENTA

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Heron Akiyoshi Ledezma Tanaka^a, María Regina Rodríguez Hernández^a, Sonia Yesenia Silva Belmares^a, Miriam Desiree Davila Medina^a, Yadir Karina Reyes Acosta^a

^aFacultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México,

ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: PLA, aceite esencial, menta, plasma frio, biopelículas

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto del tratamiento con plasma frio (PF) en películas elaboradas a partir de ácido poliláctico (PLA) recuperado de impresión 3D con la adición de aceite esencial de menta (AEm). La justificación de este trabajo radica en la necesidad de aprovechar los residuos que se generan por el uso de filamento de PLA de las impresiones 3D, pues no todo el material polimérico se utiliza en la creación de piezas, lo que genera acumulación de residuos y contaminación ambiental, por lo que se opta por la creación de empaques alimenticios usando PLA reciclado, con la adición de AEm y PF, con el fin de modificar sus propiedades superficiales y mecánicas, pues estudios han afirmado que el AEm contiene propiedades que ayudan a la permeabilidad del material ante vapores de agua y brinda protección ante bacterias, esto debido a sus compuestos principales de mentol y mentona [1]. Por otra parte, el PF compatibiliza la superficie sin alterar la estructura interna del material, lo que incrementa la adhesión del AEm en la película de PLA, de igual manera llega a proporcionar actividad antimicrobiana en el material, al igual que mejora las propiedades mecánicas. El objetivo es evaluar el efecto del AEm y PF sobre las propiedades ópticas y mecánicas de biopelículas de PLA [2] recicladas para aplicaciones en empaques alimenticios. La metodología consistió en la elaboración de películas de 2 g de PLA disueltos en 50 mL de cloroformo y AEm a 2 y 5 % en peso de PLA. Posteriormente, las películas con el 5 % de AEm fueron tratadas con PF a 40 W, 300 y 500 Hz a 60 segundos. Las películas se caracterizaron mediante ángulo de contacto, dureza y colorimetría. Resultados, la presencia de AEm intensifico el color mientras que el PF lo disminuyó; respecto al PF la flexibilidad se incrementó y la dureza se mantuvo, las películas mostraron hidrofobicidad con PF. En trabajos futuros se espera que el PF vuelva a las películas antimicrobianas.

Referencias

1. Andres F. Zapata Betancur, Freddy Forero Longas, Adriana Pulido Diaz, “Propiedades texturales en oleogeles: influencia sinérgica de aceites vegetales y el aceite esencial de menta”, *Ingeniería y Competitividad (cursiva)*, Vol. 27, No. 1, 2025.
2. Iris Rosalia Campozano Mendozaab, María Antonieta Rieraac, “Ácido poliláctico: una revisión de los métodos de producción y sus aplicaciones” *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, Vol. 16, No. 1, p. 42-53, 2022.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

MEMBRANAS BASADAS EN POLIURETANOS CON SALES DE LITIO PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN COMO ELECTROLITOS POLIMÉRICOS

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Luis Fernando Morales Castañeda, Alberto Satie Morales González, Juan Eduardo Guerrero Ortiz, Cynthia Luévano Martínez,
Francisco José González González.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coahuila, Mexico.

fernando_castañeda@uadec.edu.mx; fgonzalezgonzalez@uadec.edu.mx

Palabras clave: Poliuretanos, Conductividad iónica, membranas, electrolitos, litio.

Resumen

En este estudio se desarrollaron membranas poliméricas basadas en un poliuretano biobasado, derivado de aceite de ricino, modificadas con diferentes sales de litio, específicamente bis(trifluorometanosulfonimida) de litio (LiTFSI) y perclorato de litio (LiClO₄), con el propósito de evaluar su conductividad iónica, integridad mecánica y potencial aplicación como electrolitos poliméricos en baterías de litio. Adicionalmente, se incorporó carbonato de propileno como agente plastificante, con la finalidad de incrementar la fase líquida del sistema, mejorando así la movilidad de los iones litio en la matriz polimérica. Las membranas fueron preparadas mediante agitación mecánica, modificando la concentración de cada sal incorporada al poliuretano, buscando identificar la composición más adecuada para maximizar el transporte iónico sin comprometer la estabilidad estructural del sistema. Posteriormente, los materiales obtenidos fueron caracterizados mediante diversas técnicas, entre ellas espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y mediciones de conductividad iónica, con el fin de establecer la relación entre la estructura química, las transiciones térmicas y el desempeño electroquímico de las membranas. Los resultados obtenidos evidencian que estos materiales presentan un comportamiento prometedor para su uso en dispositivos de almacenamiento de energía, constituyendo una alternativa sustentable y de menor impacto ambiental frente a los electrolitos sólidos poliméricos convencionales derivados de fuentes fósiles.

Referencias y citas bibliográficas

1. Mustapa, S.R.; Aung, M.M.; Rayung, M. Physico-Chemical, “Thermal, and Electrochemical Analysis of Solid Polymer Electrolyte from Vegetable Oil-Based Polyurethane” *Polymers*, 13, 132, 2021.
2. Misenan, M. S. M., Khair, A. S. A., & Eren, T. “Polyurethane-based polymer electrolyte for lithium ion batteries: a review”. *Polymer International*, 71(7), 751-769.



COMPARACIÓN DE ECUACIONES DE UN SOLO PUNTO Y DE MÚLTIPLES PUNTOS CON EXTRAPOLACIÓN GRÁFICA PARA EL CÁLCULO DE LA VISCOSIDAD INTRÍNSECA DEL POLI(ACETATO DE VINILO)

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Karla Chimal Cabrera^{1a}, Pedro Raymundo García Morán^{2b}, y Shirley Carro Sánchez^{3a}
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México,
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México
20257507@uatx.mx

Palabras clave: Viscosidad intrínseca, poli(acetato de vinilo), peso molecular, polímeros.

Resumen

El presente estudio tiene el propósito de comparar el cálculo de la viscosidad intrínseca del poli(acetato de vinilo) mediante tres ecuaciones; Kraemer, Solomon-Ciuta y Huggins-Kraemer. La viscosimetría es la técnica más simple utilizada para estudiar el comportamiento de las macromoléculas en solución. Aunque es muy laborioso y requiere mucho tiempo, proporciona información muy interesante sobre la calidad del disolvente a una temperatura determinada [1].

Hay diversas ecuaciones matemáticas disponibles en la literatura para determinar la viscosidad intrínseca $[\eta]$ de una solución polimérica por extrapolación gráfica[1]. Las ecuaciones de Solomon-Ciuta y Kraemer no dependen de constantes y permiten el cálculo directo eligiendo solo un valor de concentración, a diferencia de la ecuación de Huggins-Kraemer que necesita varios puntos para la extrapolación gráfica y obtener la viscosidad intrínseca $[\eta]$. Lo que implica mayor tiempo de estudio y aumento en el costo de los insumos.

La justificación de este trabajo radica en la exigencia del tiempo experimental que se requiere en un laboratorio para obtener resultados, y no solo para mejorar los tiempos de resultados sino también para reducir costos dentro del mismo. El objetivo principal fue comparar los resultados obtenidos al utilizar cada una de las ecuaciones antes mencionadas en el cálculo de la viscosidad intrínseca $[\eta]$. La metodología consistió en medir la viscosidad del poli(acetato de vinilo) utilizando el viscosímetro Ubbelohde, con estos datos se calculó la viscosidad intrínseca.

Para la ecuación de Huggins-Kramer se utilizaron seis concentraciones para cada muestra, las cuales van de 0.15- 0.4 g/dL. Con las ecuaciones de Kraemer y Solomon-Ciuta únicamente se utilizó una concentración de 0.25 g/dL. Se calculó el porcentaje de error relativo de cada una de las ecuaciones tomando como referencia la ecuación de Huggins-Kraemer. El error porcentual fue de 0.007%, 0.18%, -1.17% y se confirma que los métodos de un solo punto de Solomon-Ciuta y Kraemer son válidos y confiables. Un valor máximo de 1.17 % en valor absoluto está muy por debajo del criterio de aceptación del 5% lo que respalda su uso para estimaciones rápidas de peso molecular de PVAc.

Referencias y citas bibliográficas

1. Parente, M., Cerqueira, M., de Mello, I., Tavares, M. "Evaluation of single-point equations to determine intrinsic viscosity of sodium alginate and chitosan with high deacetylation degree". *Polymer Testing*, Vol. 63, No. 2017, p. 427-423, 2017.



Caracterización Microestructural Empleando el Método del Gradiente de Composición Macroscópico en un Par Difusor CuNi/NiCr

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Cayetano-Castro N^a, Nava-Navarrete E^b, Martínez-Gutiérrez H^a, Ramos-Torres C.J^a, Mendoza-León H.F^a y Dorantes-Rosales H.J^b

^a Instituto Politécnico Nacional - Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías. CDMX, Delegación Gustavo A. Madero, México.

^b Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. CDMX, Delegación Gustavo A. Madero, México.

ncayetanoc@ipn.mx

Palabras clave: Método del gradiente de composición macroscópico (MGCM), aleaciones Cu–Ni–Cr, difusión en pares difusores, endurecimiento por precipitación.

Resumen

El objetivo del trabajo es investigar los cambios microestructurales y mecánicos asociados a la descomposición de fases en aleaciones ternarias Cu–Ni–Cr mediante la aplicación del Método del Gradiente de Composición Macroscópico (MGCM), utilizando un par difusor Ni₈₀Cr₂₀/Cu₇₀Ni₃₀ y tratamientos térmicos controlados, con el fin de correlacionar la composición química local con la morfología, distribución y efecto endurecedor de los precipitados.

El estudio se justifica porque las transformaciones de fase en sistemas multicomponentes representan un desafío por la gran cantidad de composiciones posibles y su impacto en las propiedades mecánicas. El método del Gradiente de Composición Macroscópico (MGCM) constituye una herramienta innovadora que permite analizar múltiples composiciones en una sola muestra, optimizando tiempo y recursos experimentales. Por lo tanto, este trabajo no solo contribuye al entendimiento fundamental de los mecanismos de transformación de fase en sistemas con gradiente composicional, sino que también proporciona criterios para el diseño microestructural de materiales. El MGCM se aplicó en un par difusor con aleaciones binarias Ni₈₀Cr₂₀ y Cu₇₀Ni₃₀ para analizar el proceso de descomposición de fases en aleaciones ternarias CuNiCr. El par difusor se solubilizó a 1000°C durante 96 horas y se templó en agua fría. Posteriormente, se envejeció térmicamente a 800°C durante 2 y 24 h. Las zonas de difusión se analizaron mediante MEB de alta resolución y pruebas de nanoindentación. Los **resultados** por EDS-MEB mostraron que se generó un gradiente composicional en la zona de unión de alrededor de 250 µm. Además, el envejecido térmico provocó cambios en la morfología, fracción volumétrica y tamaño de los precipitados conforme disminuye la concentración de Cr en la región de la aleación binaria CuNi. Las curvas de resistencia mecánica evaluadas en la zona de unión indicaron un endurecimiento debido a la presencia de precipitados nanométricos ricos en Cr.

Referencias y citas bibliográficas

1. Miyazaki, T. "Development of Macroscopic Composition Gradient Method and its application to phase transformation" Progress in Materials Science, 57(6), 1010–1060 (2012).
2. López-Hirata, V. M. et al. Phase Decomposition during Aging for Cu–Ni–Cr Alloys, Materials Transactions, 42(7), 1417–1422 (2001).

Agradecimientos: Este trabajo contó con el apoyo de los proyectos SIP 20260597 del IPN. Al laboratorio de microscopía electrónica de barrido y microscopía electrónica de transmisión del CNMN-IPN por las facilidades.



ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL CISPLATINO Y MODELOS DE SÍLICE AMORFA PARA SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Victoria Oliveros-Macotella^a, Edgar Omar Castrejón-González^a, Juan Francisco Javier Alvarado^a,
Marco Antonio García-Revilla^b

^aTecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato, México.

^bUniversidad de Guanajuato, Guanajuato, Guanajuato, México.

omar@iqcelaya.itc.mx

Palabras clave: cisplatino, sílice amorfa, dinámica molecular, DFT.

Resumen

El cisplatino es uno de los tratamientos más comunes para diferentes tipos de cáncer. Fue uno de los primeros compuestos basados en platino, desarrollados y aprobados para uso clínico, y ha demostrado ser altamente efectivo en la destrucción de células cancerosas. No obstante, su administración puede provocar diversos efectos secundarios, cuya frecuencia e intensidad pueden diferir entre los pacientes entre los cuales están daño renal, entumecimiento de extremidades, vómito y en algunos casos llega hasta la muerte.[1], [2]

Esta investigación tiene como objetivo el estudio teórico y computacional de las interacciones moleculares entre el fármaco quimioterapéutico cisplatino y superficies de sílice amorfa, con el fin de evaluar su potencial en el desarrollo de sistemas de liberación controlada de fármacos. Se propone el uso de nanopartículas de sílice amorfa como nanotransportadores, debido a su alta biocompatibilidad, su gran área superficial y la presencia de grupos silanol que actúan como sitios activos de interacción.

A través de dinámica molecular y química computacional es posible investigar los mecanismos de adsorción y la estabilidad estructural del complejo cisplatino-sílice. Se utiliza Dinámica Molecular para construir modelos de sílice amorfa mediante el procedimiento de *melt-quench* [3], y se usa química computacional mediante la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), para optimizar la geometría del cisplatino y se modela su interacción con fragmentos representativos de la superficie de la sílice [4]

El estudio contempla el análisis de las energías de adsorción (E_{ads}) y los mapas de Potencial Electrostático Molecular (MEP), evaluando tanto sistemas en fase gas como el efecto del solvente implícito (agua) para simular de manera fiel las condiciones del entorno biológico.

Los resultados de energías de adsorción indican que la formación del complejo cisplatino-sílice es termodinámicamente favorable y estable. Asimismo, los mapas de potencial electrostático molecular evidenciaron regiones de alta afinidad entre el fármaco y la superficie, mientras que la inclusión del solvente implícito, al no haber modificación en la energía de adsorción, nos confirmó que la sílice amorfa posee potencial como nanotransportador para sistemas de liberación controlada de cisplatino.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] S. Khalid, S. Ramzan, S. S. Alarfaji, S. Ahmad Buzdar, and M. Isa Khan, "Insights into bismuthene and antimonene as cisplatin drug carriers: A theoretical comparative investigation," *Chem. Phys.*, vol. 588, Jan. 2025.
- [2] E. Mashayekh *et al.*, "Metal-Organic Frameworks for Cisplatin Delivery to Cancer Cells: A Molecular Dynamics Simulation," *ACS Omega*, vol. 9, no. 17, pp. 19627–19636, Apr. 2024.
- [3] L. A. Salas-Hernández, G. Lopez-Laurrabaquio, J. M. Montejano-Carrizales, A. Hernández-García, M. E. Fernández-García, and E. O. Castrejón-González, "The structural and electronic configuration of an amorphous silica surface, from its liquid to glassy state," *J. Non. Cryst. Solids*, vol. 646, Dec. 2024.
- [4] M. A. A. Ibrahim *et al.*, "Beryllium oxide (Be12O12) as a nanocarrier for cisplatin anticancer drug and some of its analogs: A DFT investigation," *J. Mol. Struct.*, vol. 1315, Nov. 2024.

Agradecimientos: Al TecNM por el apoyo otorgado mediante el proyecto No. 24850.26-P. Al LNS-SECITHI por los recursos computacionales, el apoyo y asistencia técnica mediante el proyecto 202401024N.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

HIDROGELES DE COLÁGENO, GRENETINA Y MUCÍLAGO PARA CURACIÓN DE HERIDAS

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Rebeca Ramírez Garza¹, Jesús Alejandro Claudio Rizo¹, Lesly Katleya Usme Duque¹, Denis Aidee Cabrera Munguia¹. Autor de correspondencia: rebecaramirez@uadec.edu.mx

¹Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Autónoma de Coahuila

Palabras clave: Polímero, Medicina, biomaterial

Los hidrogeles son materiales poliméricos de interés biomédico debido a su alta retención de agua y similitud con la matriz extracelular, características que favorecen un ambiente húmedo para la regeneración tisular. La **justificación** de este trabajo radica en que, para la curación de heridas, estos materiales pueden proteger el tejido lesionado, absorber exudados y favorecer la proliferación celular. Además, la incorporación de biopolímeros naturales, como el mucílago de nopal, representa una alternativa para mejorar sus propiedades fisicoquímicas y biológicas.

El **objetivo** fue sintetizar y evaluar hidrogeles a base de colágeno, grenetina y mucílago de nopal en diferentes concentraciones, con el fin de analizar su potencial aplicación como biomateriales para curación de heridas. En la **metodología**, se preparó una matriz base de colágeno-grenetina denominada CG y formulaciones con mucílago identificadas como CG50, CG100 y CG150. Los hidrogeles fueron reticulados con un poliuretano bioactivo basado en tirosina y estabilizados con PBS 10X (solución buffer de fosfatos concentrada diez veces). Posteriormente, se evaluaron la cinética de gelificación, el hinchamiento, la degradación en distintos medios y condiciones de pH, la actividad metabólica celular mediante MTT en monocitos y fibroblastos a 24 y 48 h, así como la mineralización cualitativa con alizarina.

Dentro de los **resultados** más relevantes, todas las formulaciones, CG, CG50, CG100 y CG150, presentaron hinchamiento superior al 500%, clasificándose como altamente hinchables. Además, CG50, CG100 y CG150 alcanzaron valores cercanos o superiores al 1000%, destacando CG150 como hidrogel superhinchable y con mayor absorción. Las pruebas de degradación evidenciaron sensibilidad al medio, al tiempo y a diferentes pH, por lo que las formulaciones evaluadas pueden considerarse materiales inteligentes. En la evaluación biológica, los lixiviados mostraron actividad metabólica superior al control PBS 1X, principalmente en fibroblastos. Además, CG150 presentó mayor intensidad de tinción con alizarina. En conjunto, la incorporación de mucílago de nopal mejoró propiedades relevantes de los hidrogeles, destacando CG150 como la formulación más prometedora para curación de heridas.

Liang, X., Huang, C., Liu, H., Chen, H., Shou, J., Cheng, H., & Liu, G. "Natural hydrogel dressings in wound care: Design, advances, and perspectives". Chinese Chemical Letters, Vol. 35, No. 10, 109442, 2024.

Cong, Y., Zhang, L., Li, Y., Ren, N., Zhang, M., Shi, Z., Wei, Q., et al. "Recent advances in the development of bioactive hydrogel-based dressings for enhanced wound healing". Materials Today Advances, Vol. 28, 100672, 2025.

Yuan, Y., Li, Z., Wu, L., Cheng, X., Deng, C., Yu, Y., Wang, Q., & Wang, P. "Smearable CQD-entrapped hydrogel with sensitive pH response and photodynamic antibacterial properties for visual intelligent wound monitoring". Biomaterials, Vol. 322, 123360, 2025.



OBTENCIÓN DE PELÍCULAS DE PVA REFORZADAS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS MEDIANTE EXTRACTOS DE *Mentha piperita*.

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Diana Beatriz Coronado Delgado^a, Aidé Sáenz Galindo^a, Carlos A. Covarrubias Gordillo^a, Ma. Maura Téllez Rosas^a, Adalí Oliva Castañeda Facio^a

^a Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México,
adalí.castaneda@uadec.edu.mx

Palabras clave: polímero, nanopartículas, síntesis, extractos

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito la síntesis de nanopartículas de plata (AgNPs) empleando extractos de las hojas y los tallos de *Mentha piperita*, así como su incorporación en películas de alcohol polivinílico (PVA). Esta investigación surge de la necesidad de desarrollar metodologías de síntesis verde-sostenibles y amigables con el medio ambiente, evitando el uso de agentes químicos tóxicos comúnmente utilizados en la obtención de nanopartículas metálicas [1]. Además, los extractos vegetales contienen compuestos bioactivos que actúan como agentes reductores y estabilizadores, ofreciendo una alternativa económica con alto potencial tecnológico.

El objetivo principal es sintetizar nanopartículas de plata a partir de extractos acuosos de las hojas y los tallos por separado de *Mentha piperita*, e incorporarlas en películas de PVA al 2% para su posterior caracterización. La metodología consistió en la preparación de extractos vegetales al 5% p/v, sometidos a agitación durante 1 hora a 60 °C. Posteriormente, se preparó una solución de nitrato de plata 0.1 M, a la cual se adicionó el extracto vegetal, observándose la formación de un precipitado gris como evidencia de la obtención de las AgNPs. Las nanopartículas obtenidas fueron purificadas mediante centrifugación a 4500 rpm durante 15 minutos y lavadas con etanol.

Posteriormente, se elaboraron películas de PVA al 2%, incluyendo el blanco sin nanopartículas y dos formulaciones: PVA 2% + AgNPs de hoja al 2% y PVA 2% + AgNPs de tallo al 2%. Las nanopartículas fueron analizadas mediante DRX, donde se identificaron los picos característicos de la plata metálica en $2\theta \approx 38^\circ, 44^\circ, 64^\circ$ y 77° , confirmando la formación de AgNPs. Además, el análisis FTIR de los polvos vegetales permitió identificar grupos funcionales como hidroxilos, carbonilos y enlaces C–O, asociados a compuestos fenólicos responsables de la reducción y estabilización de las nanopartículas [2]. Además, mediante FTIR se observó la presencia de señales características del polímero, confirmando la estructura del PVA en las películas elaboradas. Los resultados mostraron mayor producción y cristalinidad en las nanopartículas obtenidas a partir de hoja, confirmando que *Mentha piperita* representa una alternativa viable, económica y sustentable para la síntesis verde de AgNPs.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] R. Álvarez-Chimal, J. Á. Arenas-Alatorre, F. Marichi-Rodríguez y R. Correa-Prado, “La química verde en la síntesis de nanopartículas y sus propiedades antibacterianas”, *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, Vol. 18, No. 34, p. 129-139, 2025.
- [2] P. F. Vera-García, L. Farías-Cepeda, J. A. Ascanio-Valdés, G. Morales, P. Acuña, J. Rodríguez-Hernández y A. Oliva Castañeda-Facio, “Estudio del comportamiento de diferentes extractos de plantas en la biosíntesis de nanopartículas de plata asistida por microondas”, *Afinidad. Revista de química teórica y aplicada*, Vol. 78, No. 592, p. 68-78, 2021.



INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN EN LA CAPACIDAD BACTERICIDA DE MATERIALES TIPO MOF HKUST-1 CONTRA BACTERIAS GRAM-NEGATIVAS Y GRAM-POSITIVAS.

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Nallely Guadalupe Hernández Hernández^a, Francisco Javier Enríquez Medrano^b, Denis Aidee Cabrera Munguia^b, Jesús Alejandro Claudio Rizo^a,

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Materiales Avanzados, Facultad de Ciencias Químicas. Saltillo, Coahuila, México.

^bQuímica Macromolecular y Nanomateriales, Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.

nallelyhernandezher@uadec.edu.mx

Palabras clave: MOF's, HKUST-1, actividad antibacteriana, ROS.

Resumen

La resistencia antimicrobiana en aumento constituye una amenaza grave para la salud pública, especialmente frente a bacterias como *E. coli* y *S. aureus*, conocidas por su adaptabilidad y la formación de biopelículas. En este escenario, las estructuras metal-orgánicas (MOFs) representan una estrategia novedosa, destacándose el HKUST-1 por su alta porosidad, gran superficie y capacidad antibacteriana [1], [2].

Este estudio tuvo como propósito sintetizar y caracterizar el MOF HKUST-1, variando su centro metálico mediante el empleo de Cu^{2+} y Co^{2+} , evaluar el efecto de su concentración y su potencial antibacteriano frente a *E. coli* y *S. aureus*, e identificar los mecanismos subyacentes a su efecto biocida [3]. La síntesis de HKUST-1 se realizó mediante un método hidrotermal con ácido trimésico y nitrato de cobre o de cobalto. Posteriormente, se realizó su caracterización mediante difracción de rayos X para confirmar su cristalinidad y espectroscopía FTIR para identificar los grupos funcionales, corroborando su estructura cristalina y la coordinación del ligante orgánico con el centro metálico [4]. La actividad antibacteriana se evaluó mediante el método de difusión en disco, que mide la inhibición del crecimiento y la difusión del material a través del agar [4], [5].

Los resultados mostraron que HKUST-1 presenta una estructura altamente cristalina con señales características de grupos carboxilato, anillos aromáticos e interacciones metal-oxígeno. En los ensayos microbiológicos se observó una actividad antibacteriana significativa frente a ambas bacterias. Para *E. coli*, se obtuvo un 114 % de inhibición con 6 mg de Cu^{2+} , mientras que Co^{2+} alcanzó un 91 % con 2 mg. En *S. aureus*, se registró un 91 % de inhibición con 2 mg de Cu^{2+} y un 88 % con 6 mg de Co^{2+} , tomando como referencia el control con gentamicina. [3], [4], [5].

El mecanismo de acción se relaciona con la liberación controlada de iones Cu^{2+} y la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que induce daño en la membrana celular, desestabilización metabólica y muerte bacteriana. Además, se observó una interacción directa entre el material y la bacteria, lo que potencia el efecto antimicrobiano por contacto [3], [4]. Estos resultados posicionan al HKUST-1, basado en Cu^{2+} y Co^{2+} , como un material prometedor para infecciones resistentes.

Referencias y citas bibliográficas.

- [1] W. Lu *et al.*, «A bio-platform TCN@HKUST-1 with admirable biocompatibility was applied to the antibacterial field», *Polyhedron*, vol. 246, p. 116677, dic. 2023, doi: 10.1016/j.poly.2023.116677.
- [2] M. Fandzloch *et al.*, «Cu-HKUST-1 and Hydroxyapatite—The Interface of Two Worlds toward the Design of Functional Materials Dedicated to Bone Tissue Regeneration», *ACS Biomater. Sci. Eng.*, vol. 9, n.º 8, pp. 4646-4653, ago. 2023, doi: 10.1021/acsbiomaterials.3c00594.
- [3] Z. Yu, S. Weimin, H. Huasheng, X. Xinyi, y W. Zhi, «Synthesis and characterization of HKUST-1-loaded bacterial cellulose with enhanced antibacterial properties and wash durability», *Mater. Lett.*, vol. 401, p. 139092, dic. 2025, doi: 10.1016/j.matlet.2025.139092.
- [4] H. Furukawa, K. E. Cordova, M. O'Keeffe, y O. M. Yaghi, «The Chemistry and Applications of Metal-Organic Frameworks», *Science*, vol. 341, n.º 6149, p. 1230444, ago. 2013, doi: 10.1126/science.1230444.
- [5] G. Wyszogrodzka, B. Marszałek, B. Gil, y P. Dorożyński, «Metal-organic frameworks: mechanisms of antibacterial action and potential applications.», *Drug Discov. Today*, vol. 21 6, pp. 1009-1018, jun. 2016, doi: 10.1016/j.drudis.2016.04.009.



SÍNTESIS VERDE HIDROTHERMAL DE NANOPARTICULAS DE ZNO USANDO EXTRACTOS DE SEMILLA DE AGUACATE

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Marisol Alemán Rincón^{*}; Víctor Manuel Ovando Medina, Miguel Angel Corona-Rivera, Camerina J. Guzmán-Álvarez

¹ Ingeniería Química, Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, S. L. P, México
marisolalemanri@gmail.com

Palabras clave: síntesis verde, aguacate, semilla, hidrotermal

Resumen

El objetivo de este trabajo fue sintetizar nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) mediante un método hidrotermal verde, empleando extracto de semilla de aguacate como agente reductor y estabilizante, con miras a su aplicación en fotocatalisis [1]. La metodología inició con la obtención del extracto de semillas de aguacate (ESA), para lo cual, 70 g de semilla de aguacate fueron licuados junto con 300 mL de agua destilada. La mezcla fue filtrada para retirar el bagazo y posteriormente la solución fue llevada a secado total a 70 °C durante 48 h, obteniendo ~4.4 g de extracto seco. Para la síntesis del ZnO, se disolvieron 0.5 g del ESA en 40 mL de agua, mientras que por aparte se disolvieron 2 g de cloruro de zinc en 40 mL de agua a 60 °C. Ambas soluciones se mezclaron y se mantuvieron en agitación durante 2 h. El pH se ajustó a aproximadamente 7.0 mediante la adición de gotas de una solución acuosa de NaOH al 0.4% (p/v), y la mezcla se dejó en reposo por 36 h. Posteriormente, la mezcla se sometió a tratamiento hidrotermal en un reactor de acero con forro de teflón y tapa de rosca para alta presión y fue puesto a 120 °C durante 36 h seguido de un enfriamiento a temperatura ambiente durante 24 h. El producto obtenido, consistente en un polvo marrón precipitado, fue lavado con 200 mL de agua por precipitación/decantación tres veces y secado a 70 °C durante 24 h. Finalmente, el producto seco fue calcinado a 800 °C para retirar los productos carbonizados del ESA y obtener el ZnO purificado. El procedimiento fue repetido para diferentes cantidades de ESA (0.5, 1.0 y 2.0 g).

Como parte de la caracterización, se realizó espectroscopía FTIR y de UV-Vis para el ZnO obtenido con las diferentes concentraciones de ESA para evaluar su comportamiento óptico. Los resultados mostraron una banda de absorción a bajas longitudes de onda (~200–300 nm), atribuida a transiciones electrónicas características del ZnO. Se observó que el ZnO sintetizado con 1.0 g de ESA presentó la mayor absorbancia inicial, lo que sugiere posibles efectos de saturación o dispersión a mayores concentraciones. Estos resultados indican que la cantidad de extracto influye directamente en las propiedades ópticas del sistema, lo cual puede impactar en la formación y estabilidad de las nanopartículas sintetizadas y su desempeño fotocatalítico. Las muestras de ZnO fueron probadas en la fotodegradación del colorante azul de metileno (MB) como contaminante orgánico modelo bajo erradicación de luz solar natural, con una concentración de ZnO de 0.25 g/L y una concentración inicial de MB de 10 mg/L. Se observó que después de una hora de exposición al sol, las eficiencias de degradación fueron de 70, 59 y 58% para las muestras de ZnO obtenidas con 0.5, 1.0 y 2.0 g de ESA, respectivamente. Demostrando que la menor concentración usada de ESA es la más adecuada.

Referencias y citas bibliográficas

1. Martínez-Castillo, L. P., Ovando-Medina, V. M., Castañeda-Facio, A. O., Martínez-Gutiérrez, H., & Sáenz-Galindo, A. (2026). Green Synthesis of ZnO Nanoparticles Using Eucalyptus and Larrea tridentata Extracts and Their Solar Photocatalytic Activity. *ChemistrySelect*, 11(11), e07253.



SÍNTESIS DE POLÍMEROS HIDROSOLUBLES POTENCIALMENTE BIODEGRADABLES MEDIANTE LA REACCIÓN MULTICOMPONENTE DE UGI

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Merari Jamileth Barrera Leyva ^a, Luis D. Miranda Gutiérrez ^b, Joaquín Flores Gerónimo ^a, Alejandra Chávez Riveros ^a

^aFES-Zaragoza UNAM, Iztapalapa, CDMX, México,

^bInstituto de Química UNAM, Ciudad Universitaria, CDMX, México,

correo autor de contacto merari.jbl@gmail.com

Palabras clave: Síntesis, reacción multicomponente de Ugi, polímeros, caracterización, química verde.

Resumen

La contaminación por plásticos constituye uno de los principales retos ambientales actuales, debido a la acumulación de residuos derivados de polímeros sintéticos y la limitada cultura de reciclaje. En particular, las poliamidas generan microplásticos persistentes que afectan ecosistemas acuáticos y terrestres, además de representar riesgos para la salud humana. Ante esta problemática, el presente proyecto se justifica en la necesidad de diseñar materiales alternativos que reduzcan el impacto ambiental, proponiendo la síntesis de polímeros hidrosolubles y potencialmente biodegradables mediante la reacción multicomponente de Ugi, un proceso alineado con los principios de la química verde por su alta economía atómica y la generación de agua como único subproducto. El objetivo general fue sintetizar y caracterizar una serie de polímeros derivados de la reacción de Ugi. Los objetivos específicos incluyeron: (1) establecer las condiciones experimentales para diversas variantes de la reacción, (2) purificar los polímeros obtenidos mediante técnicas con disolventes verdes y cromatografía, y (3) caracterizar estructuralmente los productos mediante espectroscopía (IR, RMN ¹H y ¹³C), espectrometría de masas (MALDI-TOF) y análisis térmicos (DSC y TGA). La metodología se basó en la ejecución de múltiples reacciones Ugi con diferentes combinaciones de aldehídos, diaminas, isocianuros y ácidos dicarboxílicos y tricarboxílico, seguidas de procesos de purificación y caracterización. Se elaboraron cálculos estequiométricos para cada reacción y se documentaron observaciones físicas como cambios de coloración, precipitación y textura de los polímeros. Posteriormente, se aplicaron técnicas analíticas para confirmar la estructura química y evaluar propiedades térmicas y de solubilidad. Los resultados más relevantes muestran que los polímeros obtenidos presentan propiedades hidrosolubles, lo que favorece su potencial degradación en ambientes acuosos. Los espectros de IR y RMN confirmaron la presencia de enlaces amida y otras funciones características, mientras que los análisis MALDI-TOF evidenciaron la formación de oligómeros con pesos moleculares consistentes con la reacción multicomponente. Los estudios térmicos revelaron estabilidad moderada y transiciones características de polímeros susceptibles a degradación. En conjunto, estos hallazgos validan la viabilidad de la reacción de Ugi como estrategia para generar polímeros sostenibles, abriendo camino a futuros ensayos de biodegradación y aplicaciones ambientales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Anastas, P., & Eghbali, N. "Green Chemistry: Principles and Practice". *Chem. Soc. Rev.*, 39(1), 301–312. 2010. <https://doi.org/10.1039/B918763B>
2. Sehlinger, A., Dannecker, P.-K., Kreye, O., & Meier, M. A. R. "Diversely Substituted Polyamides: Macromolecular Design Using the Ugi Four-Component Reaction". *Macromolecules*, 47(9), 2774–2783. 2014. <https://doi.org/10.1021/ma500504w>
3. Zheng, L., Wang, M., Li, Y., Xiong, Y., & Wu, C. "Recycling and Degradation of Polyamides". *Molecules*, 29(8), 1742. 2024. <https://doi.org/10.3390/molecules29081742>

Agradecimientos: Al Dr. Luis D. Miranda y a la Dra. Ana L. Silva Portillo por proporcionarnos su valioso apoyo dentro de las instalaciones del Instituto de Química de la UNAM. A la M.C. María de las Nieves Zavala Segovia del CCIQS UAEM-UNAM por los análisis realizados.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

CARACTERIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE PELÍCULAS TERAPÉUTICAS DE QUITOSANO ENRIQUECIDAS CON EXTRACTO DE *PUNICA GRANATUM* ACTIVADAS CON PLASMA FRÍO

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Daniela Esthefanie Rivera García^a, Keila Geraldine Corona Reyes^a, Sonia Yesenia Silva Belmares^b,

Jesús Alejandro Rizo Claudio^c, Yadira Karina Reyes Acosta^a

^a Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Ingeniería Química. Saltillo, Coahuila, México.

^b Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Extracción de Compuestos bioactivos. Saltillo, Coahuila, México.

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Materiales Avanzados. Saltillo, Coahuila, México.

ykreyes@uadec.edu.mx

Palabras clave: cicatrización de heridas, extracto de *Punica granatum*, quitosano, biopelículas.

Resumen

El desarrollo de biomateriales terapéuticos ha ganado relevancia en el ámbito médico, especialmente en el tratamiento de heridas tanto superficiales como crónicas. Aunque los apósitos convencionales cumplen funciones básicas como proteger la lesión y absorber exudado, no estimulan activamente la cicatrización ni previenen infecciones [1-3]. **Justificación:** Frente a esta limitación, los biopolímeros como el quitosano se presentan como una alternativa prometedora por su biocompatibilidad, biodegradabilidad y propiedades antimicrobianas, antioxidantes, hemostáticas y anti-adhesivas [4,5]. Se ha empleado en la elaboración de biopelículas terapéuticas por su capacidad de promover la proliferación celular y liberar agentes curativos de forma controlada [6,7]. Sin embargo, su uso directo se ve limitado por su baja estabilidad térmica y sensibilidad a la humedad [6], para mejorar estas propiedades se han desarrollado biopelículas compuestas con extractos hidroalcohólicos, como la de la cáscara de *Punica granatum*, rica en polifenoles, destaca por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y cicatrizantes [8]. Además, el plasma frío es una tecnología emergente que optimiza propiedades químicas, térmicas y antimicrobianas de superficies [9]. El **objetivo** es elaborar biopelículas terapéuticas a base de quitosano enriquecida con extracto de *Punica granatum* y activadas con plasma frío con el fin de evaluar sus propiedades fisicoquímicas y antimicrobianas. **Metodología:** Se elaboraron películas a base de quitosano mediante diferentes formulaciones: quitosano puro, quitosano con extracto de *Punica granatum* al 2 y 3 %, así como películas tratadas con plasma frío. **Caracterización:** Las películas obtenidas fueron evaluadas mediante espectroscopía FTIR, pruebas de solubilidad, medición del ángulo de contacto y ensayos antimicrobianos frente a *E. coli* y *S. aureus*. **Resultados:** Los resultados preliminares indican que la incorporación del extracto de *Punica granatum* y la aplicación de plasma frío modificaron las propiedades superficiales de las películas, favoreciendo una mayor actividad antimicrobiana y cambios en la interacción con la humedad. **Conclusiones:** La combinación de quitosano, extracto de *Punica granatum* y plasma frío mostró potencial para el desarrollo de biopelículas terapéuticas con propiedades funcionales mejoradas, representando una alternativa prometedora para aplicaciones biomédicas relacionadas con el tratamiento de heridas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ricco JB, Thanh Phong L, et al The diabetic foot: a review. J Cardiovasc Surg (2013.) 54:755-62.
2. Boulton A. Diabetic neuropathy and foot disease. In: Serrano Ríos M, Gutiérrez Fuentes JA (Eds). Type 2 Diabetes mellitus. Elsevier (2018) Barcelona, pp 185-205.
3. Boulton A. The diabetic foot: epidemiology, risk factors and the status of care. Diabetes Voice (2015) 50:5-7.
4. L.-E. Valencia-Gómez, et al., "Characterization and evaluation of a novel O-carboxymethyl chitosan films with Mimosa tenuiflora extract for skin regeneration and wound healing," J. Bioact. Compat. Polym., vol. 35, no. 1, pp. 39-56, 2020, doi:https://doi.org/10.1177/0883911519885976
5. R. Jayakumar, M. Prabakaran, P.T. Sudheesh Kumar, S.V. Nair, H. Tamura, "Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications," Biotechnology Advances 29 (2011) 322-337.
6. G. Zuo, Y. Wan, L. Wang, C. Liu, F. He, H. Luo, "Synthesis and characterization of laminated hydroxyapatite/chitosan nanocomposites," Materials Letters, volume 64, Issue 19, 2010, 2126-2128
7. M. Ishihara, K. Nakanishi, K. Ono, M. Sato, M. Kikuchi, Y. Saito, A. Kurita, "Photo cross linkable chitosan as a dressing for wound occlusion and accelerator in healing process," Biomaterials., vol. 23, no. 3, pp. 833-840, 2002.
8. Singh RP, Murthy KNC, Jayaprakasha GK: Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using *in vitro* models. J Agric Food Chem 2002; 50:81-86.
9. Perera, K. Y., Prendeville, J., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2022). Cold plasma technology in food packaging. Coatings, 12(12), 1896.

Agradecimientos: Agradezco al Laboratorio de Plasma e impresión 3D, por el apoyo brindado mediante la provisión de insumos esenciales para el desarrollo de este proyecto, lo cual fue fundamental para su ejecución y presentación en este congreso.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

APROVECHAMIENTO DE POLIESTIRENO SULFONADO COMO ADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Jesús David Flores Oyervides, Gloria Marisol Neira Pérez, Lorena Farías Cepeda, Antonia Martínez Luevanos
Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas. Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés,
Col. República Oriente, C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México.

lorenafarias@uadec.edu.mx

Palabras clave: Adsorción; Azul de metileno; Poliestireno reciclado; Poliestireno sulfonado; Sulfonación.

Resumen

El presente trabajo aborda el aprovechamiento de poliestireno sulfonado (PSS) obtenido a partir de poliestireno reciclado como adsorbente potencial para la remoción de azul de metileno en solución acuosa. La justificación de esta contribución radica en la necesidad de desarrollar materiales de bajo costo y con valor agregado para el tratamiento de aguas contaminadas con colorantes, ya que la adsorción representa una de las alternativas más simples y efectivas para este fin. En este contexto, los materiales basados en poliestireno sulfonado resultan atractivos debido a la presencia de grupos sulfónicos, los cuales favorecen la interacción con contaminantes en medios acuosos [1], [2], [3].

El objetivo de este trabajo fue obtener materiales con mayor potencial adsorbente a partir de poliestireno reciclado sulfonado con ácido sulfúrico concentrado, variando la concentración del agente sulfonante y el tiempo de reacción. Para ello, se realizaron nueve sulfonaciones considerando concentraciones de 10, 15 y 20% y tiempos de 1, 2 y 4 h. Para su identificación, las muestras se codificaron según la concentración de ácido y el tiempo de reacción. Los materiales obtenidos se caracterizaron mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y análisis termogravimétrico (TGA), con el fin de identificar evidencias de sulfonación y evaluar su estabilidad térmica.

Los resultados más relevantes mostraron que las muestras obtenidas a 20% de H_2SO_4 presentaron los cambios más notorios en los espectros FTIR, particularmente en las regiones asociadas a los grupos sulfónicos, así como un comportamiento térmico favorable. De manera específica, las muestras PSS20%-2h, PSS20%-4h y PSS15%-4h fueron seleccionadas como los materiales más prometedores, al mostrar la evidencia más clara de modificación química y estabilidad térmica entre las condiciones evaluadas. A partir de esta selección, dichos materiales fueron evaluados en pruebas de remoción de azul de metileno, y su desempeño adsorbente fue determinado mediante espectroscopía UV-Vis.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] J. Wang, J. Yu, M. Li, y Y. Zhang, "Synthesis of sodium polystyrene sulfonate resins for the removal of methylene blue from wastewater", *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 159, p. 105501, jun. 2024, doi: 10.1016/j.jtice.2024.105501.
- [2] R. Mohammadi, B. Masoumi, R. Mashayekhi, y A. Hosseini, "Fe₃O₄/polystyrene-alginate nanocomposite as a novel adsorbent for highly efficient removal of dyes", *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*, 2022.
- [3] A. M. Al-Sabagh, Y. M. Moustafa, A. Hamdy, H. M. Killa, R. T. M. Ghanem, y R. E. Morsi, "Preparation and characterization of sulfonated polystyrene/magnetite nanocomposites for organic dye adsorption", *Egypt. J. Pet.*, vol. 27, núm. 3, pp. 403–413, sep. 2018, doi: 10.1016/j.ejpe.2017.07.004.

Agradecimientos: Se agradece a la SECIHTI el apoyo otorgado a través de la beca de doctorado, el cual ha sido fundamental para la realización de este proyecto.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SÍNTESIS, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PELÍCULAS SEMISINTÉTICAS DE P(BuA-co-MMA) FUNCIONALIZADAS CON CARBOXIMETÍLCELULOSA (CMC) Y ALMIDÓN (ALM) MEDIANTE POLIMERIZACIÓN EN HETEROFASE

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Hadji Daniel González-Flores^{a*}, Victor Adán Cepeda-Tovar^a, Lorena Farias-Cepeda^a,
Anilú Rubio-Ríos^a, Maria Maura Téllez Rosas^a, Rodolfo Ramos-González^a,
Vianey de Jesus Cervantes-Güicho^a

^aUniversidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280,
Saltillo, Coahuila, México.
v_cepeda_tovar@uadec.edu.mx

Palabras clave: PBuA, PMMA, heterofase, polimerización, entrecruzamiento.

RESUMEN

Hoy en día la cantidad de materiales poliméricos de origen sintético han causado problemas de contaminación del medio ambiente [1]. El presente trabajo tiene como objetivo la síntesis, formulación y evaluación de películas poliméricas basadas en copolímeros de origen semisintético a partir de poli(butil acrilato-co-metil metacrilato) [P(BuA-co-MMA)] funcionalizados con biopolímeros naturales como carboximetilcelulosa (CMC) y almidón de fuente comestible (ALM) mediante polimerización en heterofase. La incorporación de estos polisacáridos busca mejorar propiedades específicas del material, tales como biocompatibilidad, estabilidad estructural, capacidad de formación de película y posibles características biodegradables [1]. Durante el desarrollo experimental se llevó a cabo la síntesis del copolímero en medios dispersos, seguida de la formulación de películas poliméricas mediante técnica de “casting” (evaporación de solvente). Para las emulsiones poliméricas se determinaron los porcentajes de conversión, distribución de tamaño de partícula y número de partículas a temperatura ambiente. Posteriormente, las películas obtenidas fueron caracterizadas mediante análisis por espectroscopia infrarroja (FTIR-ATR), dispersión de luz dinámica (DLS), microscopía óptica (MO), y porcentaje de entrecruzamiento (%), evaluadas a través de diversas técnicas con el fin de determinar propiedades como estructura química y morfología. Fue posible alcanzar porcentajes de conversión (%X) superiores al 95%, así como números y tamaños de partículas para un proceso de polimerización en emulsión convencional (N_p $5.56 \cdot 10^{14}$ partículas/mL) y D_n (120-125.5 nm). Los análisis FTIR-ATR presentó bandas características para las interacciones entre los polímeros y los agregados de CMC y ALM, resaltando la banda del grupo carbonilo ($C=O$) en 1715 cm^{-1} . La MO presentó uniformidad en toda la superficie de la biopelícula, demostrando homogeneidad idónea para la obtención de estos biomateriales [2,3]. El porcentaje de entrecruzamiento (superior al 78%) evidenció la degradabilidad de dicho biomaterial, lo cual permite asegurar la influencia de la incorporación de CMC y ALM en la matriz copolimérica, estableciendo la relación entre la composición del sistema y las propiedades finales que se buscan de las películas. De esta manera, se permite contribuir al desarrollo de materiales poliméricos semisintéticos como una potencial aplicación en recubrimientos, empaques o sistemas funcionales sostenibles, aprovechando la combinación de polímeros sintéticos y biopolímeros naturales.

Referencias y citas bibliográficas

- [1] Castellanos, S. G., Fernández-Escamilla, V. V. A., Corona-Rivera, M. Á., González-Iñiguez, K. J., Barrera, A., Moscoso-Sánchez, F. J., ... & Aguilar, J. (2023). Coagulative nucleation in the copolymerization of methyl methacrylate–butyl acrylate under monomer-starved conditions. *Polymers*, 15(7), 1628.
- [2] Makarewicz, E., Tworek, M., Zalewska, A., & Tomaszewska, J. (2024). Properties of dispersions and films made of copolymers obtained from acrylic, methacrylic and vinyl monomers. *Polymer Bulletin*, 81(8), 6851-6871.
- [3] Patel, P. K., & Uppaluri, R. V. (2025). Adsorption of emerging pollutants utilizing chitosan derivatives: recent advances and future perspective. *International Journal of Biological Macromolecules*, 299, 140203.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

MATERIALES COMPUESTOS DE ÁCIDO POLILÁCTICO CON CARBÓN ACTIVADO PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN PARA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Andrea F. Villarreal Rivas, Ángela A. Alemán Arreguín, Hannia J. Ortega Teniente, Dafne E. Martínez Ancira, Adali Oliva
Castañeda Facio, Francisco José González González
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

fgonzalezgonzalez@uadec.edu.mx

Palabras clave: carbón activado, PLA, procesado libre de solventes

Resumen

Se llevó a cabo la preparación de materiales compuestos biodegradables basados en una matriz de ácido poliláctico (PLA) reforzada con carbón activado (CA). A diferencia de los métodos tradicionales, la preparación se realizó mediante un proceso libre de disolventes como es la extrusión, lo que reduce el impacto ambiental y facilita su escalabilidad industrial. La investigación se justifica por la creciente necesidad de desarrollar tecnologías emergentes y sostenibles para la remoción de contaminantes, como colorantes en efluentes acuosos. Para ello, se seleccionó el PLA por ser un polímero biodegradable de amplia disponibilidad comercial, y el carbón activado debido a su elevada superficie específica y versatilidad en aplicaciones ambientales y energéticas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la concentración de carbón activado sobre las propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas de la matriz polimérica. El procedimiento experimental consistió en el mezclado de diversas formulaciones en un mezclador interno tipo Haake a 170 °C, con tiempos de mezclado de entre 10 y 30 minutos. Posteriormente, los compuestos se moldearon mediante prensado térmico a la misma temperatura para obtener placas y probetas de las diferentes formulaciones. La caracterización de los materiales se llevó a cabo mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), espectroscopía infrarroja (FTIR) y se midieron sus propiedades eléctricas con ayuda de un multímetro. Los resultados indican que los compuestos mantienen su integridad física incluso con su relativo contenido de carbón activado. Este hallazgo confirma la viabilidad técnica de estos materiales para ser empleados en la fabricación de membranas de tratamiento de agua y otras aplicaciones tecnológicas sostenibles.

Referencias y citas bibliográficas

1. Rajadaurai B. y Chandradass J., “Mechanical, thermal, and morphological characterization of polylactic acid composites reinforced with coconut shell activated carbon”, *Materials Research Express*, Vol. 11, No. 11, 2024.
2. Ramli, M. R. M., Mohammad, A. W., Takriff, M. S., y Giwa, A. O., “Advancements in integrating activated carbon with membrane bioreactors for enhanced removal of emerging contaminants”, *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*, Vol. 196, 2026.



PREPARACIÓN DE UN COMPOSITO DE QUITOSANO Y POLIANILINA PARA ADSORCIÓN DE CONTAMINANTES

Área: Materiales
Modalidad: cartel.

Fernanda Guadalupe Escobedo Martínez*, Víctor M. Ovando-Medina
Unidad Académica Multidisciplinaria Region Altiplano UASLP, Matehuala SLP, Méx
a276200@alumnos.uaslp.mx

Resumen

El presente proyecto se centra en la síntesis de un material elaborado a base de quitosano recubierto con polianilina, para observar su capacidad de remoción de colorantes en el agua, el quitosano al ser un biopolímero natural derivado de la quitina reconocido por su alta capacidad de adsorción y bajo impacto ambiental es de gran ayuda. Además, la polianilina permite modificar sus propiedades para el favorecimiento de la interacción con compuestos orgánicos como los colorantes presentes en aguas residuales.

La justificación de este trabajo se basa en la creciente problemática de contaminación de aguas por colorantes en industrias textiles, alimentarias y químicas, las cuales son difíciles de eliminar con métodos convencionales además afectando la calidad del agua. En este contexto, el desarrollo de materiales adsorbentes eficientes, amigables con el ambiente y además económicos son una alternativa viable para el tratamiento de aguas contaminadas [1].

El objetivo principal de este fue sintetizar un material híbrido de quitosano y polianilina mediante oxidación química de anilina y evaluar su capacidad de remoción de colorantes mediante espectroscopía con UV/Vis. Para ello se dispersaron 10 g de quitosano en 100 mL de agua, luego se agregó 1g de anilina en agitación por 15 min a baño maría a 70 °C para pasar a disolver 2.89 g de persulfato de potasio en 20 mL de agua gota a gota agitando por 1 hora para después filtrarlo al vacío y lavarlo con agua, terminando de lavar con etanol y secar a 70 °C por 1 hora. El composito fue caracterizado mediante en el FTIR y UV/Vis.

Las pruebas de adsorción de colorante fueron como sigue: en un tubo cónico se agregaron 40 mL de una solución con colorante Negro Reactivo-5 a 40 a 10 mg/L agregándole diferentes cantidades del composito quitosano/polianilina en agitación. Se tomaron muestras de la fase acuosa, se centrifugaron y se determinó su concentración mediante UV-Vis. Se observó que para una carga de adsorbente de 1 g/L y una concentración inicial de colorante de 20 mg/L, se logra una remoción total en 45 min de contacto.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ritter, M. T. (2024). *Soluciones ambientalmente amigables para el tratamiento de medios acuosos conteniendo colorantes textiles: Zeolitas procedentes de residuos y biomasa bacteriana* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).

Agradecimientos: Al Dr. Ovando por su paciencia y enseñanzas, a Isabela Cruz por su ayuda, a la M.C.A. Camerina-Janeth Guzmán Álvarez por su ayuda en la caracterización del composito y a mis padres.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UiO-66 FUNCIONALIZADO Y SU EVALUACIÓN EN LA CAPTURA DE SARS-COV-2

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Irving Adrian Gonzalez Lara ^{a,b}, Ana María Aguilar Brondo ^a, Zoila Leticia Carrales García ^a, Lourdes Guadalupe Coronado Alvarado ^a, Marina Guadalupe Cardona Camacho ^a, Francisco Javier Enriquez Medrano ^c, Denis Aidee Cabrera Munguia ^b, Jesús Alejandro Claudio Rizo ^b

^aLaboratorio de Biología Molecular, Laboratorio Estatal de Salud Pública de Coahuila, Servicios de Salud de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^bMateriales Avanzados, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^cQuímica Macromolecular y Nanomateriales, Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.

irving.gonzalez@uadec.edu.mx*

Palabras clave: MOFs, UiO-66, SARS-CoV-2, Carga viral, funcionalización

Resumen

Las infecciones virales representan una amenaza global, especialmente las causadas por virus envueltos como SARS-CoV-2, dengue, influenza y sarampión, caracterizados por su alta transmisibilidad, capacidad de adaptación y potencial pandémico. [1-2]. En este contexto, las estructuras metal-orgánicas (MOFs) han emergido como materiales innovadores por su alta área superficial, porosidad y versatilidad química, destacándose el UiO-66 por su estabilidad estructural y capacidad de funcionalización para la adsorción de partículas biológicas. [3-4] El presente estudio tuvo como objetivo sintetizar y caracterizar UiO-66 y sus derivados funcionalizados (UiO-66-NH₂ y UiO-66-SO₃H), así como evaluar el efecto de la funcionalización en la captura de SARS-CoV-2. La síntesis se realizó mediante método hidrotermal y la caracterización mediante DRX, SEM y FT-IR confirmando su estructura cristalina y los grupos funcionales en la superficie del material. [5-6]. La actividad biológica se evaluó mediante la captura viral en medio de transporte viral, con incubación de 30 min con agitación, seguida de extracción de ácidos nucleicos (Qiagen) y detección por RT-qPCR del gen N de SARS-CoV-2, incluyendo RNasa P [7]. Los resultados mostraron que el control (MTV sin MOF) se consideró la referencia, con 0% de remoción viral. El UiO-66 sin funcionalizar presentó una remoción mínima (13.5%), mientras que el UiO-66-SO₃H alcanzó una remoción intermedia (86.6%). En contraste, el UiO-66-NH₂ mostró la mayor eficiencia, con una remoción de 98.9%, indicando una reducción casi total del virus libre. Los ensayos por triplicado permitieron estimar la variabilidad (media $\pm$ desviación estándar), y el ANOVA evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$), confirmando el efecto de la funcionalización del MOF. El mecanismo de acción se asocia a la interacción entre el MOF y la proteína Spike del SARS-CoV-2. A pH fisiológico, presenta regiones negativas que favorecen interacciones electrostáticas y puentes de hidrógeno con los grupos –NH₂, promoviendo la adsorción viral. La amplificación estable del gen RNasa P confirmó la selectividad del material y la ausencia de inhibición en el sistema de detección. Estos descubrimientos establecen al UiO-66-NH₂ como una plataforma prometedora para aplicaciones en la captura viral, la filtración biológica y la reducción de la carga viral en infecciones por virus envueltos.

Referencias bibliográficas

- [1] F. Wu *et al.*, «A new coronavirus associated with human respiratory disease in China», *Nature*, vol. 579, n.º 7798, pp. 265-269, mar. 2020, doi: 10.1038/s41586-020-2008-3.
- [2] M. G. Guzman y E. Harris, «Dengue», *The Lancet*, vol. 385, n.º 9966, pp. 453-465, ene. 2015, doi: 10.1016/S0140-6736(14)60572-9.
- [3] H. Furukawa, K. E. Cordova, M. O’Keeffe, y O. M. Yaghi, «The Chemistry and Applications of Metal-Organic Frameworks», *Science*, vol. 341, n.º 6149, p. 1230444, ago. 2013, doi: 10.1126/science.1230444.
- [4] J. H. Cavka *et al.*, «A New Zirconium Inorganic Building Brick Forming Metal Organic Frameworks with Exceptional Stability», *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 130, n.º 42, pp. 13850-13851, oct. 2008, doi: 10.1021/ja8057953.
- [5] M. J. Katz *et al.*, «A facile synthesis of UiO-66, UiO-67 and their derivatives», *Chem. Commun.*, vol. 49, n.º 82, p. 9449, 2013, doi: 10.1039/c3cc46105j.
- [6] A. C. Walls, Y.-J. Park, M. A. Tortorici, A. Wall, A. T. McGuire, y D. Veasler, «Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein», *Cell*, vol. 181, n.º 2, pp. 281-292.e6, abr. 2020, doi: 10.1016/j.cell.2020.02.058.
- [7] O.-E. Plastiras *et al.*, «Cytotoxicity and effectiveness of archetypal Metal-Organic Frameworks (HKUST-1, UiO-66, MIL-53, MIL-125) against coronaviruses (HCoV-229E and SARS-CoV-2)», *Microporous Mesoporous Mater.*, vol. 367, p. 112975, mar. 2024, doi: 10.1016/j.micromeso.2023.112975.



LÍQUIDOS IÓNICOS ANFIFÍLICOS C1EG Y T2EG: NUEVOS TENSOACTIVOS PARA LA SÍNTESIS DE LÁTICES DE POLIESTIRENO

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

José Julio Solano Covarrubias ^a, Gloria Marisol Neira Pérez ^a, Lorena Farías Cepeda ^{a*}, René D. Peralta Rodríguez ^b, Anilú Rubio Ríos ^a, Gladys Y. Cortez Mazatán ^b

^a Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza S/N y José Cárdenas Valdés, Col. República Oriente, C.P. 25280, Saltillo, Coah., México.

^b Centro de Investigación en Química Aplicada, Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No. 140, C.P. 25294, Saltillo, Coah., México.

* lorenafarias@uadec.edu.mx

Palabras clave: Polimerización en emulsión, Líquidos iónicos, Cinética de polimerización, Estabilidad coloidal

Resumen

La polimerización en emulsión es una técnica ampliamente utilizada para la síntesis de polímeros en dispersión acuosa, en la que el tensoactivo desempeña un papel fundamental en la estabilidad del sistema y en el control de las propiedades del látex resultante [1]. En este trabajo se estudió la polimerización en emulsión de estireno en un reactor tipo batch a 70 °C, empleando dos líquidos iónicos de tipo glicol éter, C1EG (CMC = 0.14%) y T2EG (CMC = 0.25%), como tensoactivos alternativos a los surfactantes convencionales [2], y persulfato de potasio (KPS) como iniciador.

Durante el desarrollo experimental se identificó que el sistema requería una etapa de preagitación de 30 minutos a 500 rpm, previa a la inyección del iniciador, para lograr la emulsificación adecuada del estireno, lo que sugiere que ambos líquidos iónicos presentan una cinética de adsorción interfacial más lenta que la de los tensoactivos convencionales [3]. Una vez inyectado el iniciador, la agitación se redujo a 250 rpm para mantener la estabilidad del sistema durante la reacción.

La evolución de la conversión en función del tiempo siguió el comportamiento característico de la polimerización en emulsión, con los tres intervalos típicos bien definidos: nucleación de partículas (intervalo I), crecimiento a velocidad constante con monómero en reservorio (intervalo II) y agotamiento del monómero hasta la conversión final (intervalo III) [1]. Este comportamiento se observó tanto para el C1EG como para el T2EG en todas las concentraciones estudiadas (1.5, 3, 5 y 8 veces la CMC respectiva). Al incrementar la concentración de líquido iónico, la velocidad de polimerización aumentó en ambos sistemas, lo cual es consistente con una mayor densidad micelar que favorece la nucleación y genera un mayor número de partículas poliméricas activas [3]. Los tamaños de partícula obtenidos se encuentran dentro del intervalo típico reportado para la polimerización en emulsión.

Los resultados demuestran el potencial de los líquidos iónicos de tipo glicol éter como tensoactivos funcionales en sistemas de polimerización en emulsión, lo que abre la posibilidad de diseñar procesos más sustentables con surfactantes de menor impacto ambiental.

Referencias

- [1] Buettner, C.S., Cognigni, A., Schröder, C., Bica-Schröder, K. *Surface-active ionic liquids: A review*. Journal of Molecular Liquids, 2022, 347, 118160.
- [2] Jiménez-Victoria, A., Peralta-Rodríguez, R.D., Saldivar-Guerra, E., Cortez-Mazatán, G.Y., Soriano-Melgar, L.A., Guerrero-Sánchez, C. *Emulsion Polymerization Using an Amphiphilic Oligoether Ionic Liquid as a Surfactant*. Polymers, 2022, 14(17), 3475.
- [3] El Seoud, O.A., Keppeler, N., Malek, N.I., Galgano, P.D. *Ionic Liquid-Based Surfactants: Recent Advances in Their Syntheses, Solution Properties, and Applications*. Polymers, 2021, 13(7), 1100.

Agradecimientos: Se agradece a la SECITHI por los fondos para la realización de esta investigación, a través del proyecto CBF-2025-I-3742.



Síntesis y evaluación de un copolímero BuA–MMA reforzado con residuo lignocelulósico de *Lavandula angustifolia* mediante polimerización en emulsión

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Mayra Aboytes Díaz^a, Lucero Rosales Marines^{a*}, Lorena Farías Cepeda^a, Jesús David Flores Oyervides^a

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza esq. José Cárdenas V., C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México
lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Lavanda, lignocelulósico, copolimerización, acrílico, refuerzo

Resumen

La creciente acumulación de subproductos, derivados de la extracción de compuestos naturales en diversos procesos industriales, ha impulsado la necesidad de implementar estrategias sostenibles y de economía circular que permitan su aprovechamiento. Estos residuos, ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina, poseen propiedades estructurales y funcionales que pueden ser utilizados para el desarrollo de materiales compuestos reforzados con fibras naturales [1,2].

En este trabajo se evaluó la incorporación de residuos de *Lavandula angustifolia* (provenientes de extracción asistida con ultrasonido) como agentes reforzantes en una matriz acrílica. El tamaño de partícula aproximado fue de 0.5 mm, y el material polimérico se basó en un copolímero de Butil acrilato (BuA) y Metil acrilato (MMA). El objetivo principal fue evaluar la viabilidad del uso de este residuo como refuerzo, analizando el efecto de distintas concentraciones de fibra (0, 5, 10, 15 y 20 % p/p respecto a los monómeros) sobre la formación de película, homogeneidad e integridad estructural del material compuesto.

Para facilitar la interacción entre la fibra y la matriz, el residuo se sometió a un tratamiento alcalino con hidróxido de sodio, con el fin de eliminar componentes amorfos e impurezas superficiales. Por su parte, la síntesis de la matriz acrílica se realizó vía polimerización en emulsión en medio acuoso, empleando un surfactante y un iniciador radicalario térmico. El refuerzo lignocelulósico fue incorporado mediante un método ex situ y las películas compuestas se obtuvieron mediante la técnica de casting.

Actualmente, el proyecto contempla realizar estudios de propiedades mecánicas y microbiológicas, con el propósito de evaluar el desempeño del material compuesto y determinar su potencial aplicación.

Referencias y citas bibliográficas

1. Parameswaranpillai, J., Gopi, J. A., Radoor, S., D, M. D. C., Krishnasamy, S., Deshmukh, K., Hameed, N., Salim, N. V., & Sienkiewicz, N. (2022). Turning waste plant fibers into advanced plant fiber reinforced polymer composites: A comprehensive review. *Composites Part C Open Access*, 10, 100333. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2022.100333>
2. Castañeda, J. L. S., Montoya, J. W. R., Figueroa, A. Q., & Navarro, F. A. M. (2017). Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica. *Tecnura*, 21(51), 57. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a04>

Agradecimientos: Al laboratorio de polimerización de la Facultad de Ciencias Químicas (UADEC) por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.



INFLUENCIA DEL TIPO Y CONCENTRACIÓN DE EMOLIENTES SOBRE LA ESTABILIDAD Y PROPIEDADES SENSORIALES DE EMULSIONES COSMÉTICAS

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Yohana Fernanda Saldaña Rocha^a, Lucero Rosales Marines^{a*}
^a Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, Mexico,
lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Emulsiones cosméticas, emolientes, estabilidad, propiedades sensoriales.

Resumen

Las emulsiones cosméticas son sistemas formados por dos fases inmiscibles estabilizadas mediante agentes emulsificantes, cuya estabilidad física representa un factor importante para garantizar la calidad y funcionalidad del producto durante su almacenamiento y aplicación. Además, la incorporación de emolientes influye en propiedades sensoriales como la suavidad, absorción y sensación sobre la piel.

En el presente trabajo se desarrollaron cuatro formulaciones de emulsiones cosméticas variando el tipo y la concentración de los emolientes empleados, con el propósito de evaluar su influencia sobre la estabilidad física y las propiedades sensoriales de las emulsiones obtenidas.

La estabilidad de las formulaciones se evaluó mediante pruebas de centrifugación y ciclos térmicos, además de la determinación de pH y densidad. Las pruebas de centrifugación se realizaron a 3000 rpm durante 20 minutos, sin observar separación de fases en ninguna de las formulaciones. Por otra parte, en los ciclos térmicos preliminares las emulsiones fueron sometidas a cambios de temperatura entre 4 °C y 40 °C cada 24 horas, manteniendo estabilidad física y ausencia de cambios visibles.

Las formulaciones presentaron densidades de 1.00 g/mL para F1 y F4, 0.94 g/mL para F2 y 0.96 g/mL para F3, mientras que todas registraron un pH cercano a 6. En las pruebas sensoriales, las formulaciones F3 y F4 mostraron menor sensación grasosa y una textura más ligera en comparación con las demás formulaciones, resultados que coincidieron con los valores de densidad obtenidos.

Los resultados preliminares sugieren que la formulación F3 presenta un equilibrio favorable entre estabilidad física y propiedades sensoriales, mostrando potencial para el desarrollo de emulsiones cosméticas de textura ligera.

Referencias y citas bibliográficas

1. Durán Gómez, L. C. (2008). "Estudio de sistemas duales en la fabricación de emulsiones cosméticas". Tesis, Universidad de los Andes. Repositorio Institucional Séneca. Repositorio Uniandes
2. Guamán, K. A. (2023). "Desarrollo de una emulsión cosmética tipo crema facial utilizando aceites vegetales y evaluación de su estabilidad fisicoquímica". Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Repositorio Institucional ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21309>.

Agradecimientos: Al laboratorio de Procesos de Polimerización de la Facultad de Ciencias Químicas (UADEC) por las facilidades prestadas para la realización de este proyecto.



BIOCERÁMICO $\text{Ca}(\text{Si}_{2-x}\text{Se}_x)\text{MgO}_6$ ($x=0, 1, 5\%$ mol): SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

F. Sebastián López-Rodríguez^a, Carolina Del Toro-Martínez^a, Sandra C. Esparza-González^b, Rodolfo Ramos-González^a, Elia Martha Múzquiz-Ramos^a, Claudia M. López-Badillo^a.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México,

^bUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Odontología, Saltillo, Coahuila, México,
cllopezb@uadec.edu.mx

Palabras clave: diópsido, selenio, sol-gel, biocerámico.

Resumen

El diópsido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) es un material de interés biomédico por su estabilidad, propiedades mecánicas y capacidad para formar apatita superficial en condiciones fisiológicas [1,2]. Estas características lo hacen atractivo para aplicaciones en ingeniería de tejidos óseos, recubrimientos bioactivos e implantes [1]. Por su parte, el selenio aporta propiedades antioxidantes, antimicrobianas y de regulación celular [2]. Dado que el diópsido no presenta actividad antibacteriana, se tiene como objetivo sintetizar diópsido dopado con selenio ($\text{Ca}(\text{Si}_{2-x}\text{Se}_x)\text{MgO}_6$, $x=0, 1$ y 5% mol) mediante el método sol-gel para favorecer su actividad antibacteriana. La metodología consistió en obtener el diópsido dopado con selenio, a partir de los reactivos de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, $\text{SeCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ y etanol, una vez obtenido el gel, este se secó durante 24 h a 80°C , y posteriormente se trató térmicamente la mezcla a 800°C durante 2 h. El diópsido dopado con selenio fue analizado por las técnicas de difracción de rayos X (DRX), difracción láser (DLS), y se evaluó su viabilidad celular mediante el ensayo de MTT, empleando fibroblastos humanos, y su actividad antibacteriana empleando las bacterias *S. epidermidis* y *E. coli*. De acuerdo con los resultados obtenidos por DRX, se logró obtener la fase diópsido dopada con selenio a los 800°C , sin la presencia de fases secundarias, obteniéndose una disminución del tamaño de partícula conforme se incrementó el contenido de selenio, así como un incremento en la actividad antibacteriana contra la bacteria *S. Epidermidis*, sin embargo, contra la bacteria *E. Coli* no se observó ningún efecto antibacteriano, la viabilidad celular *in vitro* que se obtuvo para todas las composiciones fue por arriba del 90%, obteniéndose un material con potenciales aplicaciones biomédicas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Joseph, S., Govardhan, V., Nedunchezian, S. T., Varkey, D. R., Abraham, J., Choudhary, R., & Swamiappan, S. "Zinc-doped calcium magnesium silicate ceramics: A comprehensive study on bioactivity, mechanical strength, and microbial resistance", *VNU Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 10, No. 1, p. 1-15, 2025.
2. Shahrouzifar, M. R., & Salahinejad, E. (2019). "Strontium doping into diopside tissue engineering scaffolds", *Ceramics International*, Vol. 45, No. 8, 10176-10181, 2019.
3. Sarin, N., Singh, K. J., Singh, D., Arora, S., Singh, A. P., & Mahajan, H. "Preliminary studies of strontium and selenium binary doped $\text{CaO-SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-MgO}$ bioceramics for faster growth of hydroxyapatite and bone regeneration applications", *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 253, No. 1-14, 2020.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA FUNCIONALIZADAS CON QUITOSANO Y CARGADAS CON TEMOZOLOMIDA PARA POSIBLES APLICACIONES EN NEUROBLASTOMAS

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Hernández Arroyo, L.F.¹; Álvarez López, A.¹; Galindo de la Rosa, J.D.¹; Méndez Hernández, I.C.²; Antaño López, R.³ y Rodríguez López, A.^{1,4}

¹Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010, México.

²Universidad Nacional Autónoma de México Campus Juriquilla
Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, la mesa, 76230 Juriquilla, Qro.

³Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.
Parque Tecnológico Querétaro, s/n, San Fandila, C.P. 76703, Pedro Escobedo, Qro.

⁴Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui
Carretera Federal 57, km 31+150, S/N Santa Rosa Jáuregui, 76220 Santiago de Querétaro, Qro.

Palabras clave: Nanomateriales, Temozolomida, Magnetita, Quitosano, Terapia.

Resumen

En el actual trabajo se presenta el desarrollo del proyecto en el que se sintetizó y caracterizó un nanomaterial formado por nanopartículas de magnetita recubiertas con quitosano y cargadas con temozolomida con la finalidad de transportar el fármaco y liberarlo de forma localizada y progresiva. En los últimos años el cáncer ha sido uno de los principales objetivos de la investigación de diferentes áreas de la ciencia debido a su gran tasa de mortalidad, a pesar de que se han implementado diversos tratamientos, aún se continúa la investigación para mejorar la eliminación de células cancerígenas. Particularmente los neuroblastomas, que son malignidades relacionadas al sistema nervioso simpático, son una enfermedad recurrente en niños de edades circundantes a 5 años. En la mayoría de los casos tiene un pronóstico fatal y en aquellos en que es operable normalmente se tiene reincidencia y un desarrollo de resistencia al tratamiento con quimioterapia. Esta enfermedad presenta un completo reto para su tratamiento debido a la rapidez con la que presenta metástasis y se llega a una etapa terminal. Por ello, en esta propuesta de proyecto, se investiga una posible mejora desde una perspectiva nanotecnológica empleando nanopartículas de magnetita recubiertas con quitosano que fungirán como medio de transporte para temozolomida (TMZ), que es un fármaco ampliamente usado contra neuroblastomas. Este medicamento es utilizado para el tratamiento de neuroblastomas de forma tradicional, pero aún no se conoce con certeza su efectividad a través de un vector de entrega nanométrico. En esta investigación se elaboraron nanopartículas magnéticas, se funcionalizaron con quitosano y se cargaron con el agente antitumoral TMZ.

Para determinar las características de este nanomaterial se emplearon técnicas como la dispersión dinámica de la luz (DLS) para conocer su tamaño en medios acuosos y correlacionar los datos de su tamaño con la posible actividad en medios fisiológicos. Adicionalmente los estudios de potencial Z obtenidos marcan, debido al cambio en el valor del potencial asociado al recubrimiento y carga de las partículas, las condiciones del medio en el cual se puede tener en dispersión estable el nanomaterial asegurando su movilidad.

Agradecimientos: Se agradece al Dr. Aáron Rodríguez López por su asesoría y acompañamiento académico, así como al Dr. Juan de Dios de la Rosa Galindo por su apoyo técnico y facilitación de materiales para el desarrollo de este trabajo.



CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE HIDROGELES SINTETIZADOS A BASE DE ÁCIDO-2-ACRILAMIDO-2-METIL PROPANOSULFONICO

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Abril Corina Olivares Ariza^a, Miriam Vega Hernández^b, Valeria González Coronel^b, Adrián Badillo Morales^c,
José Juan Cedillo-Portillo^a, Guillermo Soriano Moro^a

^aCentro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

^bFacultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

^cLaboratorio de Innovación y Materiales Aplicados-DITCo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México
oa224470268@alm.buap.mx

Palabras clave: Hidrogeles, polímero de AMPS, Hinchamiento, Remoción

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito evaluar la remoción de azul de metileno (AM) empleando dos hidrogeles sintetizados a partir de Ácido 2 acrilamido-2-metil propanosulfónico (AMPS), Goma Gellan (GG) y Quitosano (Q), identificados como A21, para el homopolímero (poli[AMPS]), y C21 para el compuesto (poli[AMPS]/GG/Q). La **justificación** se basa en la creciente evidencia de contaminación por colorantes en aguas superficiales y subterráneas, que constituyen la base de la vida en el planeta. En este sentido, encontrar alternativas sustentables que permitan la remoción de este tipo de sustancias es un foco principal para la Agenda 2030, referenciando los ODS 6 y 14. El **objetivo** principal fue evaluar la eficacia de hidrogeles sintetizados a partir de AMPS, GG y Q para eliminar colorantes catiónicos. La **metodología** consistió en polimerización, vías radicales libres, del AMPS, generando poli[AMPS], el cual fue entrecruzado químicamente con *N,N*-Metilenbiscrilamida (NNMBA). De igual forma, para la síntesis del compuesto, se mezclaron la GG y la Q en el sistema de reacción. Posteriormente, estos se gelificaron a 60 °C durante 2 h. Finalmente, se sometieron a lavados y se secaron en un horno a 60 °C. Se realizaron caracterizaciones gravimétricas, TGA, IR y SEM. La evaluación del AM consistió en cinéticas de remoción, variación de la cantidad másica, así como diferentes concentraciones del colorante y variación del pH (2,4,7,9). Asimismo, se hicieron evaluaciones con *Daphnia Magna* para evaluar la toxicidad de los materiales sintetizados.

Los **resultados** demostraron que los hidrogeles son de un alto grado de absorción de agua (% Abs) al alcanzar el 98.26 y 98.8 %, con una capacidad de 88.47 y 58.33 g/g. La remoción de AM detalla que la adsorción sigue una cinética de Pseudo Segundo Orden (adsorción del tipo quimisorción) [2], en donde con una masa de 0.0125 g de ambos hidrogeles, se alcanzó una capacidad de adsorción máxima de 1660.389 y 1191.924 mg/g. Los ajustes de las isothermas demostraron un comportamiento del tipo Sips, detallando que los sitios de adsorción no son energéticamente iguales [1]. Las evaluaciones con *Daphnia Magna* detallaron que los hidrogeles son pueden ser aplicados en función de la norma NMX-AA-087-SCFI-2010.

Referencias y citas bibliográficas

1. Kumar, K. V., Serrano-Ruiz, J. C., Souza, H. K. S., Silvestre-Albero, A. M., & Gupta, V. K. (2011). Site Energy Distribution Function for the Sips Isotherm by the Condensation Approximation Method and Its Application to Characterization of Porous Materials. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 56(5), 2218–2224. <https://doi.org/10.1021/jc101240f>
2. Zhou, Y., Fu, S., Liu, H., Yang, S., & Zhan, H. (2011). Removal of methylene blue dyes from wastewater using cellulose-based superadsorbent hydrogels. *Polymer Engineering & Science*, 51(12), 2417–2424. <https://doi.org/10.1002/pen.22020>

Agradecimientos: Se agradece al Laboratorio de Química Ambiental del Centro de Química del Instituto de Ciencias de la BUAP por las facilidades otorgadas, así como a la SECIHTI por la beca concedida al CVU 2042907 y a la VIEP-BUAP por el financiamiento a través del proyecto ID-00364-2026.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

EVALUACIÓN DE BLÍSTER PET TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE ARENA EN MORTEROS DE CEMENTO DE SULFOALUMINATO DE CALCIO

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Víctor Romero Mateo^a, Marisol Gallardo Heredia^a, Aidé Sáenz Galindo^a, Marco Antonio García Lobato^a, Armando López Miranda^b, Yadira G. Maldonado^b.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México.

^bCentro Nacional de Metrología CENAM, El Marqués, Querétaro, México.

correo autor de marisol.gallardo@uadec.edu.mx

Palabras clave: Blíster, sulfoaluminato de calcio, fluidez, ángulo de contacto.

Resumen

El incremento en el consumo de empaques tipo blíster ha generado residuos plásticos de difícil reciclaje, impulsando su aprovechamiento en materiales de construcción para reducir el consumo de agregados naturales. En conjunto, el uso de residuos de blíster y cemento de sulfoaluminato de calcio el que es considerado una alternativa más sostenible al cemento Portland, representa una combinación potencial para el desarrollo de materiales cementicios verdes. El presente estudio evaluó el efecto de la sustitución parcial de arena por residuos de blíster tipo PET en morteros cementicios, mediante pruebas de fluidez, mediciones de ángulo de contacto y resistencia mecánica. El cemento de sulfoaluminato de calcio se analizó por DRX para determinar fases predominantes. El blíster fue llevado a un molino de cuchillas y posteriormente tamizado por la malla ASTM 5. Posteriormente se caracterizó mediante FTIR para identificar sus grupos funcionales. Seguido a esto, se evaluó el ángulo de contacto sin tratamiento y tratado con una solución de NaOH 1 M durante 30 min, para analizar humectabilidad y compatibilidad con la matriz cementicia. Se elaboraron mezclas con relaciones cemento/agregado de 1:2.75, agua/cemento de 0.44 y sustituciones volumétricas de arena por blíster sin modificación superficial de 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 30 %, 50 % y 80 %. Se realizó la prueba de fluidez conforme a la norma ASTM C230 y se evaluó la resistencia a compresión a los 28 días de curado en las mezclas con mejor trabajabilidad. Los resultados mostraron que el blíster presentó bandas características del tereftalato de polietileno, mientras que el DRX del cemento identificó fases como sulfoaluminato de calcio, belita y anhidrita. Las mezclas con 10 % y 30 % de sustitución presentaron la mejor trabajabilidad (45 % y 38.2 %). Respecto al ángulo de contacto, el blíster sin tratamiento presentó valores aproximados a 90°, reflejando una naturaleza hidrofóbica, mientras que en el tratado con NaOH presentó ángulos cercanos a 60°, indicando una mayor humectabilidad y posible compatibilidad con la matriz cementicia. Finalmente, las pruebas de resistencia mecánica a los 28 días presentaron valores dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C-109.

Referencias y citas bibliográficas

J. Schmidt, L. Grau, M. Auer, R. Maletz y J. Woidasky, "Multilayer Packaging in a Circular Economy", *Polymers*, Vol. 14, No. 9, p. 1825-1840, 2022.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE DIÓPSIDO OBTENIDO POR SOL-GEL Y EVALUACIÓN DE SU VIABILIDAD CELULAR

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Yussef Zablah Sálas^a, Luis L. Samaniego-Arroyo^a, René Allende-Mata^b, Cynthia Luevanos-Martínez^a, Brenda Cruz-Ortiz^a, Claudia M. López-Badillo^a.

^aUniversidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México,

^bInstituto Tecnológico de Saltillo, Saltillo, Coahuila, México.

clopezb@uadec.edu.mx

Palabras clave: dióxido, sol-gel, biocerámico.

Resumen

El dióxido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) es un biocerámico que presenta buena biocompatibilidad, estabilidad y capacidad para inducir la formación de apatita en condiciones fisiológicas. Estas propiedades lo convierten en un material relevante para aplicaciones en regeneración ósea [1]. Sin embargo, su síntesis mediante reacción en estado sólido requiere temperaturas elevadas ($\sim 1200^\circ\text{C}$). El objetivo de este trabajo fue sintetizar dióxido mediante el método sol-gel a temperaturas más bajas ($800\text{--}1000^\circ\text{C}$) y evaluar sus propiedades fisicoquímicas y su viabilidad celular. La síntesis se llevó a cabo utilizando $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ y etanol, bajo agitación constante y manteniendo un pH de 5. Una vez obtenido el gel, se secó durante 24 h a 80°C y, posteriormente, las muestras se sometieron a tratamiento térmico a 800, 900 y 1000°C durante 2 h. Los materiales obtenidos se caracterizaron mediante difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). La viabilidad celular se evaluó mediante el ensayo MTT empleando fibroblastos humanos. Los resultados de DRX confirmaron la formación de la fase dióxido a partir de 800°C , sin necesidad de alcanzar temperaturas convencionales más elevadas. A temperaturas de $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ se observó la presencia de fases secundarias, identificadas como akermanita ($\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$) y monticelita (CaMgSiO_3). Asimismo, mediante MEB, se observó una morfología cuasi esférica de las partículas, con un tamaño de partícula promedio de $\sim 1\ \mu\text{m}$. La evaluación biológica mostró una viabilidad celular in vitro superior al 99 %, lo que sugiere que el material sintetizado presenta un alto potencial para aplicaciones biomédicas.

Referencias y citas bibliográficas

1. Iwata, N. Y., Lee, G., Tsunakawa, S., Tokuoka, Y., & Kawashima, N. "Preparation of diopside with apatite-forming ability by sol-gel process using metal alkoxide and metal salts", *Colloids and Surfaces B Biointerfaces*, Vol. 33, No. 1, p. 1–6, 2003.



HIDROGELES COMPUESTOS DE GOMA DE TRAGACANTO/POLI(AMPS) COMO ADSORBENTES SOSTENIBLES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS EN SOLUCIONES ACUOSAS

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

José Juan Cedillo Portillo^a, Guillermo Soriano Moro^a, Teresa Zayas Pérez^a, Miriam Vega Hernández^b, Valeria González Coronel^b,
Jorge Cerna Cortez^c

^aCentro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^bFacultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

^cLaboratorio de Innovación y Materiales Aplicados-DITCo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México

josejuan.cedilloportillo@viep.com.mx, jesus.soriano@correo.buap.mx

Palabras clave: Hidrogeles, Polímeros, Gomas naturales

Resumen

La contaminación de cuerpos de agua por colorantes catiónicos, como el azul de metileno (MB), representa un desafío ambiental crítico debido a su toxicidad y persistencia¹. La presente investigación se justifica en la necesidad de desarrollar materiales adsorbentes sostenibles, biocompatibles y de alta eficiencia que superen las limitaciones de los métodos de tratamiento convencionales, a menudo costosos o ecológicamente cuestionables². El objetivo de este trabajo fue sintetizar y caracterizar un hidrogel compuesto a partir de la integración sinérgica de goma de tragacanto (TG) y poli(ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico) poli(AMPS), evaluando su desempeño en la remoción de MB y su perfil ecotóxico.

La metodología consistió en la síntesis de hidrogeles mediante polimerización por radicales libres en solución acuosa, utilizando *N,N'*-metilenbisacrilamida como agente de entrecruzamiento y persulfato de potasio como iniciador, variando la concentración de monómeros y la carga de biopolímero (1 % y 3 % p/p). Se evaluó el comportamiento cinético de hinchamiento, el efecto del pH (2-9), la selectividad frente a la rodamina B, el equilibrio de adsorción (modelos de Sips, Temkin y Elovich) y la toxicidad aguda en *Daphnia magna*.

Los resultados demuestran que el hidrogel sintetizado exhibe una capacidad de hinchamiento superior a 300 g·g⁻¹ y una alta sensibilidad al pH, con una remoción óptima (>98 %) en condiciones neutras y básicas. La cinética de adsorción de MB fue rápida, alcanzando el equilibrio a los 240 min con una capacidad de adsorción experimental de 376.2 mg·g⁻¹. El modelo de Sips fue el que presentó el mejor ajuste ($R^2 = 0.9691$), evidenciando la naturaleza heterogénea de la matriz polimérica. Finalmente, los ensayos ecotóxicos confirmaron la biocompatibilidad del material, obteniendo una Concentración sin Efecto Observado (NOEC) de 33.33 mg/L. En conclusión, el hidrogel compuesto TG/poli(AMPS) se posiciona como una alternativa ecológica, eficiente y segura para la remediación de efluentes industriales contaminados con colorantes catiónicos, cumpliendo con los principios de la química verde.

Referencias y citas bibliográficas

1. S. Li, Y. Cui, M. Wen, and G. Ji, "Toxic Effects of Methylene Blue on the Growth, Reproduction and Physiology of *Daphnia magna*," *Toxics*, vol. 11, no. 7, p. 594, Jul. 2023, doi: 10.3390/toxics11070594.
2. A. Ikhlaiq *et al.*, "Methylene blue (MB) removal from aqueous solution by alum; catalytic ozonation process," *Discov. Chem. Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 8, May 2024, doi: 10.1007/s43938-024-00046-9.

Agradecimientos: Se agradece al Centro de Química del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a la SECIHITI por las facilidades y la beca de estancia posdoctoral otorgada a JJCP con No. CVU-863187, así como a la VIEP-BUAP por el financiamiento a través del proyecto ID-00364-2026.



DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ANALÍTICOS DE UN ELECTRODO DE FTO MODIFICADO CON ÓXIDO DE COBRE PARA LA DETECCIÓN DE GLUCOSA

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Elsa Nadia Aguilera González^a, Karla Andrea Vallejo Bautista^a, Antonia Martínez Luévanos^a, Sofía Estrada Flores^a

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México

elsaaguilera@uadec.edu.mx

Palabras clave: electrodo modificado, glucosa, parámetros analíticos, óxido de cobre

Resumen

El presente trabajo tuvo como propósito determinar los parámetros analíticos de un electrodo de dióxido de estaño dopado con flúor (FTO) modificado con óxido de cobre para la detección electroquímica de glucosa. La modificación superficial de electrodos mediante partículas metálicas u óxidos metálicos ha demostrado mejorar significativamente el desempeño electroquímico de los sensores. Los óxidos de cobre (Cu_2O y CuO) presentan propiedades electrocatalíticas favorables para la oxidación no enzimática de glucosa, por lo que son uno de los compuestos más utilizados para modificar e incrementar la transferencia electrónica de los electrodos para la detección electroquímica de glucosa. No obstante, para poder utilizar con fiabilidad los electrodos modificados como dispositivos de medición, es necesario realizar una evaluación en profundidad de sus parámetros analíticos. El objetivo central fue determinar el rango de operación, la sensibilidad, el límite de detección (LOD), el límite de cuantificación, (LOQ) y la precisión del electrodo de óxido de cobre/FTO para detección de glucosa. La modificación del electrodo FTO se realizó mediante la deposición electroquímica de cobre a potencial constante y su posterior oxidación electroquímica a óxido de cobre por voltamperometría cíclica y la aplicación de tratamiento térmico. Como precursor se utilizó una solución de sulfato de cobre pentahidratado 0.01M preparada en ácido sulfúrico 0.1M. Para la determinación de los parámetros analíticos se prepararon 3 réplicas del electrodo óxido de cobre/FTO. Las mediciones de glucosa con el electrodo modificado se realizaron mediante la técnica de cronoamperometría en medio alcalino. Los resultados mostraron que el electrodo óxido de cobre /FTO puede detectar glucosa en el rango de 0.05 mM a 2.5 mM, tiene una sensibilidad de 75.7 $\mu\text{A}/\text{mM}$, un límite de detección de 0.023 mM y un límite de cuantificación de 0.77 mM. Los resultados de la evaluación de la precisión del electrodo mostraron una desviación estándar relativa de 7.77 % para la repetibilidad y de 9.72% para la reproducibilidad, lo que indica que electrodo óxido de cobre/FTO puede detectar glucosa con precisión.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Noorhashimah Mohamad Nor, Nur Syafinaz Ridhuan and Khairunisak Abdul Razak, "Progress of Enzymatic Electrochemical Glucose Biosensor Based on Nanomaterial-Modified Electrode", *Biosensors*, 12, 1136, 2022.
2. Carlota Guati, Lucía Gomez-Coma, Marcos Fallanza and Inmaculada Ortiz, "Non-Enzymatic Amperometric Glucose Screen-Printed Sensors Based on Copper and Copper Oxide Particles", *Appl. Sci.*, 11, 10830, 2021.
3. Margalida Artigues, Jordi Abella and Sergi Colominas, "Analytical Parameters of an Amperometric Glucose Biosensor for Fast Analysis in Food Samples", *Sensors*, 17, 2620, 2017.



SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS Cu-M (M: Au, Pd Y Ag) MEDIANTE UN MÉTODO COMBINADO ELECTRODEPÓSITO + REEMPLAZAMIENTO GALVÁNICO PARA LA ELECTRO-OXIDACIÓN DE GLICEROL CRUDO

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Noé Arjona^a, Lorena Álvarez-Contreras^a, Abumalé Cruz-Salomón^b

^aCentro de Investigación en Materiales Avanzados S.C, Chihuahua, Chihuahua, México.

^bEscuela de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, Mexico.

noe.arjona@cimav.edu.mx

Palabras clave: Nanotecnología; nanomateriales; electrodepuestos; celdas de combustible; glicerol crudo.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito analizar el efecto de la composición de nanomateriales Cu-M empleando como co-metal Au, Pd y Ag, en la reacción de electro-oxidación de glicerol crudo. Por la diferencia en potenciales termodinámicos, estos fueron añadidos a los materiales de cobre a través del método de reemplazamiento galvánico. La **justificación** de este trabajo radica en que el mundo enfrenta retos energéticos con la continua y creciente demanda energética asociada con el incremento global de la población. Asimismo, esta demanda energética debe ser provista a través de tecnologías eficientes, con baja huella de carbono, que funcionen bajo principios de sustentabilidad. Entre ellas, las celdas de combustible definidas como sistemas electroquímicos de conversión de energía química a eléctrica representan una solución en diversas aplicaciones de mediana demanda (del orden de 1kW a GW) [1]. Asimismo, estas pueden operar mediante combustibles provenientes de procesos ecológicos que permiten una economía circular. El glicerol crudo es un desecho de la industria del biodiesel [2], su re-valorización permite incrementar el carácter verde de la tecnología de celda de combustible.

El **objetivo** central fue comparar el desempeño en términos de densidad de corriente y potenciales de inicio/pico durante la electro-oxidación de glicerol crudo a través de voltamperometría cíclica. La **metodología** consistió en la síntesis por electrodeposición de un material de Cobre sobre un electrodo tridimensional de carbono (carbon paper Toray®) a través de cronoamperometría en un baño electrolítico de nitrato de Cobre + nitrato de Potasio. Posteriormente, los electrodos fueron lavados con agua desionizada y secados en atmosfera de nitrógeno. La incorporación de Au, Pd y Ag se realizó mediante un reemplazamiento galvánico, introduciendo electrodos con Cu sobre una solución de sales metálicas a temperatura de 80°C, durante algunos minutos para asegurar contenidos metálicos por debajo a 2 at. %. La reacción de electro-oxidación de glicerol crudo se evaluó por voltamperometría cíclica

Los **resultados** obtenidos por microscopía electrónica de barrido mostraron que los electrodepuestos de Cobre presentaban crecimiento dendrítico sobre la superficie tubular de los electrodos 3D de carbono. Sin embargo, una vez llevado a cabo su tratamiento térmico, las micrografías SEM mostraron un depósito 2D homogéneo sobre estas estructuras. El reemplazamiento galvánico y la cantidad de co-metal estuvo influido por la concentración inicial de sal precursora y tiempo de reemplazamiento, mientras que, análisis EDS confirmaron contenidos menores a 2 % (atómico). La respuesta electroquímica indicó que, el Pd disminuía potenciales de inicio, pero el Au incrementaba la densidad de corriente máxima.

Referencias y citas bibliográficas

1. Naef A. A. Qasem, Gubran A. O. Abdulrahman, A Recent Comprehensive Review of Fuel Cells: History, Types, and Applications, *International Journal of Energy Research*, 2024, 7271748, 2024.
2. Yujia Liu, Biqi Zhong, Adeniyi Lawal, Recovery and utilization of crude glycerol, a biodiesel byproduct, *RSC Advances*, 12, 27997-28008, 2022.

Agradecimientos: N. Arjona agradece el apoyo recibido por los proyectos CIMAV 1300600002 y SECIHTI F027 C-2165/2025.



SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS POROSAS DE ZnO/PrO₂ PARA LA FOTODEGRADACIÓN SOLAR DE COLORANTES EN SOLUCIÓN ACUOSA

Área: Materiales
Modalidad: Cartel

Fanny Odette Llanas Vallejo, Miguel Ángel Corona Rivera
Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes
Matehuala, S.L.P. C.P. 78700
A339208@alumnos.uaslp.mx; miguel.corona@uaslp.mx

Palabras clave: Nanopartículas, ZnO poroso, Foto Degradación, Colorantes Aniónicos y Catiónicos

Resumen

Sin embargo, cuando se agregan ciertos átomos o impurezas a estos materiales, sus propiedades eléctricas cambian notablemente, a este proceso de controlar la calidad y la cantidad de las impurezas, de una clase o de otra, se denomina “dopaje” y los materiales semiconductores con impurezas de un tipo u otro, se conocen como semiconductores extrínsecos. Para ello los semiconductores de interés en la fotocatalisis son del tipo calcogenuros (óxidos y sulfuros), como el ZrO₂, TiO₂, CdS, ZnO y ZnS. En particular, El ZnO ha atraído mucha atención por sus diversas aplicaciones, como los dispositivos semiconductores, catalizadores fotográficos, pigmentos en pinturas y usos fotovoltaicos [2], sus propiedades bien conocidas, como el amplio ancho de banda directo (3.37 eV), la gran energía de unión de excitones (60 meV), el bajo costo, amigable con el medio ambiente y su abundancia, lo convierten en un material muy interesante para diferentes aplicaciones, utilizado en diversas formas y morfologías.

El mecanismo de reacción se rige por el equilibrio iónico y la cinética de transferencia de masa en solución. Al ponerse en contacto ambos reactivos en la fase líquida, ocurre una disociación y posterior intercambio donde los cationes de zinc bivalentes (Zn²⁺) y los aniones oxalato (C₂O₄²⁻) interactúan debido a fuerzas electrostáticas y de coordinación. Como subproducto de esta interacción iónica, los iones hidrónio (H⁺) y cloruro (Cl⁻) permanecen estables en la fase acuosa, generando ácido clorhídrico (HCl) soluble.

Para optimizar rigurosamente las propiedades morfológicas, estructurales y la distribución de tamaño de partícula del sólido obtenido, se establece una transferencia controlada de la solución del agente precipitante sobre la solución del sustrato metálico. El ZnO fue sintetizado a partir Ácido Oxálico (H₂C₂O₄) y Cloruro de Zinc (ZnCl₂), como fuentes de oxalato y zinc respectivamente. Se obtuvo un precipitado blanco, posteriormente la muestra se centrifugo, lavando varias veces con agua destilada para eliminar cualquier impureza formada durante la reacción. Este control cinético no solo incrementa la cristalinidad del oxalato de zinc, sino que optimiza drásticamente las etapas subsecuentes de separación sólido-líquido, lavado para la eliminación de impurezas y cloruros ocluidos, y la purificación final del producto.

Referencias y citas bibliográficas

1. V. M. Ovando-Medina, L. Fariás-Cepeda, N. V. Pérez-Aguilar, et al., “Facile Synthesis of Low Band Gap ZnO Microstructures,” *Revista Mexicana de Ingeniería Química* **17** (2018): 455–462, <https://doi.org/10.24275/10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2018v17n2/Ovando>.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES A BASE DE ÁCIDO ACRÍLICO, QUITOSANO, MUCÍLAGO DE CHÍA, SANDIA Y LINAZA PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN FASE ACUOSA

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Beatriz Liliana López Avila, Jusely Espinosa Alvarez, Miguel Ángel Corona Rivera

Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano-UASLP, Carretera a Cedral km 5+600, San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, San Luis Potosí, MÉXICO.

A340211@alumnos.uaslp.mx; miguelcorona@uaslp.mx

Palabras clave: Hidrogeles compuestos, Mucilagos biopoliméricos, Polimerización, Isotermas de adsorción, Cinética de hinchamiento

La contaminación de cuerpos de agua por efluentes industriales que contienen colorantes sintéticos y metales pesados representa un desafío ambiental crítico, impulsando el desarrollo de materiales adsorbentes eficientes y de bajo costo. Los hidrogeles basados en polímeros sintéticos ofrecen excelentes propiedades mecánicas, pero su sustentabilidad se ve limitada sin la integración de matrices biopoliméricas. En este trabajo, se sintetizó un hidrogel mediante la técnica de polimerización en solución in situ, buscando aprovechar las propiedades sinérgicas de componentes sintéticos y naturales. La matriz se formuló utilizando ácido acrílico (AA, 18.0g) como monómero principal, con quitosano (Q, 1.8g) para aportar sitios activos amino (NH_2), y una mezcla ternaria de mucilagos extraídos de fuentes biológicas: sandía (*Citrullus lanatus*, 1.0g), chía (*Salvia hispanica*, 0.75g) y linaza (*Linum usitatissimum*, 0.25g) los cuales proveen una alta densidad de grupos hidroxilo (OH) y carboxilo (COOH) a la red polimérica.

La síntesis se efectuó en medio acuoso homogeneizando los biopolímeros antes de la adición del monómero. El proceso de entrecruzamiento y propagación radicalaria se activó térmicamente empleando clorhidrato de 2,2-azobis(2-amidinopropano) (V-50, 0.09g) como iniciador y N,N'-metilenbisacrilamida (NMBAM) como agente entrecruzante. Tras la obtención de los hidrogeles, se estudió la incorporación de los mucilagos sobre la estructura tridimensional y los parámetros cinéticos de absorción e hinchamiento. Los ensayos de hinchamiento en equilibrio revelaron que la matriz posee un comportamiento de difusión Fickiana anómala, regulada por la relajación de las cadenas macromoleculares y la repulsión electrostática de las cargas negativas del poli(ácido acrílico). El hidrogel compuesto alcanzó una alta capacidad de absorción máxima en agua destilada. Finalmente, la evaluación de remoción en fase acuosa demostró una notable afinidad por los contaminantes modelo estudiados; el mecanismo de sorción se ajustó de manera óptima al modelo isotérmico de Langmuir, sugiriendo una adsorción en monocapa homogénea sobre los sitios activos del hidrogel, lo que posiciona a este material como una alternativa competitiva y eco-amigable para el tratamiento de aguas residuales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Martínez M, Alcázar B, Bribiesca R "Elaboración de hidrogeles de ácido poliacrílico: Estudios preliminares de hinchamiento", *Química e Industria*, abril, 26 (1998).
2. Rodríguez-Loredo, N. A., Ovando-Medina, V. M., Pérez, E., Corona-Rivera, M. A., Cervantes-González, E., Antonio-Carmona, I. D., & Ramos-Torres, C. J. "Preparation of poly (acrylic acid) /linseed mucilage/chitosan hydrogel for ketorolac release", *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 1-11. (2023).



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

FORMULACION Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS BASADAS EN REDES DE QUITOSANO/ ÁCIDO ACRÍLICO Y MEZCLAS TERNARIAS DE MUCÍLAGOS: EVALUACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y ESTABILIDAD TÉRMICA

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Mariel Camila De La Rosa Aguilar, Elsa Cervantes Gonzaleza, Víctor Manuel Ovando Medina, Miguel Ángel Corona Rivera

Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano-UASLP, Carretera a Cedral km 5+600, San José de las Trojes, C.P.
78700, Matehuala, San Luis Potosí, MÉXICO.

436014@alumnos.uaslp.mx; miguelcorona@uaslp.mx

Palabras clave: Películas poliméricas biodegradables, quitosano, industria alimentaria, mucílagos, propiedades térmicas y mecánicas.

Resumen

El presente proyecto se centra en el desarrollo de películas poliméricas biodegradables a partir de derivados naturales y sintéticos. Se emplean mucílagos de linaza (LM), chía (CM) y sandía (SM), combinados con quitosano (CH) y ácido acrílico (AA). Esta propuesta busca ofrecer una alternativa sostenible a los plásticos convencionales, con aplicaciones potenciales en la industria alimentaria, donde estos materiales pueden contribuir a prolongar la vida útil de los productos y reducir el impacto ambiental generado por los residuos plásticos.

La metodología experimental contempla la extracción de mucílagos para posteriormente mezclarlos entre ellos con agua en constante agitación. De forma paralela, se prepara una mezcla de ácido acrílico y quitosano, la cual se combina con las soluciones de mucílagos en presencia del iniciador V-50 para inducir la polimerización. Posteriormente, la solución resultante se vierte en moldes de 20 cm² y se deja secar hasta obtener las películas poliméricas.

Las películas obtenidas se someten a diversos estudios: hinchamiento, adsorción de agua, permeabilidad a gases y biodegradabilidad. Asimismo, se realizan caracterizaciones mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y pruebas mecánicas. Estos análisis permiten evaluar tanto la estructura química como las propiedades térmicas y mecánicas de los materiales, garantizando su funcionalidad en aplicaciones prácticas.

La relevancia del proyecto radica en su contribución a la reducción de la contaminación por plásticos derivados del petróleo, ofreciendo una alternativa innovadora y sostenible. La combinación de polímeros naturales y sintéticos permite obtener materiales con propiedades mejoradas, como mayor resistencia mecánica y estabilidad, sin perder la capacidad de biodegradación. Este enfoque abre nuevas oportunidades de aplicación en sectores estratégicos, particularmente en la industria alimentaria, donde la necesidad de empaques sostenibles es cada vez más urgente.

El proyecto representa un avance significativo en la investigación de materiales biodegradables, promoviendo la innovación científica y tecnológica, y generando beneficios potenciales en los ámbitos ambiental, económico y social.

Referencias y citas bibliográficas

1.- Corona-Rivera M. A., Rabelero-Velasco M., Ovando-Medina V. M., Cervantes-González E., Pérez-López J. E., "Fabrication of poly(acrylic acid)/chitosan/linseed mucilage films: Thermal and mechanical properties", *Polymer Engineering and Science*, Vol. 64, No. 7, p. 3243-3259, 2024.



ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FUERZA IÓNICA SOBRE LA ESTABILIDAD COLOIDAL DE AGREGADOS (SDS-PS) MEDIANTE DINÁMICA MOLECULAR.

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Magali Cuatecontzi Cocoltzi, Efraín Meneses Juárez, Shirley Carro Sánchez
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, Mexico.
20230001@uatx.mx

Palabras clave: Dinamica molecular, estabilidad coloidal.

Resumen

El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de la concentración de cloruro de sodio (NaCl) en la estabilidad coloidal mediante simulaciones de Dinámica Molecular. Este estudio surge del interés por comprender los mecanismos que controlan la estabilidad coloidal de sistemas polímero-surfactante, importantes en diversas aplicaciones industriales. La estabilidad de este tipo de sistemas depende en gran medida de las interacciones electrostáticas y de la presencia de especies iónicas en el medio. Por ello, resulta importante analizar cómo la adición de sal modifica dichas interacciones y favorece o limita los procesos de agregación [1]. Comprender estos fenómenos a nivel molecular permite explicar comportamientos que experimentalmente se observan como cambios en la estabilidad coloidal, el tamaño de las partículas o la tendencia a la coagulación.

Para ello, se modelaron sistemas compuestos por dos estructuras esféricas (moléculas de SDS y polímero) solventada con moléculas de agua (modelo SPC/ε) [2], a diferentes concentraciones de NaCl (0.5, 1.0 y 5.0 mol/L), empleando el paquete de simulación GROMACS versión 2023.3. Las simulaciones se realizaron bajo condiciones de presión y temperatura constantes (1 bar, 298 K), utilizando el ensamble NPT con un paso de integración de 0.002 ps y un tiempo total de simulación de 150 ns. Posteriormente, se evaluaron propiedades estructurales como el radio de giro, las funciones de distribución radial y la evolución de la distancia entre agregados, con el propósito de identificar posibles cambios en la organización y estabilidad de las estructuras formadas.

Los resultados obtenidos muestran que el aumento de la concentración de NaCl favorece el apantallamiento de las cargas negativas de los grupos sulfato del SDS, permitiendo una mayor proximidad entre las moléculas. Sin embargo, durante el tiempo de simulación analizado, los agregados conservaron su integridad estructural y no se observó una coagulación completa entre las esferas formadas. Lo que sugiere que, aunque la sal reduce la repulsión electrostática, aún existen factores que contribuyen a la estabilidad del sistema, como las barreras energéticas y los efectos estéricos asociados al polímero.

Referencias y citas bibliográficas

1. Gao Jian, Ren Ying, Ge Wei., "Molecular Dynamics Simulation of Effect of Salt on the Compromise of Hydrophilic and Hydrophobic Interactions in Sodium Dodecyl Sulfate Micelle Solutions", Chinese Journal of Chemical Engineering, 17(4) 654-660 (2009).
2. Fuentes-Azcatl R. Mendoza N. Alejandro J., "Improved SPC force field of water based on the dielectric constant SCP", Chemical Engineering Science, 420, 116-123. (2015)



EMULSIONES PICKERING PARA LA OBTENCIÓN DE PELÍCULAS FUNCIONALES CON TIERRAS RARAS

Área: Materiales

Modalidad: Cartel

Juan Carlos Aguilar Márquez, Shirley Carro Sánchez, Dulce Yolotzin Medina Velázquez
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México
20243896@uatx.mx

Palabras clave: pickering, nanopartículas, películas

Resumen

El presente estudio tiene como propósito desarrollar películas poliméricas con propiedades optoelectrónicas mejoradas mediante el uso de tierras raras. La **justificación** de esta investigación radica en la necesidad de desarrollar materiales avanzados más estables, eficientes y con alto valor funcional, contribuyendo al avance tecnológico y las aplicaciones de los polímeros en la industria moderna. En la actualidad donde existe una creciente demanda de materiales con propiedades ópticas y electrónicas mejoradas que se adapten a las exigencias actuales se busca superar los retos actuales de dispersión homogénea y estabilidad al incorporar compuestos inorgánicos en matrices poliméricas evitando el uso de surfactantes sintéticos [1,2,3]. El **objetivo** es sintetizar películas poliméricas funcionales mediante emulsiones pickering incorporando nanopartículas de óxido de zinc dopadas con calcio y europio. La **metodología** consiste en un sistema de polimerización por emulsión en semicontinuo donde se realiza una siembra de los monómeros, nanopartículas (estabilizador) y aditivos en el reactor para después crecer las cadenas de polímero de manera controlada mediante la inyección periódica de iniciador y emulsión, por último, se genera la película mediante el método de solution casting. En cada película se agregan nanopartículas con distintas concentraciones de dopaje buscando encontrar la concentración óptima de los compuestos inorgánicos para la formación de películas con propiedades optoelectrónicas mejoradas. Hasta el momento los **resultados** obtenidos muestran que emulsiones pickering con menor porcentaje de sólidos son más estables. En este estudio se ha comprobado que una emulsión con 15% contenido en sólidos es más estable que una de 33%, resultando en emulsiones más homogéneas y por ende películas poliméricas más transparentes. Otro factor importante ha sido la temperatura de transición vítrea (T_g) donde los mejores resultados están en un rango de 71° a 75° C controlando la humedad parcialmente evitando el secado rápido que ocasiona la formación de estrías, grietas o películas con poca transparencia. Las nanopartículas tienen un tamaño de 80 a 150 nm. La concentración óptima de nanopartículas en las películas es del 1% respecto al %sólidos. En los próximos experimentos se espera encontrar la película con mejores propiedades optoelectrónicas en la variación de concentraciones de Ca^{2+} y Eu^{3+} .

Referencias y citas bibliográficas

- [1] D. Y. Medina-Velázquez, L. Garcés, B. Garces-Martinez, H. Perez-Caudillo, C. R. Garcia, and J. Oliva, "Using triethanolamine and/or Na dopant to select the emission color (white or orange-red/NIR) of ZnO:Ca phosphors," *Materials Letters*, vol. 350, Art. no. 134975, 2023, doi: 10.1016/j.matlet.2023.134975.
- [2] C. Cionti, G. Vavassori, E. Pargoletti, D. Meroni, and G. Cappelletti, "One-step, highly stable Pickering emulsions stabilized by ZnO: tuning emulsion stability by in situ functionalization," *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 628, pp. 82–89, 2022, doi: 10.1016/j.jcis.2022.07.129.
- [3] Y. Chevalier and M.-A. Bolzinger, "Emulsions stabilized with solid nanoparticles: Pickering emulsions," *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 439, pp. 23–34, 2013, doi: 10.1016/j.colsurfa.2013.02.054.

Agradecimientos: A Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo económico para la realización de este proyecto. Al laboratorio de polímeros de la UATx.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO DE UN FLUIDO NO NEWTONIANO EN UN IMPULSOR HELICOIDAL MEDIANTE CFD

Área: Procesos

Modalidad: Oral

Alberto Orozco Ralla^{1a}, Luis Antonio Ramírez Torres^{2a*}, Miguel Ángel Pérez Fajardo^{3a}

^aFacultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Ciudad de México, México,

*correo autor de contacto: luis_ramirez@comunidad.unam.mx

Palabras clave: CFD, CAD, Fluidos no newtonianos, Impulsor Helicoidal, Mezclado de fluidos complejos

Resumen:

Se diseñó un impulsor helicoidal mediante dibujo asistido por computadora (CAD), con el propósito de simular el comportamiento hidrodinámico de un fluido no newtoniano inelástico de tipo adelgazante durante el proceso de mezclado en un tanque agitado continuo (CSTR) comercial a escala de laboratorio. Posteriormente, este diseño se implementó en el software *COMSOL Multiphysics 6.4*, donde se realizaron simulaciones numéricas del flujo.

En el estudio se consideraron dos tipos de fluidos: uno newtoniano y otro no newtoniano inelástico (goma xantana al 0.12% p/p), modelado mediante la ecuación constitutiva de Cross. A partir de las simulaciones, se analizaron y compararon distintas variables hidrodinámicas, como los campos de velocidad, la rapidez de deformación, las líneas de corriente, la distribución de esfuerzos y el consumo de potencia adimensional. Los **resultados** muestran diferencias claras en los patrones de flujo y en la distribución de esfuerzos cortantes, las cuales están directamente relacionadas con la naturaleza reológica de cada fluido. En conjunto, este estudio aporta elementos importantes para comprender el desempeño de sistemas de mezclado en condiciones no ideales, con implicaciones relevantes en el diseño y escalamiento de equipos de agitación en procesos químicos. El **objetivo** de este trabajo es comprender cómo el tipo de fluido influye en el desempeño de un impulsor no convencional, con el fin de generar información útil para el diseño y la optimización de equipos de agitación a escala de laboratorio.

La **metodología** consistió en diseñar un impulsor helicoidal mediante CAD, el cual se implementó en el software *COMSOL Multiphysics 6.4* para llevar a cabo la simulación hidrodinámica. Los datos reológicos de la goma xantana (en flujo cortante simple estacionario) se ajustaron al modelo de Cross utilizando *Wolfram Mathematica 14*, lo que permitió obtener los parámetros necesarios para la simulación.

Posteriormente, se realizó un análisis de residuales y un refinamiento de malla con el fin de establecer condiciones de cómputo óptimas. Finalmente, se calcularon la constante de Metzner–Otto, el número de potencia y el número de Reynolds generalizado, tanto para el fluido newtoniano como para el no newtoniano inelástico, observándose diferencias estadísticamente significativas.

Uno de los **resultados** más destacables fue el valor de la constante de Metzner–Otto (K_s) para el impulsor helicoidal. En la literatura, este parámetro se reporta típicamente en un rango de 10 a 15, y en este trabajo se obtuvo un valor de 10.7, lo cual corrobora la validez de las simulaciones computacionales. Asimismo, se obtuvieron líneas de corriente consistentes a las reportadas en la literatura, lo que refuerza la confiabilidad de los resultados hidrodinámicos obtenidos.

En **conclusión**, el desarrollo de una metodología de simulación para fluidos no newtonianos en impulsores no convencionales permite comprender la interacción entre la reología del fluido y la hidrodinámica del sistema. Esto facilita la estimación confiable de parámetros clave de diseño y operación, como lo es la constante de Metzner–Otto. Además, contribuye a optimizar el desempeño de mezclado y el consumo energético.

Referencias y citas bibliográficas

- Deyin Gu, Changshu Li, Hao Yang, Tao Peng, Yinghua Song, Optimization of impeller blades for laminar flow mixing of food-grade non-Newtonian fluids in a stirred tank without baffles, Food and Bioprocess Processing, Volume 153, 2025, Pages 375-388, ISSN 0960-3085, <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2025.07.012>.
- Liam Merrick Boston, Jos Derksen, Aniruddha Majumder, An optimisation framework for minimising power consumption, dead volume, and shear rate of mixing tanks containing shear-thinning fluids utilising CFD, Chemical Engineering Research and Design, Volume 223, 2025, Pages 263-279, ISSN 0263-8762, <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2025.09.025>.
- Peruzzini, F., Dodds, J. M., Cunliffe, C. J., Ng, H. C.-H., & Poole, R. J. (2025). An effective viscosity model for suspensions of non-Brownian particles in aqueous xanthan gum matrices. *Rheologica Acta*, 64, 293–314. <https://doi.org/10.1007/s00397-025-01508-9>

Trabajo apoyado por el proyecto PAPIIT-DGAPA IA101725, UNAM.



PRODUCCIÓN DE ACEITE SINTÉTICO CON EL ADITIVO PAO

Ingeniería Química

Oral

Angel Gael Espinoza Castro

Universidad Autónoma de Baja California

Equipo Industrial.

El presente estudio tiene como objetivo exponer el diseño de un equipo industrial orientado a la producción de aceites lubricantes sintéticos para motores, destacando el aditivo que optimiza este proceso. Se analiza el desarrollo de lubricantes sintéticos, definidos como productos obtenidos mediante reacciones químicas entre materiales de bajo peso molecular. Asimismo, el documento busca concienciar sobre la relevancia de la industria petrolera en nuestra vida cotidiana y su impacto en diversos ámbitos. El crecimiento en el sector petrolero ha generado avances significativos tanto en productos para combustibles como en plásticos y derivados de polímeros. Se estará usando la metodología Ulrich, extrayendo de aquí las nomenclaturas para cada equipo como la estructura de éste, aplicando también etapas de separación apoyándonos del libro de Arturo Jiménez “Diseño de Procesos en Ingeniería Química”.

Buscamos minimizar la cantidad de equipos y la maximización de productos, consiguiendo a esto poder reducir costos y buscar la mejor opción para el proceso.

Referencias:

1. Angélica María Lira Reyes, “Importancia de la industria del petróleo en México”, (s.f).
2. (No hay autor identificado) *Los aceites sintéticos.* (s.f).

Agradecimiento a la maestra Ana Gabriela Barraza por apoyarme y consultarme en el inicio de este proyecto.



MODELADO HIDRODINÁMICO DE LA IMBIBICIÓN ESPONTÁNEA EN CAPILARES CIRCULARES: EFECTO DEL ÁNGULO DE CONTACTO DINÁMICO Y DE LA CONDICIÓN DE SALIDA

Área: Procesos

Modalidad: Oral

J.R.G. Sánchez López

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México

jose.sanchezlp@uanl.edu.mx

Palabras clave: imbibición espontánea, modelado hidrodinámico, capilares circulares, ángulo de contacto dinámico, efecto de salida

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito analizar la imbibición espontánea isotérmica en tubos capilares circulares verticales como mecanismo relevante en la recuperación mejorada de hidrocarburos en medios porosos, donde los fenómenos multiescala como la heterogeneidad del medio, la mojabilidad, los efectos capilares y el flujo multifásico en geometrías irregulares controlan la movilidad y distribución de los fluidos cuando los fenómenos interfaciales y la transferencia de *momentum* adquieren un papel dominante; la **justificación** radica en que los modelos clásicos presentan limitaciones para describir con precisión el ángulo de contacto dinámico y las condiciones de salida en tubos cortos, afectando la predicción del desplazamiento del hidrocarburo atrapado por fuerzas capilares. El **objetivo** central fue desarrollar y analizar un modelo hidrodinámico que describa el avance de la interface gas-líquido incorporando efectos inerciales, ángulo de contacto dinámico y efecto de salida, comparando su desempeño frente a formulaciones tradicionales como el modelo de Lucas-Washburn. La **metodología** consistió en la formulación de un modelo matemático para un sistema bifásico gas-líquido en un microtubo capilar vertical, evaluando de manera separada y combinada la influencia de los efectos inerciales, del ángulo de contacto dinámico y de la condición de salida, obteniendo soluciones analíticas asintóticas para establecer comparaciones teóricas y resolviendo posteriormente el modelo completo mediante métodos numéricos; las predicciones se contrastaron con datos experimentales reportados en literatura reciente mediante el cálculo de errores relativos. Los **resultados** mostraron que la inclusión del ángulo de contacto dinámico y del efecto de salida mejora significativamente la representación del avance del menisco, particularmente en tubos cortos y durante el régimen transitorio, mientras que las soluciones asintóticas permitieron identificar la contribución específica de cada mecanismo en la dinámica del proceso. En comparación con modelos clásicos, el modelo propuesto presentó una mejor aproximación a los datos experimentales, reflejada en menores errores relativos y en una descripción más realista de la evolución temporal de la interface gas-líquido, evidenciando que la consideración explícita de estos efectos interfaciales es esencial para representar adecuadamente la imbibición espontánea en sistemas capilares verticales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ding, H., Deng, W., Song, F., Liu, K., y Xiong, W., "Gas-liquid two-phase imbibition in microscale capillaries: Experimental insights into a Minimum-Resistance Radius", *ACS Omega*, Vol. 11, p. 7874-7885, 2026.
2. Bianchi Janetti, M., y Janssen, H., "Effect of dynamic contact angle variation on spontaneous imbibition in porous materials", *Transp. Porous Media*, Vol. 142, p. 493-508, 2022.
3. Heiranian, M., Taqieddin, A., y Aluru, N. R., "Revisiting Sampson's theory for hydrodynamic transport in ultrathin nanopores", *Phys. Rev. Res.*, Vol. 2, No. 4, p. 043153-14, 2020.

Agradecimientos: A mis estudiantes de servicio social Leonardo Lara Delfin y Braulio Ruiz Estrada por su apoyo en el trabajo.



REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DE ESTRATEGIAS DE CONTROL RETROALIMENTADO PARA MAXIMIZAR LA EXTRACCIÓN DE POTENCIA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Área: procesos

Modalidad: Oral

Ana Balbina Villanueva Sandoval^a, Francisco Javier Martínez Lopez^a, Diego Rivelino Espinoza Trejo^a

^a Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Matehuala, San Luis Potosí, México.

a361520@alumnos.uaslp.mx

Palabras clave: Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT), Sistemas fotovoltaicos (SFV),

Resumen

El presente estudio desarrolla una revisión bibliométrica de estrategias de control retroalimentado orientadas al seguimiento del punto de máxima potencia en sistemas fotovoltaicos. La motivación principal es sistematizar la evolución de las investigaciones publicadas en este campo e identificar las tendencias dominantes en algoritmos de control, técnicas de búsqueda MPPT, variables de medición, actuadores, convertidores de potencia, esquemas de validación y criterios de robustez. Para ello, se analizaron 120 artículos publicados entre 1958 y 2019, con el propósito de reconocer los enfoques más representativos empleados para maximizar la eficiencia operativa de los sistemas fotovoltaicos bajo diferentes condiciones de operación.

La metodología se basó en la construcción de una base de datos a partir de la información técnica y bibliográfica de cada referencia seleccionada. Se consideraron, entre otros criterios, autores, título, revista, país de afiliación, palabras clave, tipo de controlador, número de sensores, variables utilizadas para la retroalimentación, tipo de carga, convertidor empleado, modelo usado para el diseño del control, técnica de búsqueda MPPT, forma de validación, evaluación ante incertidumbre paramétrica y capacidad de rechazo de perturbaciones de baja frecuencia. Posteriormente, los parámetros recopilados se sintetizaron mediante herramientas gráficas para facilitar el análisis comparativo de las tendencias observadas.

Los resultados muestran que Estados Unidos, Italia, China, India y Taiwán concentran la mayor producción científica en técnicas de control aplicadas al MPPT. Asimismo, las palabras clave más frecuentes fueron Maximum Power Point Tracking, photovoltaic systems, DC–DC converters/power conversion, Maximum Power Point y control. En cuanto a las estrategias de control, se observa un predominio de controladores clásicos, particularmente PI y PID, debido a su simplicidad y facilidad de implementación en convertidores DC–DC. Sin embargo, también se identifica una presencia creciente de técnicas inteligentes, como control difuso, modelos Takagi–Sugeno y redes neuronales artificiales. Además, se reportan enfoques avanzados de control no lineal, predictivo, adaptativo y óptimo, incluyendo modos deslizantes, backstepping, MPC, control deadbeat, MRAC, Extremum Seeking Control, métodos basados en Lyapunov y control robusto. En conjunto, la revisión permite identificar la transición desde esquemas clásicos hacia estrategias más robustas, adaptativas e inteligentes para mejorar el desempeño de los sistemas fotovoltaicos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Brito, M. A. G., Galotto, L., Sampaio, L. P., Melo, G. d. A., “Evaluation of the Main MPPT Techniques for Photovoltaic Applications”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 60, No. 3, p. 1156-1167, 2013.
2. Espinoza-Trejo, D. R., Bárcenas-Bárcenas, E., Campos-Delgado, D. U., & De Angelo, C. H., “Voltage-Oriented Input–Output Linearization Controller as Maximum Power Point Tracking Technique for Photovoltaic Systems”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 62, No.6, p. 3499-3507, 2015.



**ANÁLISIS CFD DEL MEZCLADO EN UN CSTR CON PULPAS MINERALES NO
NEWTONIANAS MEDIANTE EL MODELO REOLÓGICO DE HERSCHEL–BULKLEY–
PAPANASTASIOU**
Área: Procesos
Modalidad: Oral

Miguel Ángel Montes Hernández^{1a}, Luis Antonio Ramírez Torres^{2a}, Edgar Salvador Doroteo Reyes^{3a}

^aFacultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Ciudad de México, México,

correo autor de contacto: luis_ramirez@comunidad.unam.mx

Palabras clave: CFD, Fluidos no newtonianos, Biolixiviación, Mezclado, Tanque de agitación continua

Resumen

El estudio del mezclado en reactores de tanque agitado continuo (CSTR) con fluidos no newtonianos representa un reto importante en ingeniería de procesos, particularmente en sistemas opacos como las pulpas minerales utilizadas en biolixiviación, donde las técnicas experimentales convencionales presentan limitaciones. En este contexto, la simulación mediante dinámica de fluidos computacional (CFD) se ha consolidado como una herramienta robusta para analizar la hidrodinámica y optimizar el desempeño de estos sistemas. El **objetivo** de este trabajo fue analizar el efecto de las propiedades reológicas y la velocidad de agitación sobre el comportamiento hidrodinámico, el consumo de potencia y la eficiencia de mezclado en un CSTR operando en estado estacionario con pulpas minerales, empleando el modelo reológico de Herschel–Bulkley–Papanastasiou. La **metodología** en la implementación de un modelo tridimensional en *COMSOL Multiphysics 6.2*, considerando un fluido incompresible bajo condiciones isotérmicas. Se llevó a cabo un análisis de residuales para verificar la convergencia numérica y se desarrolló una estrategia de mallado por dominios, con refinamiento localizado en la región del impulsor, lo que permitió capturar adecuadamente los gradientes de velocidad y deformación, al mismo tiempo que se redujo el tiempo de cómputo. Asimismo, se evaluaron parámetros adimensionales como el número de Reynolds generalizado y el número de potencia, junto con la determinación de la constante de Metzner–Otto para el sistema de agitación CSTR comercial.

Los **resultados** muestran que la reología del fluido influye significativamente en la distribución de velocidades, la viscosidad aparente y la formación de zonas no cedidas dentro del reactor. Se observó que, a bajas velocidades de agitación, predominan regiones donde el esfuerzo cortante no supera el esfuerzo de cedencia, generando zonas muertas que reducen la eficiencia del mezclado. En contraste, al incrementar la velocidad de agitación, se logra una mayor activación del volumen del fluido, disminuyendo dichas regiones y mejorando la homogeneidad del sistema. Adicionalmente, el análisis del consumo de potencia evidenció una dependencia directa con la viscosidad aparente y las condiciones operativas. En **conclusión**, la combinación de CFD con modelos reológicos avanzados permite caracterizar de manera integral el comportamiento de fluidos complejos en CSTR, proporcionando información clave para el diseño y optimización de procesos industriales que involucran materiales viscoplásticos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N., Transport Phenomena, 2nd ed., Wiley, 2002.
2. Chhabra, R. P., Richardson, J. F., Non-Newtonian Flow and Applied Rheology, Butterworth-Heinemann, 2008.
3. Paul, E. L., Atiemo-Obeng, V. A., Kresta, S. M., Handbook of Industrial Mixing, Wiley, 2004.
4. Ramírez-Torres, L. A., Medina-Torres, L., Calderas, F., Núñez-Ramírez, D. M., & Manero, O. (2023). Rheology and Hydrodynamics of Iron Ore Mineral Pulp during a Bioleaching Process in a Continuous Stirred-Tank Reactor. Chemical Engineering & Technology, 46(4), 670-680. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ceat.202200438>

Agradecimientos: Si aplica, máximo dos líneas. Trabajo apoyado por el proyecto PAPIIT-DGAPA IA101725, UNAM.



ANÁLISIS TÉCNICO DE UN PROCESO INTEGRADO BASADO EN MICROALGAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Abraham de la Cruz Rodríguez^a, Moisés Abraham Petriz Prieto^a, María de los Ángeles Olán Acosta^b, Juan Barajas Fernández^b,
Micael Gerardo Bravo Sánchez^c, Esveidi Montserrat Valdovinos García^a

^a División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez (DAMJM), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Carret. Estatal Libre Villahermosa-Comalcalco Km. 27+000 s/n Ranchería Ribera Alta, Jalpa de Méndez, Tabasco, C.P. 86205, México.

^b División Académica de Ingeniería y Arquitectura (DAIA), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Carret. Cunduacán-Jalpa de Méndez km.1 Col. La esmeralda, Cunduacán C.P. 86690, Tabasco, México.

^c Departamento de Ingeniería Bioquímica, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Apartado Postal 57, Celaya 38010, Guanajuato, México.
esveidi.valdovinos@ujat.mx

Palabras clave: Microalgas; lípidos; metano; simulación de procesos.

Resumen

Las microalgas se han consolidado como una alternativa prometedora para la producción sostenible de bioenergía y la valorización de emisiones industriales de dióxido de carbono. La importancia de este enfoque radica en su capacidad para integrar la captura biológica de CO₂ con la generación de productos energéticos de alto valor u otros compuestos de valor comercial, contribuyendo al desarrollo de procesos más sustentables dentro del contexto de la transición energética. El objetivo de este trabajo fue evaluar técnicamente un proceso integrado basado en *Chlorella vulgaris* para la obtención de dos energéticos: lípidos que bien pueden ser destinados a la producción de biodiésel y metano generado a partir del aprovechamiento de la biomasa residual. Para ello, se desarrolló una simulación del proceso mediante el software SuperPro Designer v10.0, considerando las etapas de cultivo, cosecha, pretratamiento mecánico, extracción de lípidos y digestión anaerobia. La etapa de cultivo se modeló en un sistema tipo raceway pond con una superficie de 1 hectárea, utilizando CO₂ proveniente de emisiones industriales como fuente de carbono. Bajo estas condiciones, se estimó una captura anual de 102.13 toneladas de CO₂ y una producción de biomasa microalgal de 56,739.65 kg/año. Posteriormente, la biomasa fue concentrada mediante procesos de floculación y filtración, seguidos de un pretratamiento con molino de bolas para favorecer el rompimiento celular y mejorar la eficiencia de extracción lipídica. Como resultado, se obtuvo una producción estimada de 10.19 m³/año de lípidos, mientras que la biomasa residual fue sometida a digestión anaerobia para la generación de biogás. Esta etapa permitió producir 16,955.94 m³/año de biogás, del cual se recuperaron 526.95 m³/año de metano con una eficiencia del 97% después de su purificación.

El análisis integral mostró que los principales requerimientos energéticos se concentran en las etapas de cultivo y pretratamiento; sin embargo, el rendimiento global del sistema confirma la viabilidad técnica del esquema propuesto. Estos resultados respaldan el potencial de las biorrefinerías microalgales como una estrategia sustentable para combinar la captura de carbono con la producción de bioenergéticos renovables.

Referencias y citas bibliográficas

1. Tongprawhan, W.; Srinuanpan, S.; Cheirsilp, B. Biocapture of CO₂ from biogas by oleaginous microalgae for improving methane content and simultaneously producing lipid. *Bioresour. Technol.* 2014, 170, 90–99, doi:https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.07.094.
2. Valdovinos-García, E.M.; Barajas-Fernández, J.; Olán-Acosta, M.D.; Petriz-Prieto, M.A.; Guzmán-López, A.; Bravo-Sánchez, M.G. Techno-Economic Study of CO₂ Capture of a Thermoelectric Plant Using Microalgae (*Chlorella vulgaris*) for Production of Feedstock for Bioenergy. *Energies* 2020, 13, doi:10.3390/en13020413.
3. Valdovinos-García, E.M.; Bravo-Sánchez, M.G.; Olán-Acosta, M.D.; Barajas-Fernández, J.; Guzmán-López, A.; Petriz-Prieto, M.A. Technoeconomic Evaluation of Microalgae Oil Production: Effect of Cell Disruption Method. *Ferment.* 2022, 8.



VISUALIZACIÓN Y MODELADO CFD DE LÍNEAS DE CORRIENTE EN UN CSTR UTILIZANDO COLORIMETRÍA EN UN FLUIDO NO NEWTONIANO

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Pedro Hacha Trejo^{1a}, Luis Antonio Ramírez Torres^{2a}

^aFacultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Ciudad de México, México,

correo autor de contacto: luis_ramirez@comunidad.unam.mx

Palabras clave: Colorimetría, CFD, Fluido adelgazante, Mezclado, Alta fructuosa 55

Resumen

Entender cómo se mueve un fluido dentro de un tanque agitado no siempre es sencillo, especialmente cuando se trata de fluidos no newtonianos. En estos sistemas, observar directamente lo que ocurre durante el mezclado puede ser complicado, por lo que combinar experimentos sencillos con herramientas de simulación resulta muy útil.

El **objetivo** de este trabajo fue la de relacionar lo que se observa experimentalmente con lo que predicen los modelos numéricos, utilizando como fluido de estudio la *Alta fructuosa 55* de grado alimenticio. Para visualizar el flujo, se empleó una técnica de colorimetría con púrpura de bromocresol, que permite seguir los cambios de color durante la agitación y, con ello, identificar las líneas de corriente y estimar el tiempo de mezclado. Este proceso se registró mediante video y *software* de edición. En la **metodología** se desarrolló un modelo tridimensional de un tanque de agitación comercial en *COMSOL Multiphysics 6.2*, considerando el comportamiento reológico del fluido mediante el modelo reológico de ley de potencia. A partir de la simulación se obtuvieron campos de velocidad, distribución de viscosidad y líneas de corriente tanto en 2D como en 3D. Además, el análisis reológico incluyó la superposición tiempo-temperatura, lo que permitió predecir el comportamiento del fluido a la temperatura de operación.

Los **resultados** muestran que la combinación de colorimetría y simulación CFD es una alternativa práctica y accesible para estudiar el mezclado en fluidos no newtonianos. Este enfoque no solo facilita la visualización del flujo, sino que también ayuda a validar modelos numéricos y a comprender mejor el comportamiento del sistema.

En **conclusión**, se demostró que la técnica de colorimetría permite visualizar de forma clara las líneas de corriente y estimar el tiempo de mezclado en un CSTR, mientras que el modelo CFD reprodujo adecuadamente los patrones de flujo observados experimentalmente. El fluido presentó un comportamiento, y se observó que el incremento en la velocidad de agitación mejora la homogenización del sistema. En conjunto, la comparación entre resultados experimentales y numéricos confirma que la combinación de colorimetría y simulación computacional es una herramienta confiable y accesible para el estudio de fluidos no newtonianos.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ascanio, G. (2015). Mixing time in stirred vessels: A review of experimental techniques. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 1065-1076.
2. Chhabra, R. P., Tripathi, A., & Sundararajan, T. (1994). Power Law Fluid Flow over Spheroidal Particles. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 33(2), 403-410.
3. Ramírez Torres, L. A., Nuñez Ramírez, D. M., Medina Torres, L., & Manero, O. (2024). Study of the impurity dissolution kinetics, rheological characterization, and hydrodynamic aspects during the bioleaching of iron ore pulp in a bioreactor. *Korea-Australia Rheology Journal*, 1-14.
4. Melton, L. A., Lipp, C. W., Spradling, R. W., & Paulson, K. A. (2002). DISMT – Determination of Mixing Time through Color Changes. *Chemical Engineering Communications*, 189:3, 322-338.

Agradecimientos: Trabajo apoyado por el proyecto PAPIIT-DGAPA IA101725, UNAM.



CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA E HIDRODINÁMICA DE UN BIORREACTOR DE LECHO EMPACADO ESCALA LABORATORIO (BLE-Lc)

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

R. A. Velázquez-Argueta^a, J. A. Morales-Rivera^a, Curiel-Vargas^a, O. M. Curiel-Vargas^a, E. Cruz-Martínez^a, M. A. Martínez-Trujillo^b, P. Tapia-Torres^a, F. J. Almazán-Ruiz^{a*}.

^aLaboratorio de Áreas de Profundización, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Batalla 5 de mayo S/N, Ejército de Oriente Zona Peñón, 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, Mex.

^bTecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores Ecatepec, Av. Tecnológico S/N, Valle de Anáhuac, 55210 Ecatepec de Morelos, Edo. de México, Méx.

*fjalmazan7@comunidad.unam.mx

Palabras clave: Biorreactor (BLE-Lc), hidrodinámica, dispersión axial, DTR, caudal.

Resumen

En este estudio se presenta la caracterización integral de la hidráulica e hidrodinámica de un biorreactor de lecho empacado a escala laboratorio (BLE-Lc) diseñado para la producción de ácido láctico mediante *Lactobacillus delbrueckii* inmovilizado en pellets de alginato de calcio. La contribución central radica en la combinación sistemática de experimentación de distribución de tiempos de residencia (DTR) con el ajuste comparativo de dos modelos hidrodinámicos, el modelo de dispersión axial (MDA) y el modelo de zonas dinámicas y estancadas con dispersión axial (PDE), para describir con precisión los patrones de flujo en un BLE operado en flujo ascendente. Como se indica en el manuscrito, “las curvas de DTR presentan desviaciones del flujo ideal asociadas principalmente a dispersión axial y posibles canales preferenciales”, lo que justifica el uso de modelos más complejos que el MDA.

El trabajo incluye la elaboración controlada del empaque biocatalítico, la determinación de volúmenes dinámicos y estáticos del lecho, y la aplicación de la técnica estímulo-respuesta utilizando una solución 3.5 M NaCl como trazador. La obtención de las curvas $E(t)$ permitió calcular momentos estadísticos y parámetros adimensionales clave, tales como el número de Peclet, la fracción dinámica del lecho y el coeficiente de dispersión axial. El manuscrito señala que “el coeficiente de dispersión axial aumentó con el número de Reynolds, evidenciando un mayor grado de mezcla axial a mayores velocidades de operación”, lo cual es consistente con la teoría clásica de transporte en medios porosos. El ajuste de modelos constituye una aportación relevante: aunque ambos modelos reproducen adecuadamente el máximo de $E(\theta)$, el modelo PDE ofrece un ajuste superior, especialmente a mayores caudales, debido a su capacidad para representar zonas de baja velocidad y transferencia de masa entre regiones dinámicas y estancadas. El estudio concluye que los parámetros obtenidos para 15 L h^{-1} representan las condiciones más estables y libres de recirculación, lo que aporta criterios operativos útiles para futuros estudios de bioprocesos en BLE. En conjunto, el trabajo proporciona una caracterización hidrodinámica detallada y metodológicamente sólida, con implicaciones directas para el diseño, optimización y escalamiento de biorreactores de lecho empacado.

Referencias y citas bibliográficas

1. P. V. Danckwerts (1953). *Continuous flow systems distribution of residence times*. Chem. Eng. Sci., 2, 1-13.
2. Fogler, H. Scott. (2008). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*.
3. M. R. Cruz-Díaz, E. P. Rivero, F. J. Almazán-Ruiz, Á. Torres-Mendoza, and I. González, “Design of a new FM01-LC reactor in parallel plate configuration using numerical simulation and experimental validation with residence time distribution (RTD),” *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, vol. 85, pp. 145–154, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.cep.2014.07.010.

Agradecimientos: Se agradece el apoyo económico al proyecto PAPIME PE107325, denominado “Desarrollo de estrategias para la compresión de fenómenos de transporte”, FES Zaragoza, UNAM 2025-2026.



ELECTRODEPOSICIÓN DE COBALTO EN ELECTROLITO DE CITRATO: ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE MASA

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Jorge Ramírez Muñoz^a, Valaur Ekbalam Márquez Baños^b, Alejandro Alonso Gómez^a, Alejandra Manuela Vengoechea Pimienta^{a*}

^a Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo 420, Col. Nueva El Rosario, Alcaldía Azcapotzalco, CDMX, C.P. 02128, México. ^b

Área de Química, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México - Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México C.P. 56230, México.

^c SECIHTI - Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Av. San Pablo 420, Col. Nueva El Rosario, Alcaldía Azcapotzalco, CDMX, C.P. 02128, México.

* amvp@azc.uam.mx

Palabras clave: electrodeposición de cobalto, transferencia de masa, electrodo rotatorio, calorimetría, electrolito citrato

Resumen

La electrodeposición electroquímica de cobalto a partir de desechos de baterías de ion-litio represetan una alternativa sustentable para su recuperación [1,2]. El citrato puede modificar la cinética de evolución de hidrógeno, por lo que la electrodeposición de cobalto en medios conteniendo citrato resulta de interés [3]. En este trabajo se investigaron aspectos electroquímicos e hidrodinámicos de la electrodeposición de cobalto en citrato mediante voltamperometría cíclica y experimentos de cronoamperometría.

La voltamperometría cíclica se realizó empleando un electrodo estático de disco plano de acero inoxidable 304 (0.19 cm²), un electrodo de calomel saturado (ECS) como referencia y una barra de grafito como contraelectrodo. Los experimentos se realizaron en una solución blanco (0.14 M C₆H₈O₇) y en una solución modelo conteniendo cobalto (0.0042M CoSO₄+0.14M C₆H₈O₇). La respuesta voltamperométrica permitió identificar una ventana electroquímica de electrodeposición de cobalto cercana a -1.2 V vs. ECS, y demostrar que el proceso catódico ocurre bajo condiciones controladas por difusión.

Posteriormente, se realizaron experimentos utilizando un cátodo cilíndrico rotatorio de acero inoxidable 304 (diámetro del electrodo de 11 mm y altura de 4.7 mm). La cronoamperometría se realizó a diferentes velocidades de rotación del cátodo, bajo las condiciones potenciostáticas de -1.2 V vs. ECS previamente determinadas, y utilizando la misma solución cargada con cobalto.

Debido a que el agotamiento de cobalto en la solución fue despreciable, el sistema operó bajo condiciones de difusión controlada. La corriente límite obtenida a cada velocidad de rotación se utilizó para determinar el coeficiente de transferencia de masa y analizar la influencia de la rotación del cátodo sobre el transporte de cobalto hacia la superficie del electrodo. Los resultados mostraron que el incremento de la velocidad de rotación mejora significativamente la transferencia de masa debido al adelgazamiento de la capa difusiva y al aumento del transporte convectivo.

Referencias y citas bibliográficas

1. Wentker, M., Greenwood, M., & Leker, J. (2019). A bottom-up approach to lithium-ion battery cost modeling with a focus on cathode active materials. *Energies*, 12(3), 504.
2. Li, L., Ge, J., Wu, F., Chen, R., Chen, S., & Wu, B. (2010). Recovery of cobalt and lithium from spent lithium ion batteries using organic citric acid as leachant. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1-3), 288-293.
3. Vengoechea-Pimienta, A. M., Alonso, A. R., Márquez-Baños, V. E., Luna-Sánchez, R. M., & Ramírez-Muñoz, J. (2024). Cobalt recovery from spent lithium-ion batteries using a rotating cylindrical electrode reactor. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 22, 823-834.



EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON COMBUSTIÓN INDIRECTA Y CAPTURA DE CO₂

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Daniel Enrique Hernández Hernández^a, Esveidi Montserrat Valdovinos García^a, Moisés Abraham Petriz Prieto^a

^a División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez (DAMJM), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Jalpa de Méndez, Tabasco, Mexico,

Correo autor de contacto: iqmapp@gmail.com

Palabras clave: CLC, NGCC, captura de CO₂, eficiencia energética, Aspen Plus

Resumen

La reducción de emisiones de dióxido de carbono en la generación eléctrica constituye uno de los principales retos para el desarrollo de sistemas energéticos más sostenibles. En este contexto, la tecnología de combustión indirecta en ciclos (CLC) ha despertado interés debido a su capacidad de integrar la captura inherente de CO₂ sin requerir etapas adicionales de separación, lo que podría disminuir las penalizaciones energéticas asociadas a los métodos convencionales de captura.

El objetivo de este trabajo fue comparar el desempeño energético de un sistema de ciclo combinado con gas natural (NGCC) y un sistema basado en combustión indirecta en ciclos operando bajo condiciones de alta temperatura y presión compatibles con turbinas modernas. Para ello, se realizaron simulaciones en Aspen Plus V10 utilizando gas natural como combustible y níquel como acarreador sólido de oxígeno en el sistema CLC. Se analizaron cuatro condiciones de operación derivadas de la combinación de temperaturas de 1350 °C y 1600 °C con presiones de 20 y 30 bar.

Los resultados mostraron que el incremento de la temperatura favorece el rendimiento energético en ambas configuraciones. El sistema NGCC alcanzó la mayor eficiencia térmica, obteniendo un valor máximo de 53.98 % LHV a 1600 °C y 30 bar. Por su parte, el sistema CLC presentó un desempeño competitivo con una eficiencia máxima de 50.77 % LHV a 1600 °C y 20 bar, manteniendo la ventaja de incorporar captura inherente de CO₂. Asimismo, las diferencias de rendimiento entre ambos sistemas disminuyeron conforme aumentó la temperatura de operación.

En conclusión, la tecnología CLC representa una alternativa prometedora para la generación de energía con bajas emisiones de carbono, particularmente en escenarios de operación a altas temperaturas donde la penalización energética asociada a la captura de CO₂ puede reducirse considerablemente.

Referencias y citas bibliográficas (Times New Roman 11 pt, negrita)

1. Yan, M., Li, Y., Chen, G., Zhang, L., Mao, Y., & Ma, C., "A novel flue gas pre-treatment system of post-combustion CO₂ capture in coal-fired power plant", Chemical Engineering Research and Design, Vol. 128, p. 331-341, 2017.
2. Lillia, S., Bonalumi, D., Grande, C., & Manzolini, G., "A comprehensive modeling of the hybrid temperature electric swing adsorption process for CO₂ capture", International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol. 74, p. 155-173, 2018.
3. Khan, M. N., Cloete, S., & Amini, S., "Efficient Production of Clean Power and Hydrogen Through Synergistic Integration of Chemical Looping Combustion and Reforming", Energies, Vol. 13, No. 13, p. 3443, 2020.

Agradecimientos: No aplica



EVALUACIÓN TERMODINÁMICA DE UN SISTEMA BRAYTON-STIG OPERANDO EN CONDICIONES DE ALTA TEMPERATURA

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Joana Patricia Sanchez Flores^a, Jesús Wilson Carrillo^a, Esveidi Montserrat Valdovinos García^a, Moisés Abraham Petriz Prieto^a

^a División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez (DAMJM), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Jalpa de Méndez, Tabasco, Mexico,

Correo autor de contacto: iqmapp@gmail.com

Palabras clave: STIG cycle, Brayton cycle, high TIT, thermal efficiency, gas turbine

Resumen

El incremento sostenido de la demanda energética y la necesidad de optimizar el aprovechamiento del combustible han motivado el desarrollo de sistemas de generación eléctrica con mayores niveles de eficiencia térmica. En este contexto, las turbinas de gas operando a altas temperaturas representan una alternativa relevante; sin embargo, gran parte de la energía contenida en los gases de escape continúa desaprovechándose. Debido a ello, la integración de ciclos con inyección de vapor, como el sistema STIG (Steam Injected Gas Turbine), surge como una opción atractiva para mejorar el aprovechamiento energético y reducir el consumo específico de combustible.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento energético de un sistema de ciclo combinado acoplado a un ciclo STIG bajo condiciones de alta temperatura de entrada a la turbina (TIT), con la finalidad de identificar las condiciones de operación que permiten maximizar la eficiencia del sistema. Para ello, se realizaron simulaciones en Aspen Plus V10 considerando gas natural como combustible y utilizando el poder calorífico inferior (LHV) como referencia para el cálculo del rendimiento térmico. El sistema fue analizado en un intervalo de presión de 20 a 90 bar manteniendo una TIT constante de 1600 °C. Asimismo, se empleó el modelo termodinámico Peng-Robinson-Boston Mathias (PR-BM) para el desarrollo de las simulaciones. Los resultados obtenidos mostraron que el desempeño del sistema mejora significativamente conforme aumenta la presión de operación, alcanzando el máximo rendimiento a 70 bar. En estas condiciones, el sistema Brayton-STIG logró una eficiencia térmica de 62.29 % respecto al LHV del combustible, superando ampliamente el desempeño de un ciclo Brayton convencional. La incorporación de vapor permitió incrementar la masa de trabajo en la turbina y aprovechar de manera más eficiente el calor residual de los gases de escape.

En conclusión, el acoplamiento de un ciclo STIG a sistemas Brayton operando a altas TIT representa una estrategia prometedora para incrementar la eficiencia de generación eléctrica y optimizar el uso de la energía disponible.

Referencias y citas bibliográficas

1. Ingeniería Energética Ibrahim Dincer, "Renewable energy and sustainable development: a crucial review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 4, No. 2, p. 157–175, 2000.
2. J. Mitali, S. Dhinakaran y A. A. Mohamad, "Energy storage systems: a review", Energy Storage and Saving, Vol. 1, No. 3, p. 166–216, 2022.
3. Umar Shahzad, "The Need For Renewable Energy Sources", International Journal of Information Technology and Electrical Engineering, 2015.



**GEMELO DIGITAL DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN DE CICLO
COMBINADO**
Área: Procesos
Modalidad: Póster

Flores-Romero R.A*, Amador-Noya, C, Pérez-Villaseñor F, Barrientos-Carranco O.I, Ortiz-Arroyo, A, Montiel-Hernández, P,
Castro-Agüero A*
Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México
20221770@uatx.mx, angel.castro@uatx.mx

Palabras clave: Ciclo combinado, Digital Twin, Simulación dinámica.

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad analizar el comportamiento dinámico de un gemelo digital de una planta de cogeneración de ciclo combinado, así como evaluar su potencial para la implementación de un sistema de Control Predictivo basado en Modelo (MPC) aplicado a las variables críticas del proceso. La justificación del estudio se basa en el alto grado de integración térmica y operativa de estos sistemas donde anticipar el comportamiento dinámico del proceso es crucial para mejorar la seguridad, estabilidad y eficiencia operativa. En este escenario, la representación mediante un gemelo digital constituye una herramienta para evaluar escenarios operativos y explorar estrategias avanzadas de control sin intervenir de manera directa en la planta física.

El objetivo central es desarrollar la simulación dinámica de la planta, diseñar un sistema de control predictivo basado en modelo MPC y evaluar el comportamiento dinámico del proceso implementando las estrategias de control avanzado. La metodología considera el desarrollo de una simulación dinámica de los subsistemas principales incluyendo el Heat Recovery Steam Generator (HRSG), bombas de alimentación, turbinas de gas y vapor y sistema de condensados. Como avance preliminar se ha elaborado la simulación dinámica del HRSG, el sistema de bombas de alimentación y el área de condensado, permitiendo así establecer la estructura inicial del modelo e identificar las variables más importantes para la implementación del esquema MPC.

Los resultados preliminares muestran desviaciones menores al 3% para presiones y temperaturas en la mayoría de los casos, por otro lado, el balance energético presentó errores entre 5-7%, los cuales son considerables valores aceptables en la etapa preliminar del modelo.

Variable	Desviación %		
	Evaporador de Alta Presión	Evaporador de Media Presión	Evaporador de Baja Presión
Presión del intercambiador	0.2320	0.7786	0
Temperatura de entrada	1.2311	1.0803	0.7784
Temperatura de salida	0.0862	0.9774	5.0511
Flujo de calor	5.7292	5.7681	7.7650

Referencias y citas bibliográficas

1. Ortega-Vázquez, Miguel Angel, "MODELADO Y SIMULACIÓN DINÁMICA DE ESQUEMAS DE COGENERACIÓN", Universidad Autónoma de Nuevo León, 2001. (Times New Roman 10 pt, justificado)
2. Xu Bin, Wang June, et. al, "A case study of digital-twin-modelling analysis on power-plant-performance optimizations", *Clean Energy*, Vol. 3, No. 3, 227-234, 2019.



ALMIDÓN DE FUENTE NO CONVENCIONAL DEL SEMIDESIERTO MEXICANO: EFECTOS DE LA MODIFICACIÓN POR ACETILACIÓN EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS

Área: Procesos
Modalidad: Poster

Francisco Hernández-Centeno^a, Karla Vanessa González-Salazar^a, Ana Giselle Sánchez-Gutiérrez^a, María Hernández-González^a, Haydeé Yajaira López-De la Peña^a, Ana Verónica Charles-Rodríguez^a, Juan Manuel Tirado-Gallegos^b

^a Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Saltillo, Coahuila, México

^b Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Chihuahua, Chihuahua, México

francisco.hdez@gmail.com

Palabras clave: calabacilla loca, viscosidad, solubilidad, absorción de agua, sinéresis

Resumen

Se evaluó la modificación por acetilación del almidón de raíz de calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima* Kunth) frente al almidón nativo de la misma en cuanto a sus propiedades físicas. La **justificación** de este trabajo radica en la creciente demanda de almidones para aplicaciones alimentarias y no alimentarias, siendo necesario explorar nuevas fuentes de este biomaterial, así como su modificación por acetilación para agregarle valor a través de ampliar sus potenciales usos y aplicaciones, abonando a la propuesta de producción de almidón de esta especie botánica del semidesierto mexicano.

El **objetivo** fue comparar las propiedades físicas del almidón nativo y acetilado, buscando un nivel de modificación ajustado a la normativa internacional para su uso alimentario, y evaluar en cuanto a su estructura molecular (FTIR), propiedades cromáticas, ópticas y funcionales (solubilidad, absorción de agua, poder de hinchamiento, sinéresis y viscosidad). La **metodología** consistió en el diseño de un ensayo completamente aleatorizado con dos tratamientos (T1: almidón nativo, T2: almidón acetilado), sometidos a la evaluación de los parámetros descritos por triplicado. Los resultados se sometieron a ANDEVA de una sola vía y diferencia entre medias con t-Student ($p \leq 0.05$).

Resultados: los espectrogramas de IR demostraron la modificación del almidón, alcanzando un % acetilación = 0.373 ± 0.057 , valor dentro de lo aceptado para usarlo en alimentos, según la FDA. En cuanto a las propiedades ópticas, los gránulos mostraron modificación en su patrón de cruz de malta después acetilar; respecto a las variables cromáticas, la luminosidad resultó significativamente afectada, así como las variables de color a^* y b^* . Para las propiedades funcionales: solubilidad, absorción de agua y poder de hinchamiento resultaron significativamente diferentes ($p < 0.05$) favoreciendo al almidón modificado. La sinéresis, por el contrario, resultó mayor para el almidón modificado hasta las 240 h. Respecto a la viscosidad, el almidón acetilado en solución al 4% y 80 °C resultó con un comportamiento no Newtoniano con valores notablemente inferiores al del almidón nativo. Estos resultados preliminares arrojan luz sobre las propiedades físicas de ambos almidones y sus posibles usos en aplicaciones en la industria alimentaria y no alimentaria.

Referencias y citas bibliográficas

1. Torres-Becerril, Mario; Carmona-García, Roselis; Aguirre-Cruz, Andrés, "Obtención y caracterización estructural y funcional de almidón acetilado de malanga (*Colocasia esculenta* Schoott)", *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 6, No. 4, p. 905-912, 2015.



INFLUENCIA DE LA VISCOSIDAD Y LA AMPLITUD ULTRASÓNICA SOBRE LA POTENCIA TRANSFERIDA EN UN PROCESADOR ULTRASÓNICO UP200S

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Rafael Guillermo Gutiérrez^a, Diego Zuñiga Hernández^a, Jorge Antonio Ochoa Hernández^a, Jose Alfredo Parra Reyes^a, Valaur Ekbalam Márquez Baños^b, Alejandra Manuela Vengoechea Pimienta^a, Jorge Ramírez Muñoz^{a*}

^a Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo 420, Col. Nueva El Rosario, Alcaldía Azcapotzalco, CDMX, C.P. 02128, México. ^b

Área de Química, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México - Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México C.P. 56230, México.

*jrm@azc.uam.mx

Palabras clave: ultrasonido, potencia ultrasónica, intensificación de procesos, calorimetría, viscosidad.

Resumen

En el ámbito de la ingeniería de procesos, la tecnología de potencia ultrasónica se ha posicionado como una herramienta clave para la intensificación de procesos [1,2]. Sin embargo, su implementación industrial aún enfrenta un importante desafío técnico: la dificultad para cuantificar con precisión la energía efectivamente transferida al medio y, en consecuencia, determinar la eficiencia energética del proceso. En este trabajo se evaluó la potencia ultrasónica transferida a un fluido newtoniano mediante un procesador Hielscher UP200S, analizando el efecto de la viscosidad y la amplitud ultrasónica sobre la eficiencia energética del sistema [3,4]. El estudio considera tanto la potencia eléctrica activa consumida como la potencia calorimétrica transferida al fluido, permitiendo comparar el consumo energético total con la potencia ultrasónica efectivamente transferida. Para el método calorimétrico se empleó un tanque adiabático con agitación magnética, minimizando las pérdidas de calor y asegurando la homogeneidad térmica del medio [2,3]. La metodología empleada consistió en realizar experimentos variando la amplitud en operación continua y utilizando soluciones de glicerina-agua a distintas concentraciones para variar la viscosidad. En todos los experimentos se emplearon 180 g de solución a una temperatura inicial de $23 \pm 1^\circ\text{C}$. La viscosidad se midió con un viscosímetro Brookfield DV-E, mientras que la potencia eléctrica activa consumida se midió con un medidor de potencia Extech 380803. La potencia eléctrica neta transferida al medio por el sonotrodo se determinó restando de la potencia total suministrada al fluido de trabajo la potencia disipada en vacío, previamente calculada. Para el cálculo de la potencia calorimétrica se utilizó un módulo de adquisición de datos de temperaturas. Los resultados evidenciaron que la viscosidad influye significativamente en la potencia eléctrica transferida y en la potencia calorimétrica suministrada al medio, afectando directamente la eficiencia energética del proceso ultrasónico. Se observó que el incremento de la viscosidad y la operación a altas amplitudes favorecen una mayor transferencia de energía al medio y un mejor aprovechamiento de la energía suministrada. Los resultados demuestran que la viscosidad constituye una variable de operación clave para la optimización de procesos asistidos por ultrasonido, contribuyendo a mejorar su desempeño energético y operabilidad.

Referencias y citas bibliográficas

1. Gallego-Juárez, J. A., Graff, K. F., & Lucas, M. (Eds.). (2023). *Power ultrasonics: Applications of high-intensity ultrasound* (2nd ed.). Elsevier.
2. Carrillo-Lopez, L. M., García-Galicia, I. A., Tirado-Gallegos, J. M., Sánchez-Vega, R., Huerta-Jimenez, M., Ashokkumar, M., & Alarcon-Rojo, A. D. (2017). Modification of Food Systems by Ultrasound. *International Journal of Food Science*, 2017, 5794931.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VBA DE EXCEL PARA LA SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Marcos Flores Burboa^a, José Roberto Hernández Barajas^a

^a División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 S/N. Entronque a Bosques de Saloya. 86150, Villahermosa, Tabasco, México.

marcosfloresb00247@outlook.com

Palabras clave: Herramienta de cómputo; VBA; Simulación de procesos. Tratamiento biológico

Resumen

Las PTAR logran su papel a través de tres etapas de tratamiento y múltiples operaciones unitarias, que se basan en numerosos procesos físicos, biológicos y químicos. La simulación de procesos aplicada a las plantas de tratamiento de aguas residuales ofrece una herramienta robusta para el modelado y optimización de las operaciones unitarias en las PTAR, como sedimentación filtración y tratamiento biológico, además la formulación de modelos matemáticos que describen la cinética de la degradación de contaminantes [1]. El propósito de este trabajo es desarrollar una herramienta computacional mediante VBA en Excel para realizar módulos de simulación, logrando estudiar el comportamiento de operaciones unitarias en el tratamiento de aguas residuales a través de un conjunto de Interfaces Gráficas de Usuario (GUI). De manera general, un modelo clave en la simulación de procesos de tratamiento de aguas es el modelo ASM1, que describe los balances de materia en estado dinámico, adicionalmente se requieren parámetros físicos, químicos y biológicos [2]. El sistema se compone por una etapa de pretratamiento mediante cribado, un sedimentador primario, reactor biológico donde se emplean lodos activados para el tratamiento secundario de remoción de contaminantes, un sedimentador secundario y, por último, una etapa de desinfección por medio de un tanque de cloración. Se determinó un caso de estudio para una población 32 500 habitantes [3], dando como resultados el tamaño del reactor biológico de 540.4 m³ con una eficiencia global de remoción de 96.3% de SST y una eficiencia de 94.8% en la remoción de DBO. La implementación de herramientas de simulación a través de modelos matemáticos como el modelo ASM1 permiten aprovechar el potencial de la simulación de procesos por computadora. Con esta herramienta, ingenieros, estudiantes e investigadores pueden comprender y analizar procesos de tratamiento y lograr optimizarlos haciendo operaciones unitarias más eficientes y eficaces para el tratamiento de aguas residuales.

Referencias y citas bibliográficas

1. Obiuto, N. C., Ugwuanyi, E. D., Nindwezuor-Ehiobu, N., Ani, E. C., & Olu-lawal, K. A., “Advancing wastewater treatment technologies: The role of chemical engineering simulations in environmental sustainability”, World Journal of Advanced and Reviews, Vol. 21, No. 3, p. 19-31, 2024.
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0649>
2. Costa, C., “A Comprehensive View of the ASM1 Dynamic Model: Study on a Practical Case”, Water, Vol. 14, No. 7, p. 1046, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14071046>
3. Crites, R. W., & Tchobanoglous, G., “Introducción al análisis y diseño de procesos”, Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones, 169-239, 2000.



CARACTERIZACIÓN HIDRODINÁMICA DE UNA TORRE DE BURBUJEO ESCALA LABORATORIO: ESTUDIO TEÓRICO-EXPERIMENTAL

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Aline Natalia Salazar-García^a, Karen Meraz-Pichú^a, Yennifer Paola Arauz-Torres^a, Eunice Cruz-Martínez^a, Paulette Tapia-Torres^a, Ricardo Mendoza-Vizcaya^{a*}

^aLaboratorio de Áreas de Profundización, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Ciudad de México, México,
[*igricardomendoza@hotmail.com](mailto:igricardomendoza@hotmail.com)

Palabras clave: Torre, Burbujeo, Simulación, Hidrodinámica, CO₂

Resumen

En esta investigación se llevó a cabo la caracterización hidrodinámica y de transferencia de masa de una torre de burbujeo escala laboratorio. La **justificación** de esta investigación radicó en la aplicabilidad de torres de burbujeo para la generación de compuestos de valor agregado, identificados como bioprocesos (sistemas en los que predomina el uso de microorganismos). El **objetivo** principal permitió evaluar los parámetros que influyen en la hidrodinámica y a su vez en la transferencia de masa correspondiente a la torre de burbujeo; y con la finalidad de cumplir con el objetivo, se estructuró la **metodología** en dos etapas principales: I) La determinación de los parámetros que permitieron la caracterización hidráulica e hidrodinámica y de transferencia de masa, a partir del armado de la torre a escala laboratorio (90 cm de alto y 10.7 cm de diámetro), equipada con difusores de distinta porosidad y material (fibra de vidrio y nylon); alimentada con gas de CO₂ (2.67 kg/cm²) a distintos caudales (0.1, 0.2, 0.3, 0.5 y 1 LPM), determinando los parámetros clave del sistema, por ejemplo: tamaño de burbuja, fracción de volumen de gas, concentración de CO₂ disuelto en el medio acuoso y el coeficiente volumétrico de transferencia de masa (K_{LA}); II) Consistió en realizar la simulación de la torre de burbujeo en *COMSOL Multiphysics® versión 6.3* mediante los datos obtenidos de las experimentaciones realizadas. Y de acuerdo a los **resultados** obtenidos, se identificó que la distribución de la fase gas en forma de burbujas, se encuentra relacionada con la forma de los difusores y de los caudales utilizados, impactando directamente en la concentración de CO₂ disuelto en el sistema, y a su vez en el coeficiente volumétrico de transferencia de masa. En el caso del difusor de fibra de vidrio (con mayor porosidad) operando a 0.3 LPM, presentó un K_{LA} mayor (2.895 h⁻¹); a comparación del difusor de mismo material pero con menor porosidad, obteniendo un K_{LA} de 2.171 h⁻¹; por otro lado, con el difusor de material de nylon tipo estrella se obtuvo un K_{LA} de 1.072 h⁻¹ operado al mismo flujo volumétrico, permitiendo determinar un caudal óptimo de operación.

Referencias y citas bibliográficas

1. Çarşıbaşı, Nigar & Borak, Fahir & Ulgen, Kutlu, "Bubble Column Reactors". *PROCESS BIOCHEMISTRY*. Vol.40, No. 7, p 2263-2283, 2005
2. Dorán, P. M, *Bioprocess Engineering Principles* (2nd ed.), Academic Press, 2013
3. Camacho Soto, Hernán y Alvarado Aguilar Patricia, "Caracterización de una columna de burbujeo", *Revista de la Universidad de Costa Rica*, Vol. 4, No. 1, p. 21-27, 1994.

Agradecimientos: Los autores agradecen al proyecto **PAPIME PE107325** y al Dr. Guadalupe Ramos Sánchez y al Dr. Ignacio González Martínez por facilitar la licencia (No. 1038192) para el uso del software *COMSOL Multiphysics*.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

MODELADO DINÁMICO Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOBLE TUBO VALIDADO EXPERIMENTALMENTE

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Jorge Ordaz-Díaz^a, Jazael G. Moguel-Castañeda^a, Claudio Bedolla-Arroyo^a, Antonio Lara-Musule^a, Jorge A. Romero-Bustamante

^aFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México
jorgromero@uv.mx

Palabras clave: Intercambiador de calor, modelado dinámico, análisis de sensibilidad, instrumentación de procesos

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un modelo dinámico con análisis de sensibilidad para un intercambiador de calor de doble tubo, validado experimentalmente en una plataforma de laboratorio a escala. Mientras los enfoques actuales muchas veces dependen de modelos semi-empíricos que limitan la predicción precisa de caídas de presión o la transferencia de calor en flujos con errores de hasta 7.1% [1], este estudio busca integrar la dinámica transitoria y la sensibilidad paramétrica para capturar respuestas ante perturbaciones reales en caudales y temperaturas. El objetivo principal es formular y validar un modelo matemático basado en balances de energía dinámicos, evaluando el impacto de variables como el caudal másico y temperaturas de entrada sobre la salida térmica. La metodología emplea un prototipo de bajo costo con tubería de PVC, instrumentado con termopares tipo K ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) en entradas/salidas, medidores de flujo y adquisición de 2 datos por segundo. El modelo se implementa en MATLAB resolviendo las ecuaciones diferenciales del balance de transferencia de calor con el método de Runge-Kutta y para su validación se aplican perturbaciones tipo escalón ($\pm 20\%$), comparando respuestas transitorias mediante RMSE. El análisis de sensibilidad cuantificará variaciones en el coeficiente global de transferencia (U) y tiempos de asentamiento ante cambios paramétricos ($\pm 10\text{-}30\%$), identificando variables dominantes a diferentes dinámicas. Este enfoque busca apoyar estudios recientes sobre el transporte de energía en nanofluidos [2], donde resulta crucial caracterizar la sensibilidad dinámica ante variaciones operativas para maximizar mejoras térmicas. Se espera que los resultados muestren una adecuada concordancia entre el modelo y los datos experimentales, así como la identificación de las variables con mayor influencia sobre la respuesta térmica del sistema. Asimismo, se anticipa que el análisis de sensibilidad evidencie diferencias en la magnitud y velocidad de respuesta ante distintas perturbaciones, proporcionando información relevante para la comprensión del comportamiento dinámico del intercambiador. Este trabajo contribuye al desarrollo de metodologías accesibles para el análisis dinámico y de sensibilidad en procesos de transferencia de calor, con aplicaciones potenciales en el diseño y control robusto de operaciones unitarias.

Referencias y citas bibliográficas

1. Cabello, R., Plesu-Popescu, A. E., Bonet-Ruiz, J., Cantarell, D. C., & Llorens, J. Validation of CFD models for double-pipe heat exchangers with empirical correlations. *Chemical Engineering Transactions*, 88, 1243-1248 (2021).
2. Permanasari, A. A., Affandi, M. T., Puspitasari, P., & Sukarni. Modeling and Sensitivity Analysis of Heat Transfer Enhancement in Double-Pipe Heat Exchanger Using Nanofluid. In *Recent Advances in Mechanical Engineering: Select Proceedings of ICOME, Singapore: Springer Nature Singapore 2021* (pp. 282-292), (2022).



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DESTILACIÓN MOLECULAR DE VÍA CORTA PARA LA SEPARACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CÁÑAMO

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Karla Alejandra Garza Palafox^a, Lucero Rosales Marines^{a*}, Lilia Eugenia Serrato Villegas^a, Anilú Rubio Ríos^a, Lorena Farías Cepeda^a

^a Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza esq. José Cárdenas V., C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México.

lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Compuestos bioactivos, puntos de ebullición, simulación, degradación 2

Resumen

La creciente demanda de compuestos bioactivos presentes en el cáñamo ha impulsado el desarrollo de tecnologías más eficientes para su purificación a partir de extractos crudos de origen vegetal. Sin embargo, la complejidad de la matriz vegetal y la naturaleza termosensible de los compuestos bioactivos, representan un desafío importante en su separación. La destilación molecular representa una alternativa viable, dado que opera bajo presión reducida que minimiza los puntos de ebullición de los compuestos presentes evitando la degradación térmica de los mismos [1].

En el presente trabajo se modeló y simuló el proceso de separación por destilación molecular de vía corta de una mezcla representativa de compuestos bioactivos de cáñamo, con el propósito de identificar las condiciones operativas favorables para su purificación.

La metodología consistió en la implementación del proceso en un el simulador de procesos Aspen Plus®, en el cual se seleccionaron modelos termodinámicos adecuados para sistemas no ideales y se definieron las condiciones operativas de interés: temperatura, presión y composición de la alimentación. El proceso fue representado mediante etapas de separación en equilibrio, lo que permitió simular el comportamiento de la destilación molecular de vía corta y estimar la distribución de los compuestos bioactivos entre las fases vapor y líquida.

A partir de los resultados obtenidos, se evaluó la distribución de los componentes entre fases y su dependencia con las condiciones de operación. Los resultados indican que bajo presiones reducidas (mbar) disminuyen los puntos de ebullición de los compuestos bioactivos presentes, permitiendo así su separación a condiciones moderadas y evitando su degradación térmica. Asimismo, se observó que la eliminación previa de compuestos pesados y volátiles presentes en la matriz vegetal mejora la eficiencia del proceso.

Así, la simulación de procesos se posiciona como una herramienta clave para el diseño y optimización del proceso de purificación de compuestos bioactivos de cáñamo permitiendo reducir costos experimentales y orientar el desarrollo de tecnologías más eficientes para la obtención de compuestos bioactivos de alta pureza.

Referencias y citas bibliográficas

[1] Green Light Global Cannabis. (2021). *GLGc handbook: The cannabis extraction report*.

Agradecimientos: Agradecemos a la SECIHTI por el apoyo otorgado a través de la beca de maestría para la realización de este proyecto.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DESARROLLO Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE FORMULACIONES DESENGRASANTES PARA EL SECTOR ALIMENTARIO

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Loera Loredo Joanna^a, Saldaña Rocha Yohana Fernanda^a, Rosales Marines Lucero^{a*}, Juan Luis de la Peña Zúñiga^a
^a Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, Mexico,
lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Desengrasantes, gravimetría, remoción de grasa, monoetanolamina.

Resumen

Los productos desengrasantes utilizados en el sector alimentario son importantes para la eliminación de residuos de grasa acumulados en superficies y equipos, ya que estos pueden afectar las condiciones de higiene y el funcionamiento adecuado de los sistemas de trabajo. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y evaluar formulaciones desengrasantes con alta capacidad de remoción de grasa.

En una primera etapa se formularon cuatro variantes experimentales, dos en presentación tipo gel utilizando carboximetilcelulosa (CMC) como agente espesante y dos formulaciones líquidas empleando lauril éter sulfato de sodio (LESS) como surfactante principal. Se evaluaron formulaciones con hidróxido de sodio y monoetanolamina en diferentes concentraciones para determinar su desempeño en la remoción de materia grasa.

Las pruebas preliminares se realizaron mediante ensayos de contacto a intervalos de 5, 10 y 15 minutos. Los resultados obtenidos mostraron una mayor eficacia en las formulaciones elaboradas con monoetanolamina en comparación con aquellas formuladas con hidróxido de sodio. De manera particular, la formulación líquida con mayor concentración de monoetanolamina presentó los mejores resultados en menor tiempo de exposición. Con el propósito de obtener resultados más precisos, se implementó una evaluación gravimétrica para cuantificar el porcentaje de grasa removida, sustituyendo la evaluación únicamente visual. Para ello, se prepararon láminas de acero inoxidable con cantidades controladas de grasa y posteriormente se determinó la pérdida de masa después de la aplicación de las formulaciones.

Los resultados preliminares indican que la metodología desarrollada permite evaluar de manera reproducible la eficiencia de remoción de grasa y establecer diferencias entre las formulaciones estudiadas, lo que representa una base para futuras optimizaciones del sistema desengrasante.

Referencias y citas bibliográficas

1. Solís, J. J. (2016). Manual del pequeño industrial (5ª ed., revisada, actualizada y mejorada). Ibukku.
2. Pérez Esteve, É., Barrera Puigdollers, C., & Castelló Gómez, M. L. (s.f.). Productos químicos para la limpieza en la industria alimentaria. Universitat Politècnica de València.

Agradecimientos: Al laboratorio de Procesos de Polimerización de la Facultad de Ciencias Químicas (UADEC) por las facilidades prestadas para la realización de este proyecto.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UNA BIOMASA MEDIANTE LÍQUIDOS PRESURIZADOS

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Jael Elizondo Peña^a, Lucero Rosales Marines^{a*}, Karla Alejandra Garza Palafox^a, Anilú Rubio Ríos^a,
Lilia Eugenia Serrato Villegas^a
Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México
lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: Simulación, Aspen Plus, extracción, líquidos presurizados, cáñamo.

Resumen

La extracción de cannabinoides a partir de biomasa de cáñamo (*Cannabis sativa*) mediante líquidos presurizados representa una alternativa eficiente y selectiva para la obtención de compuestos bioactivos de interés farmacéutico. Este proceso permite preservar la integridad de moléculas sensibles como el cannabidiol (CBD), debido a que opera bajo condiciones de temperatura relativamente bajas. A pesar de las ventajas del proceso, el análisis y optimización de sus condiciones operativas puede resultar complejo cuando se basa únicamente en experimentación, por lo que el uso de herramientas de simulación constituye una alternativa útil para su estudio y comprensión.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo de simulación en Aspen Plus que permita representar computacionalmente el proceso de extracción de cannabinoides a partir de biomasa de cáñamo mediante líquidos presurizados.

La metodología consistió en implementar en Aspen Plus un modelo del sistema de extracción considerando los solventes hidrocarburos utilizados en el proceso, así como las condiciones operativas de presión, temperatura y tamaño de partícula de la biomasa. Asimismo, el proceso fue representado en el entorno a través de la incorporación de la corriente de biomasa como un sólido no convencional dentro del modelo.

Mediante la simulación se busca reproducir adecuadamente el comportamiento general del sistema de extracción bajo las condiciones establecidas. La representación del proceso en el entorno de simulación proporciona una herramienta útil para la visualización y análisis del sistema, facilitando la evaluación de distintas condiciones operativas y apoyando el estudio y posible optimización del sistema de extracción de cannabinoides a partir de biomasa de cáñamo mediante líquidos presurizados.

Referencias y citas bibliográficas

1. Aspen Technology, Inc., "ASPEN PLUS® User Guide", Aspen Technology, Inc., 2000.
2. University of Arkansas Libraries, "Chemical Engineering: Aspen Plus", University of Arkansas Libraries, s.f.
3. Aspen Technology, Inc., "ASPEN PLUS Reference Manual: Unit Operation Models", Aspen Technology, Inc., Vol. 1, 1995.



SIMULACIÓN DE LA ETAPA DE REFORMACIÓN EN EL PROCESO HABER– BOSCH PARA LA INTEGRACION DE HIDRÓGENO VERDE Y LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂.

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Ruiz-Marín, L.E*, Pérez-Villaseñor, F, Ortiz-Arroyo, A, López-López, E, Castro-Agüero, A*

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Calzada Apizaquito S/N, Apizaco,
Tlaxcala, México

angel.castro@uatx.mx 20254099@uatx.mx

Palabras clave: Simulación, Proceso Haber–Bosch, Hidrógeno verde, Reducción de CO₂, Amoníaco,

Resumen

El reformado de metano con vapor de agua es la principal fuente de hidrógeno para la producción de amoníaco mediante el proceso Haber-Bosch, lo que implica un elevado consumo energético y emisiones significativas de CO₂. La justificación de este trabajo reside en la necesidad de evaluar estrategias de transición del proceso Harber-Bosch, basado en el metano como materia prima; a un proceso híbrido con hidrógeno verde. La sustitución de metano por hidrógeno verde debe reducir el consumo de gas natural, reducir las emisiones de CO₂ asociadas, y debería reducir el consumo energético si el hidrógeno verde se produce con energía renovable. De tal forma, que integrar hidrógeno verde a la etapa de reformado emerge como una alternativa para avanzar en la descarbonización sin requerir una sustitución completa de la infraestructura existente. Los objetivos de este trabajo son: la simulación del reformador primario y secundario del proceso convencional Harber-Bosh para analizar el impacto energético y ambiental, evaluar las opciones de incorporar el hidrógeno verde desde un punto de vista operativo, y finalmente comparar el impacto en el proceso. La metodología consistió en un modelado en Unisim Design (digital twin), considerando una cinética tipo Langmiur-Hinshelwood para los reformadores. Debido a la naturaleza altamente endotérmica de las reacciones de reformación, el reactor se acopló a la zona de radiación de un horno. Los parámetros cinéticos se obtuvieron de Xu y Froment (1989). El reformador secundario se modeló mediante un reactor de conversión para la sección de combustión del metano con el aire y posteriormente con un reactor de flujo pistón (PFR) utilizando la cinética empleada en la reformación primaria. Como resultado de la simulación, se obtuvo un porcentaje de diferencia respecto al balance reportado en bibliografía del 3.5% y 2.8% respecto al CO y del 4.1% y 4.9% respecto al CO₂ como producto del efluente en el reformador primario y reformador secundario respectivamente. Esto permite continuar con el análisis para la integración de la corriente de hidrógeno verde para la descarbonización de la producción de amoníaco y al mismo tiempo enfrentar los desafíos técnicos y de control asociados al mismo proceso.

Referencias y citas bibliográficas

- 1.- Maqbool, F., Abbas, S. Z., Ramirez-Solis, S., Dupont, V., & Mahmud, T. (2021). *Modelling of one-dimensional heterogeneous catalytic steam methane reforming over various catalysts in an adiabatic packed bed reactor*. International Journal of Hydrogen Energy, 46(7), 5112–5130. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.071>
- 2.- Piña, J. (2003). *Simulación y optimización de reactores de reformado de metano con vapor* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ingeniería Química, Bahía Blanca, Argentina.
- 3.- Xu, J., & Froment, G. F. (1989). *Methane steam reforming, methanation and water-gas shift: I. Intrinsic kinetics*. AIChE Journal, 35(1), 88–96.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

MODELADO DINÁMICO Y EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UNA COLUMNA SNYDER EN DESTILACIÓN BATCH: CASO DE ESTUDIO METANOL-AGUA

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Candelario González Jiménez, Gaspar López Ocaña, Carlos Alberto Torres Balcazar, Mario Alberto Guzmán Cruz, Sarai Alejandro Hernández, David Guerrero Zárate
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México
david.guerrero@ujat.mx

Palabras clave: Equilibrio Líquido-Vapor; Rectificación interna; Dinámica de procesos; Ecuación de Rayleigh.

Resumen

La destilación por lotes constituye una de las operaciones de separación más utilizadas en laboratorios, plantas piloto o industrias como la mezcalera, debido a su versatilidad para el tratamiento de mezclas binarias y multicomponente. En el presente trabajo se analiza experimentalmente el comportamiento dinámico de una columna Snyder operando bajo condiciones de destilación diferencial para la separación del sistema no ideal metanol-agua, con la finalidad de evaluar el efecto de la composición inicial de la alimentación sobre la dinámica térmica, el enriquecimiento del destilado y la eficiencia global efectiva del proceso.

Se realizaron corridas experimentales utilizando diferentes composiciones iniciales de metanol en la alimentación, manteniendo constantes el volumen de carga, la presión y la potencia de calentamiento. Durante cada experimento se registraron la temperatura del destilado en función del tiempo, el volumen acumulado de destilado, la composición instantánea del destilado, la composición promedio del destilado total y la composición final del líquido remanente. A partir de los datos experimentales se efectuaron balances globales y por componente, para determinar la evolución dinámica del sistema.

El modelado matemático se desarrolló mediante balances de materia diferenciales, aplicando el método de Rayleigh como aproximación fundamental del proceso. El equilibrio líquido-vapor se modeló utilizando la ecuación de estado NRTL para estimar la eficiencia global efectiva, basada en el enriquecimiento experimental del vapor respecto al equilibrio teórico, con el fin de caracterizar el efecto de rectificación interna asociado a la geometría de la columna.

Las mediciones experimentales mostraron un comportamiento acorde con lo reportado en la literatura, es decir, existe un incremento progresivo de la temperatura de cabeza conforme disminuye la concentración de metanol en el rehervidor y mayores velocidades iniciales de enriquecimiento para mezclas ricas en metanol. Las eficiencias globales de la columna Snyder fueron superiores a las esperadas para una destilación diferencial simple, atribuibles a fenómenos de condensación parcial y rectificación interna. Los resultados obtenidos permiten contribuir a la validación experimental de modelos dinámicos de destilación batch y a la caracterización operativa de columnas Snyder empleadas en aplicaciones académicas y de investigación en ingeniería química.

Referencias y citas bibliográficas

1. N. S. Halager, C. Bayer, R. Kirkpatrick, K. V. Gernaey, J. K. Huusom, I. A. Udugama, "Modelling and control of an integrated high purity methanol distillation configuration", *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*, Vol. 169, pp. 108640, 2021.
2. N. A. Alhaboubi, "Constant distillate composition of batch distillation column with variable reflux mode based on still pot concentration", *Science and Technology for Energy Transition*, Vol. 77, No. 5, pp. 1–11, 2022.
3. B. Bruns, H. Fasel, M. Grünewald, J. Riese, "Development of a Dynamic Modeling Approach to Simulate a Segmented Distillation Column for Flexible Operation", *ChemEngineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 66–82, 2021.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DISEÑO ÓPTIMO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS Y CORAZA EN UN CICLO RANKINE ORGÁNICO CON BASE EN LA GENERACIÓN DE ENTROPÍA

Área: Procesos

Modalidad: Cartel

Francisco Javier Lozada-Grajales^a, Eliseo Hernández-Martínez^a, Victor Manuel Rivera-Arredondo^a

^aFacultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

franciscolozada1521@gmail.com

Palabras clave: intercambiador de calor, ciclo Rankine orgánico, generación de entropía, optimización.

Resumen

El ciclo Rankine orgánico (ORC) es una tecnología llamativa por su capacidad de generar electricidad o trabajo mecánico utilizando fuentes de calor a baja temperatura [1]. La optimización de estos ciclos, generalmente centrada en reducir los costos, suele basarse solo en balances de energía, no obstante, el análisis de las irreversibilidades en los equipos mediante la segunda ley de la termodinámica y su minimización se ha identificado como una metodología capaz de incrementar la eficiencia del proceso [2].

De esta manera, el trabajo se centró en el diseño de un intercambiador de calor de tubos y coraza que forma parte de un ORC [3] a partir de la minimización de la entropía generada. Para alcanzar este objetivo, primero se planteó un modelo matemático considerando transporte de calor radial y axial en los tubos, conducción radial en la pared y dispersión axial en la coraza; las propiedades de los fluidos se estimaron utilizando Aspen Plus® y el coeficiente de transferencia de calor h en la coraza se determinó con el método de Bell-Delaware. Posteriormente, el modelo se discretizó y se resolvió usando la función *ode23tb* en MATLAB®; los perfiles obtenidos se emplearon para estimar la tasa de generación de entropía local dada por [4], la cual se integró en el volumen para hallar una tasa global y un parámetro denominado número de generación de entropía (EGN). Por último, dicho EGN se minimizó mediante la función *fmincon* en MATLAB® estando sujeta a restricciones geométricas y operativas [5].

Para las condiciones dadas por [3], el modelo predice una longitud de 3.51 m para los tubos del equipo, un área de intercambio similar comparada con los 3.71 m estimados por el método ϵ -NTU [6] y los 3.6 m del precalentador real, haciéndolo adecuado para el diseño. Para este caso base se halló una generación global de 0.218 kW/°C y un EGN de 0.0676, donde el 94.8 % de las irreversibilidades se originan en los tubos. A partir de un análisis de sensibilidad preliminar se halló que reducir el diámetro de la coraza en un 10 % disminuye en un 8 % el EGN.

Referencias y citas bibliográficas

1. Quoilin, S., Broek, M. V. D., Declaye, S., Dewallef, P. y Lemort, V., “Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 22, p. 168-186, 2013.
2. Sciacovelli, A., Verda, V. y Sciubba, E., “Entropy generation analysis as a design tool – A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 43, p. 1167-1181, 2015.
3. Fu, B. R., Lee, Y. R. y Hsieh, J. C., “Design, construction, and preliminary results of a 250-kW organic Rankine cycle system”, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 80, p. 339-346, 2015.
4. Bird, R. B., Stewart, W. E. y Lightfoot, E. E., “Fenómenos de transporte”, *Limusa Wiley*, Ed. 2, 2006.
5. Guo, J., Cheng, L. y Xu, M., “Optimization design of shell-and-tube heat exchanger by entropy generation minimization and genetic algorithm”, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 29, No. 14-15, p. 2954-2960, 2009.
6. Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P. y Dewitt, D. P., “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, *John Wiley & Sons*, Ed. 7, 2011.



XIV Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada
08 - 11 de septiembre 2026, San Cristóbal de las Casas, Chiapas

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO EXPERIMENTAL DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR UTILIZANDO R600A

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Jaime Andrés Flores Nava^a, José Luis Arguelles Ojeda^a

^aUnidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano UASLP, Matehuala, SLP, México,
a332468@alumnos.uaslp.mx

Palabras clave: Refrigeración, R600a, Termodinámica, Evaporación, Condensación.

Resumen

La refrigeración por compresión de vapor constituye una de las operaciones térmicas más utilizadas en los sectores doméstico, comercial e industrial debido a su capacidad para transferir calor mediante procesos de compresión, condensación, expansión y evaporación de un fluido de trabajo. La relevancia de este proyecto radica en la necesidad de fortalecer la enseñanza experimental de los fenómenos de transferencia de calor y termodinámica mediante el desarrollo de equipos didácticos capaces de reproducir condiciones reales de operación de sistemas frigoríficos.

El objetivo de este trabajo fue diseñar, construir y evaluar un banco experimental de refrigeración por compresión de vapor utilizando refrigerante R600a (isobutano), con la finalidad de analizar el comportamiento térmico del sistema y verificar experimentalmente el funcionamiento de las etapas fundamentales del ciclo de refrigeración.

La metodología consistió en el diseño y ensamblaje de un sistema integrado por un compresor hermético de refrigeración doméstica, un condensador fabricado con tubería de cobre, un tubo capilar como dispositivo de expansión y un evaporador construido con tubería de cobre. Posteriormente, se realizó la integración del circuito frigorífico, la carga de refrigerante R600a y la puesta en marcha del equipo. Finalmente, se efectuaron mediciones de temperatura para evaluar el desempeño térmico del sistema durante su operación.

Los resultados demostraron el funcionamiento satisfactorio del banco experimental, alcanzándose una temperatura mínima de $-17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el evaporador a partir de una temperatura ambiente de $26.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que representa una disminución de temperatura de $43.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ respecto a las condiciones ambientales. Adicionalmente, se observó formación de escarcha sobre el evaporador y disipación de calor en el condensador, evidenciando los procesos de evaporación y condensación característicos del ciclo de compresión de vapor.

Se concluye que el sistema desarrollado reprodujo exitosamente el funcionamiento de un ciclo real de refrigeración, constituyendo una herramienta experimental adecuada para el estudio de procesos térmicos, transferencia de calor y refrigeración mecánica.

Referencias y citas bibliográficas

1. Çengel, Y. A., & Boles, M. A. Termodinámica. McGraw-Hill Education, 2015.
2. Dossat, R. J., & Horan, T. J. Principios de refrigeración. Pearson Educación, 2001.
3. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. Fundamentos de transferencia de calor. John Wiley & Sons, 2011.



EFFECTO DE LA DESCARBOXILACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CÁÑAMO POR LÍQUIDOS PRESURIZADOS

Área: Procesos
Modalidad: Cartel

Miguel Ángel Monrreal Flores^a, Lucero Rosales Marines^{a*}, Juan Luis de la Peña Zúñiga^a, Lorena Farías Cepeda^a
Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, Mexico,
lucero_rosales@uadec.edu.mx

Palabras clave: líquidos presurizados, cáñamo, descarboxilación, compuestos bioactivos.

Resumen

El cáñamo (*Cannabis sativa*) es una planta que destaca por su amplia diversidad de compuestos bioactivos con potencial farmacéutico. Entre estos, el cannabidiol es un compuesto de interés particular que destaca por sus propiedades antiepilépticas, antiinflamatorias, analgésicas y neuroprotectoras, las cuales han atraído la atención de la industria farmacéutica. Este compuesto se encuentra comúnmente en la planta en su forma ácida precursora, estado en el cual sus propiedades biológicas no son aprovechables. Para convertirlo a su forma neutra activa, es necesario eliminar el grupo carboxilo (-COOH) mediante la aplicación controlada de calor, proceso conocido como descarboxilación. Esta etapa incrementa la concentración del compuesto de interés en el extracto final, siempre que la temperatura aplicada no supere el umbral de degradación de la molécula.

La metodología propuesta se basa en la extracción con líquidos presurizados, utilizando gases licuados como el propano y el butano como solventes, que representa una alternativa eficiente y selectiva para la recuperación de compuestos bioactivos termosensibles. Esta técnica opera a temperaturas relativamente bajas, lo que preserva la integridad estructural y las propiedades de los compuestos de interés, reduciendo significativamente el riesgo de degradación. Asimismo, el uso de solventes hidrocarbonados favorece la obtención de extractos con menor contenido de compuestos no deseados, como ceras y lípidos, mejorando la calidad y pureza del producto. Esta mayor selectividad simplifica las etapas posteriores de procesamiento al reducir la necesidad de tratamientos de purificación complejos. La integración de una etapa previa de descarboxilación con la extracción por líquidos presurizados conforma un proceso verde y eficiente, que maximiza tanto el rendimiento como la selectividad del extracto obtenido. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la descarboxilación sobre los porcentajes de recuperación del extracto de cáñamo empleando líquidos presurizados.

Como resultados esperados, se pretende identificar la influencia de la descarboxilación sobre el porcentaje de recuperación y la calidad de la resina obtenida, con respecto a extracciones sin tratamiento térmico. Asimismo, se espera identificar la composición de gas licuado que proporcione una mayor eficiencia de extracción, lo que permitirá establecer las mejores condiciones de descarboxilación y extracción.

Referencias y citas bibliográficas

- Joshua A. Hartsel, Joshua Eades, Brian Hickory y Alexandros Makriyannis, "Cannabis sativa and Hemp", *Nutraceuticals*, Vol. 53, p. 735-754, 2016.
- S. Qamar, Y. J. M. Torres, H. S. Parekh, and J. Robert Falconer, "Extraction of medicinal cannabinoids through supercritical carbon dioxide technologies: A review," *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.*, vol. 1167, no. March, p. 122581, 2021

Agradecimientos: Agradezco a la SECHITI por la beca otorgada para este proyecto.