

Plan Estatal Hídrico 2040



JUNTA CENTRAL
DE AGUA Y SANEAMIENTO
DEL ESTADO DE CHIHUAHUA



JUNTA MUNICIPAL
DE AGUA Y SANEAMIENTO
DE CHIHUAHUA

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



SECRETARÍA
DE DESARROLLO RURAL



PROGRAMA

PROGRAMA EN RESUMEN	6
PROGRAMA EN EXTENSO	8
CONFERENCIAS MAGISTRALES	8
JORNADA I	8
JORNADA II	8
JORNADA III	9
MESAS DE ANÁLISIS	9
WORKSHOP TRABAJOS LIBRES PRESENTACIONES ORALES	10
WORKSHOP I	10
WORKSHOP II	3
WORKSHOP III	4
TRABAJOS LIBRES PRESENTACIONES EN CARTEL	5
CARTELES I	5
CARTELES II	6
ENTRE BREAKS (PLÁTICAS DE CASAS COMERCIALES)	7
SESIÓN I	7
RESÚMENES	8
Presentaciones Orales	8
Presentaciones en Cartel	32
ÍNDICE DE AUTORES	69



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

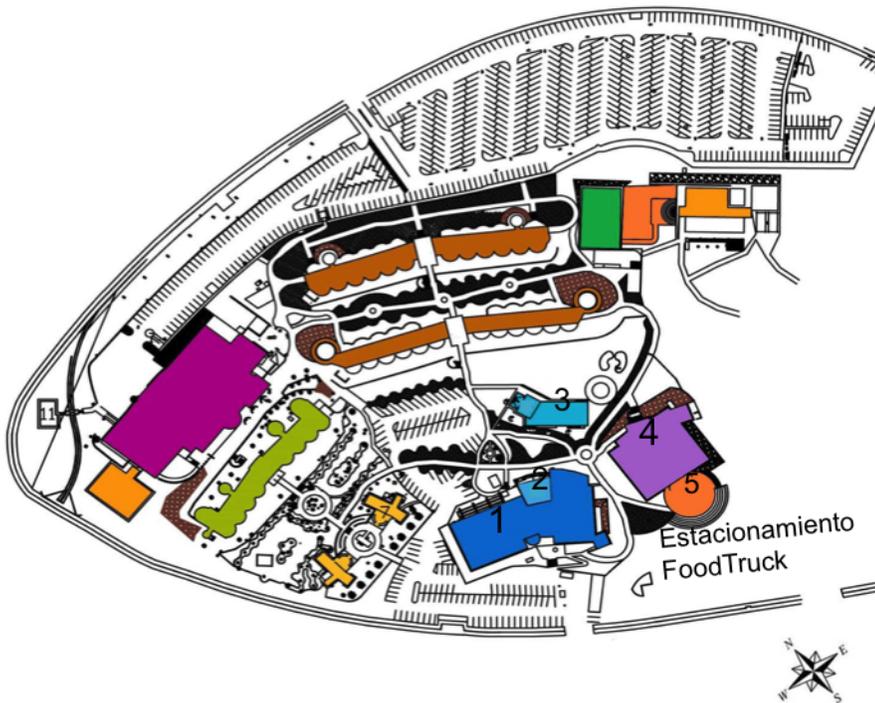
COMITÉ ORGANIZADOR

M.E. LUIS ALBERTO FIERRO RAMÍREZ	Rector
M.E.E. HERIK GERMÁN VALLES BACA	Dirección Académica
M.P.E.A. ALFREDO RAMÓN URBINA VALENZUELA	Dirección de Investigación y Posgrado
PH. D. CARLOS ORTEGA OCHOA	Facultad de Zootecnia y Ecología
DR. DAMIÁN AARÓN PORRAS FLORES	Facultad de Ciencias Agrotecnológicas
M.C. LORENA LICÓN TRILLO	Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
M.I. JAVIER GONZÁLEZ CANTÚ	Facultad de Ingeniería
DR. PEDRO JAVIER MARTÍNEZ RAMOS	Facultad de Ciencias Químicas
DRA. MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ HORTA	Facultad de Ciencias Químicas
DRA. MARÍA DE LOURDES BALLINAS CASARRUBIAS	Facultad de Ciencias Químicas
DRA. BLANCA ESTELA SÁNCHEZ RAMÍREZ	Facultad de Ciencias Químicas
DRA. BEATRIZ ADRIANA ROCHA GUTIÉRREZ	Facultad de Ciencias Químicas
DRA. MARÍA DEL ROCÍO INFANTE RAMÍREZ	Facultad de Ciencias Químicas

COMITÉ CIENTÍFICO

DRA. PATRICIA TAMEZ GUERRA	Universidad Autónoma de Nuevo León
DR. HECTOR RUBIO ARIAS	Universidad Autónoma de Chihuahua
M. C. JESÚS MANUEL OCHOA RIVERO	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
DR. JAVIER ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA	Universidad Autónoma de Chihuahua
DR. GUILLERMO GONZÁLEZ SÁNCHEZ	Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
DRA. ANTONIA LUNA VELASCO	Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
DR. GERMÁN CUEVAS RODRÍGUEZ	Universidad de Guanajuato
DRA. MARÍA DEL ROSARIO PERALTA	Universidad Autónoma de Chihuahua
DRA. MA. DE LOURDES VILLALBA	Universidad Autónoma de Chihuahua
DRA. MA. CECILIA VALLES ARAGÓN	Universidad Autónoma de Chihuahua
DRA. CARMEN JULIA NAVARRO GÓMEZ	Junta Municipal de Agua y Saneamiento
M.I. MARTHA LORENA CALDERÓN FERNÁNDEZ	Universidad Autónoma de Chihuahua

MAPA DEL EVENTO



1. Lobby DES de Ingenierías
2. Auditorio Edificio Administrativo de la DES de Ingenierías
3. Auditorio M.I. Fernando Aguilera Baca, Facultad de Ingeniería
4. Biblioteca DES de Ingenierías
5. Areópago
6. Estacionamiento Administrativo

PROGRAMA EN RESUMEN

Miércoles 20	8:00-9:00	REGISTRO
	9:00-10:00	ACTO PROTOCOLAR DE INAUGURACIÓN
	10:00-10:50	CONFERENCIA MAGISTRAL "Diagnóstico hídrico de los Municipios: Chihuahua, Aquiles Serdán y Aldama" Dr. Carlos Eduardo Marino Romero. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
	10:50-11:10	COFFEE BREAK (Lobby edificio administrativo DES de Ingeniería y Ciencias Químicas)
	11:00-12:50	FORO PROPUESTA PLAN ESTATAL HIDRICO 2040 Fuentes alternas para abastecimiento de la zona conurbada Chihuahua, Aquiles Serdán y Aldama Dr. Humberto Silva. Facultad de Ingeniería (UACH) 30 mins
		Gobernanza Hídrica Dr. Nicolás Pineda Pablos (El Colegio de Sonora) 30 mins
		MESAS DE ANALISIS DE PROPUESTA (50 mins)
	13:00-15:00	PANEL DE ANALISIS PLAN ESTATAL HIDRICO 2040 FORO DE ANALISIS Y PLANTEAMIENTOS DE PROPUESTAS POR ESPECIALISTAS LA PARTICIPACION DE LOS ASISTENTES MODERADOR: Dr. Oscar Ibáñez (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez)
	15:00	COMIDA (AREA DE RESTAURANTES AREÓPAGO)
	18:00	CONFERENCIA MAGNA PhD. SHANE WALKER (UTEP) "Perspectives on global water problems of contamination and scarcity" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
19:00	COCTAIL DE BIENVENIDA (Lobby edificio administrativo DES de Ingeniería y Ciencias Químicas)	
Jueves 21	9:00	CONFERENCIA MAGNA DRA. AURORA ARMIENTA (UNAM) "Reflexiones sobre la calidad del agua subterránea en México" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería

	10:00	WORKSHOP I
	12:00	COFFE BREAK/CARTELES (Lobby edificio administrativo DES de Ingeniería y Ciencias Químicas)
	13:00	CONFERENCIA MAGNA PhD. MIREK STYBLO (UNC) "Health risks associated with arsenic contamination of drinking water in Chihuahua" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
	14:00	COMIDA (AREA DE RESTAURANTES AREÓPAGO)
	16:00	CONFERENCIA MAGNA DRA. TERESA ALARCÓN (CIMAV) "Calidad del agua, un reto para el desarrollo sustentable/ Water quality, a challenge for sustainable development" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
	17:00	WORKSHOP II
	19:00	CIERRE
	20:00	EVENTO SOCIAL
Viernes 22	9:00	CONFERENCIA MAGNA PhD. WEN-YEE LEE (UTEP) "Organic pollutants in water in the US/Mexico Border Region" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
	10:00	WORKSHOP III
	12:00	COFFE BREAK /CARTELES (Lobby edificio administrativo DES de Ingeniería y Ciencias Químicas)
	13:00	CONFERENCIA MAGNA DRA. LUZ MA DEL RAZO (Cinvestav) "¿Cuáles son las consecuencias a la salud de la ingestión diaria de concentraciones altas de fluoruro?" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
	14:00	COMIDA (AREA DE RESTAURANTES AREÓPAGO)
	16:00	CONFERENCIA MAGNA DRA. ALEJANDRA MARTÍN (IMTA) "Tecnologías para la remoción de metales, arsénico y fluoruros en agua para consumo humano" Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería
	17:00	CLAUSURA Y PREMIACIÓN Auditorio "M.I. Fernando Aguilera Baca", Facultad de Ingeniería

PROGRAMA EN EXTENSO
CONFERENCIAS MAGISTRALES

JORNADA I

FECHA	HORA	TRABAJO	RESPONSABLE
Miércoles 20	10:00-10:50	DIAGNÓSTICO HÍDRICO DE LOS MUNICIPIOS: CHIHUAHUA, AQUILES SERDÁN Y ALDAMA.	DR. CARLOS EDUARDO MARINO ROMERO. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)
	11:10-11:40	FUENTES ALTERNAS PARA ABASTECIMIENTO DE LA ZONA CONURBADA CHIHUAHUA, AQUILES SERDÁN Y ALDAMA.	DR. HUMBERTO SILVA. FACULTAD DE INGENIERÍA (UACH)
	11:40-12:10	GOBERNANZA HÍDRICA	DR. NICOLÁS PINEDA PABLOS (EL COLEGIO DE SONORA)
Auditorio MI Fernando Aguilera Baca	18:00-19:00	PERSPECTIVES ON GLOBAL WATER PROBLEMS OF CONTAMINATION AND SCARCITY.	Ph.D. SHANE WALKER (UTEP)

JORNADA II

FECHA	HORA	TRABAJO	RESPONSABLE
Jueves 21	9:00-10:00	REFLEXIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO.	DRA. AURORA ARMIENTA (UNAM)
	13:00-14:00	HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH ARSENIC CONTAMINATION OF DRINKING WATER IN CHIHUAHUA.	PHD. MIREK STYBLO (UNC)
	16:00-17:00	CALIDAD DEL AGUA, UN RETO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE.	DRA. TERESA ALARCÓN (CIMAV)

JORNADA III

FECHA	HORA	TRABAJO	RESPONSABLE
Viernes 22 Auditorio MI Fernando Aguilera Baca	9:00-10:00	ORGANIC POLLUTANTS IN WATER IN THE US/MEXICO BORDER REGION.	PHD. WEN-YEE LEE (UTEP)
	13:00-14:00	“¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS A LA SALUD DE LA INGESTIÓN DIARIA DE CONCENTRACIONES ALTAS DE FLUORURO?”	DRA.LUZ MA DEL RAZO (CINVESTAV)
	16:00-17:00	TECNOLOGÍAS PARA LA REMOCIÓN DE METALES, ARSÉNICO Y FLUORUROS EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	DRA. ALEJANDRA MARTÍN (IMTA)

MESAS DE ANÁLISIS

FECHA	HORA	TRABAJO	RESPONSABLE
Miércoles 20	12:00 -	FORO PROPUESTA PLAN ESTATAL	
	12:50	HÍDRICO 2040.	
	13:00 -	PANEL DE ANÁLISIS PLAN ESTATAL	MODERADOR: DR. OSCAR IBÁÑEZ (UACJ)
	15:00	HÍDRICO 2040.	
	FORO DE ANÁLISIS Y		
	PLANTEAMIENTOS DE PROPUESTAS POR ESPECIALISTAS.		

WORKSHOP TRABAJOS LIBRES PRESENTACIONES ORALES

(Auditorio MI Fernando Aguilera Baca)

WORKSHOP I

FECHA	HORA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Jueves 21	10:00 - 10:15	I	ACONDICIONAMIENTO DE pH DE UN DRENAJE ÁCIDO POR MEDIO DE UNA ZEOLITA CARBONATADA PARA SU REMEDIACIÓN.	ANDRES ABELINO ABIN BAZAINE
	10:15-10:30	I	DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA <i>IN SITU</i> DE ESPECIES INORGANICAS ARSÉNICALES (III) Y (V) POR INYECCIÓN SECUENCIAL USANDO EL MÉTODO DEL AZUL DE MOLIBDENO.	MARIO CORRAL ESCARCEGA
	10:30-10:45	III	REMOCIÓN DE Pb ²⁺ Y Cd ²⁺ EN SOLUCIÓN ACUOSA USANDO LA MACRÓFITA ACUÁTICA <i>TYPHA LATIFOLIA</i> INERTE, BAJO CONDICIONES EXPERIMENTALES.	CINTHYA DEL CARMEN CORDOVA MOLINA
	10:45-11:00	I	ANÁLISIS ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNA DE CAJITILÁN, JALISCO, MÉXICO UTILIZANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.	LUIS MANUEL MARTÍNEZ RIVERA
	11:00-11:15	I	REDISEÑANDO EL AGUA ENTUBADA EN COMUNIDADES RURALES: UN SISTEMA HÍBRIDO CENTRALIZADO EN PUNTO DE USO (C-POU) PARA TRATAMIENTO DE AGUA SEGURA EN CHIAPAS, MÉXICO.	HÉCTOR EDGAR CASTELÁN MARTÍNEZ
	11:15-11:30	I	USO DE COBRE PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UN SISTEMA DE FILTRACION LENTA EN ARENA.	MARIELA GARFIO AGUIRRE

FECHA	HORA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Jueves 21	11:30-11:45	III	FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA PARA LA REMOCIÓN DE ANTIMONIO EN AGUA UTILIZANDO DIÓXIDO DE TITANIO COMO CATALIZADOR.	DAMARIS ACOSTA SLANE
	11:45-12:00	III	PRODUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE MEMBRANAS DE CELULIGNINA ACETILADAS OBTENIDAS POR MÉTODOS DE QUÍMICA VERDE A PARTIR DE BAGAZO DE AGAVE.	LUIS ANGEL SOTO SALCIDO

WORKSHOP II

FECHA	HORA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Jueves 21	17:00-17:15	VI	AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL RELACIONADOS CON LA FRECUENCIA DE ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA EN VISTAS DE SAN GUILLERMO, AQUILES SERDÁN, CHIHUAHUA.	MARÍA ELENA MARTÍNEZ TAPIA
	17:15-17:30	I	EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE RNA PARA DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE ROTAVIRUS EN MUESTRAS DE AGUA	JESÚS ALONSO RAMOS HERNÁNDEZ
	17:30-17:45	V	IMPACTO DE LAS NANOPARTÍCULAS EN LA REMOCIÓN DE NUTRIENTES MEDIANTE EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS	PABEL ANTONIO CERVANTES AVILÉS
	17:45-17:00	V	DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUA SUBTERRÁNEA DE EL MUNICIPIO DE JIMÉNEZ, CHIHUAHUA	AURORA MENDIETA MENDOZA
	18:00-18:15	VI	CONSUMO Y USO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMÉSTICO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO. IMPLICACIONES EN LA SALUD Y PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA.	HUGO NATHANIEL LARA FIGUEROA
	18:15-18:30	VII	TRAZABILIDAD DE ARSÉNICO EN AGUA DE RIEGO AGRÍCOLA A CULTIVOS EN EL CENTRO-SUR DE CHIHUAHUA	MILTON CARLOS HERMOSILLO MUÑOZ
	18:30-18:45	VIII	REMOVAL OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHS) IN WATER USING MICROORGANISMS	ESMERALDA GUADALUPE BLANCO ENRIQUEZ
	18:45-19:00	VIII	NUESTRAGUA REDES COMUNITARIAS, UN PROGRAMA INTEGRAL DE AGUA SEGURA EN LA ZONA ALTOS TSELTAL-TSOTSIL DE CHIAPAS, MÉXICO.	HECTOR EDGAR CASTELAN MARTINEZ

WORKSHOP III

FECHA	HORA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Viernes 22	10:00- 10:15	II	MODELACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA, MÉXICO.	MARÍA DE LOS ANGELES LARROTTA SALAZAR
	10:15-10:30	II	PROYECTO PILOTO PARA MANEJO DE INUNDACIONES URBANAS EN CIUDAD JUÁREZ, CHIH.	JOSÉ ANTONIO CERVANTES GURROLA
	10:30-10:45	II	ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE CICLONES TROPICALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.	BRYAN EDUARDO CORTE LAZCANO
	10:45-11:00	II	IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DEL RIEGO AGRÍCOLA SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REGIÓN DEL ACUÍFERO CUAUHTÉMOC.	ORLANDO RAMIREZ VALLE
	11:00-11:15	II	DISTINTIVO DE MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA EN CHIHUAHUA.	JOSÉ ROBERTO ESPINOZA PRIETO
	11:15-11:30	II	DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN EN LA CUENCA SANTA CLARA-EL CARMEN, CHIHUAHUA, MÉXICO.	CÉSAR ARTURO BERZOZA GAYTÁN
	11:30-11:45	II	ESTUDIO COMPARATIVO DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN AGUA DE DIVERSOS POZOS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.	NALLELY GUADALUPE SANTOS FRAUSTRO
	11:45-12:00	II	VIABILIDAD EN EL USO DE ENERGÍAS ALTERNAS PARA LA GENERACIÓN DE AGUA OBTENIDA DE LA HUMEDAD DEL AIRE.	ALBERTO VALLES AGUIRRE

Trabajos libres Presentaciones en Cartel
(Lobby edificio administrativo DES de Ingeniería y Ciencias Químicas)

CARTELES I

FECHA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Jueves 21	I	PRESENCIA Y NIVELES DE DISRUPTORES HORMONALES (EDCS) EN AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA.	YAZMÍN ESMERALDA AGUIRRE CARMONA
	I	MANEJO DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN LOS OJOS DEL CHUVÍSCAR, CHIHUAHUA: UN ENFOQUE EN LA CALIDAD DEL AGUA.	MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ NÚÑEZ
	I	CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS DE OSMOSIS INVERSA POR TÉCNICAS DE MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA.	NOEL ISAÍ CRUZ
	I	OPTIMIZACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DE ARSÉNICO POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA, GENERADOR DE HIDRUROS VS. HORNO DE GRAFITO.	PAULA LOZOYA
	I	SÍNTESIS DE MEMBRANAS NANOCOMPUESTAS A PARTIR DE DERIVADOS ESTERIFICADOS DE LIGNINA EN TRIACETATO DE CELULOSA.	LAURA MANJARREZ NEVÁREZ
	I	DESARROLLO DE UN FILTRO BASADO EN CELULOSA ACETILADA PARA EL ABATIMIENTO DE ARSÉNICO EN AGUA.	GABRIELA MUÑOZ CHÁVEZ
	I	FILTRACIÓN CON MATERIALES LOCALMENTE DISPONIBLES PARA REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN AGUA DE INDUSTRIA MINERA.	MARISSA NUÑEZ RUVALCABA
	I	EMPLEO DE UN FILTRO LENTO DE ARENA (SLOW SAND FILTER) PARA LA REDUCCIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS EN AGUA DEL RÍO SACRAMENTO EN CHIHUAHUA, MÉXICO.	ROCIO ROJAS GARCÍA
	I	REMOCIÓN DE ARSÉNICO DE AGUA UTILIZANDO MEMBRANAS A PARTIR DE BIOMASA.	KARLA RUIZ CUILTY
	I	ESTUDIO DE BIOPELÍCULAS EN UN SISTEMA DE FILTRACIÓN INDUSTRIAL.	KARLA VILLALOBOS PORRAS
	I	REMOCIÓN DE FLUORURO Y ARSÉNICO DE AGUA DE CONSUMO, CON CARBONES DOPADOS CON ALUMINIO Y HIERRO.	LUIS VILLANUEVA SOLIS
	I	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN FILTRO LENTO DE ARENA EN EL PARQUE NACIONAL CASCADA DE BASASEACHI	ALAN FERNANDO MUÑOZ PAYAN
	I	MODELO HIDROGEOQUÍMICO DE LOS ARROYOS SAN CARLOS Y SAN ANTONIO, CHIHUAHUA, MÉXICO.	BRENDA MAGALLANES MIRANDA
III	COMPARACIÓN DE UN BIOREACTOR CON MEMBRANAS SUMERGIDAS CON UN SISTEMA CONVENCIONAL DE LODOS ACTIVADOS.	MIRIAM FLORES GRANADOS	

FECHA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
	V	CONCENTRATION OF HEAVY METALS, TRACE ELEMENTS AND URANIUM IN THE WATER-SOIL-PLANT (<i>CARYA ILLINOINENSIS</i>) SYSTEM NEAR A URANIUM AREA IN CHIHUAHUA, MÉXICO.	ANGÉLICA CERVANTES TREJO
	VI	ASOCIACIÓN ENTRE EL DAÑO CARDIOVASCULAR Y LA EXPOSICIÓN A FLUORUROS EN EL AGUA DE BEBIDA EN POBLACIONES RURALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.	IVÁN ALEJANDRO DOMÍNGUEZ GUERRERO
	VI	EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS RELACIONADAS A LA INFLAMACIÓN EN PLACENTA DE RATONES BALB/C EXPUESTOS A ARSENITO DE SODIO DURANTE LA GESTACIÓN.	FABIOLA GUERRERO SALGADO
	VI	EVALUACIÓN DEL ESTRÉS OXIDANTE Y EFECTOS PROINFLAMATORIOS EN UNA POBLACIÓN DE CHIHUAHUA EXPUESTA AMBIENTALMENTE A FLUORURO Y A FLUORURO-ARSÉNICO.	EFRAÍN VILLAREAL VEGA

CARTELES II

FECHA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
Viernes 22	II	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL AGUA DEL MÓDULO 3, DEL DR005, UNIDAD CONCHOS CD. DELICIAS, CHIHUAHUA, MÉXICO.	FIDEL CARRASCO REYES
	II	MANEJO REGENERATIVO DE RANCHOS EN CHIHUAHUA.	JOSÉ ROBERTO ESPINOZA PRIETO
	II	ESTIMACIÓN DE LA LÍNEA METEÓRICA LOCAL (LML) DE LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO.	JOEL EDUARDO LOZANO PÉREZ
	II	OBSERVACIONES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN NUEVO MEXICO.	FRANCISCO OCHOA
	II	INFLUENCIA DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUMEDAD EN SUELOS FORESTALES.	HÉCTOR RAMÍREZ GARDUÑO
	II	EFFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN LOS RECURSOS HIDRICOS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA	HUGO GUTIERREZ JURADO
	II	INFRAESTRUCTURA URBANA PARA MANEJO DE ESCURRIMIENTOS PLUVIALES EN EL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA	JOSÉ ANTONIO CERVANTES GURROLA
	III	BIOSORCIÓN DE Zn(II) DE AGUAS CONTAMINADAS, MEDIANTE UNA MACRÓFITA ACUÁTICA INERTE (<i>SCIRPUS AMERICANUS</i>) Y ACTIVADA TERMICAMENTE.	SILVIA LETICIA COVA SUAZO

FECHA	ÁREA	TRABAJO	RESPONSABLE
	III	BIORREMEDIACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS NATURALES DE LA REGIÓN DE CHIHUAHUA POR MEDIO DE UN LODO ANAEROBIO ACLIMATADO.	LAURA FRAYRE VALENZUELA
	III	SORCIÓN DE ARSÉNICO EN MEDIO ACUOSO, USANDO LA <i>EICHHORNIA CRASSIPES</i> PRETRATADA A 300°C COMO SORBENTE.	MINERVA GONZALEZ SALMON
	III	COPPER EFFECT IN SULFATE REMOVAL USING A UASB REACTOR.	CINTHYA DENISSE LORETO MUÑOZ
	III	REMOVAL OF HEAVY METALS FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY AEROBIC AND ANAEROBIC BIOMASS.	ONOFRE MONGE AMAYA
	III	ANÁLISIS DE ACTIVIDAD BACTERIANA EN EL SUSTRATO DE UN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA TRATAMIENTO DE ARSÉNICO Y SALES DEL RECHAZO DE ÓSMOSIS INVERSA	CECILIA GUADALUPE SÁENZ URIBE
	III	SMALL-SCALE SOLAR-POWERED POINT-OF-USE REVERSE OSMOSIS DESALINATION OF BRACKISH WATER	MIGUEL ANGEL FRAGA
	IV	EVOLUCIÓN DEL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO: IMPACTO CULTURAL, SOCIOECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL.	ADARA ODETT CRAVIOTO HERNÁNDEZ
	VII	FITORREMEDIACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON PLOMO, CADMIO Y ARSÉNICO CON <i>ELEOCHARIS MACROSTACHYA</i> .	BRISS MARÍA ALDERETE SUAREZ
	VII	VINCULACIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS CON CENTROS DEL CUIDADO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA.	MARTÍN CASTRO LINO
	VII	ESTUDIO DE LA BIOADSORCIÓN DE COBRE Y ZINC CON BIOMASA SECA DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> PRE-TRATADA Y SIN TRATAR.	DIANA PATRICIA TERÁN-VALDEZ
	VII	EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES Y ANIONES EN SEDIMENTOS DEL RÍO PESQUERÍA DE NUEVO LEÓN, MÉXICO	JOSÉ ENRIQUE VALDEZ CERDA

Entre Breaks (pláticas de casas comerciales)

SESIÓN I

Fecha	Patrocinador	Trabajo	Responsable
Jueves 21 12:15 h	HACH	NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LOS MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.	ING. LUIS HERNÁNDEZ

RESÚMENES

Presentaciones Orales

ACONDICIONAMIENTO DE pH DE UN DRENAJE ÁCIDO POR MEDIO DE UNA ZEOLITA CARBONATADA PARA SU REMEDIACIÓN

Andrés Avelino ABIN BAZAINE*, Gilberto Sandino AQUINO DE LOS RÍOS**, Leonor CORTÉS PALACIOS¹, Luis Miguel RODRÍGUEZ VÁZQUEZ², Eduardo SANTELLANO ESTRADA¹, Sandra RODRÍGUEZ PIÑEROS¹.

***¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif. Francisco R. Almada Km. 1. Chihuahua, Chih., México. abinsdreamkennel@gmail.com. **gaquino@uach.mx. ²Instituto Tecnológico de Parral. Avenida Tecnológico No. 57. Hidalgo del Parral, Chihuahua, México.

Los Drenajes Ácidos de Mina (DAM), se generan a partir de la oxidación de sulfuros metálicos, como la pirita (FeS_2), en presencia de oxígeno y agua y por los procesos de beneficio de metales. Los impactos de la minería incluyen la contaminación grave de nuestras fuentes de suministro de agua. El objetivo principal de los métodos de tratamiento de las aguas ácidas es la neutralización de la acidez. Las zeolitas utilizadas en este trabajo presentan una inclusión natural de carbonatos los cuales realizarán la neutralización. El objetivo del estudio es diseñar un proceso de remediación de pH de un dren ácido de mina por medio de una zeolita carbonatada. Se realizaron ensayos en batch a nivel laboratorio con una solución de prueba con el valor de pH 2.0 con H_2SO_4 . A 100 ml de la solución de prueba se le agregan 15 g de zeolita. Durante un tiempo de 195 minutos se realizaron mediciones del pH cada 15 minutos. La prueba se realizó por triplicado. Para la validación de los resultados se realizó una prueba de ANOVA con un $\alpha=0.05$. A un tiempo de contacto de 15 minutos, la solución logró valores mayores a 6.6. Los resultados de esta prueba demostraron la eficacia de neutralizar un dren ácido de mina con una zeolita carbonatada. Debido a los bajos costos y su fácil manejo, la utilización de este material para la remediación de un dren ácido de mina sería factible, actualmente se encuentra en proceso el estudio de remoción de metales.

DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA *IN SITU* DE ESPECIES INORGANICAS ARSÉNICALES (III) Y (V) POR INYECCIÓN SECUENCIAL USANDO EL MÉTODO DEL AZUL DE MOLIBDENO

Mario César CORRAL ESCARCEGA ^{(1)*}, Eduardo RODRÍGUEZ DE SAN MIGUEL GUERRERO ⁽³⁾, Josefina DE GYVES MARCINIAK ⁽³⁾, Guillermo GONZÁLEZ SÁNCHEZ ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS ^{(1)**}

- 1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: mario.corp.umbrella7@hotmail.com, lourdes.ballinas@gmail.com
- 2) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México C.P. 04510. México.
- 3) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por arsénico ha sido reportada en muchos países en desarrollo, por lo que es una tarea importante detectar rápidamente el arsénico utilizando herramientas sencillas y económicas. En el presente trabajo se establecen las bases para la elaboración de un método colorimétrico para la cuantificación y especiación *in situ* de arsénico inorgánico en agua para beber. Se utilizó un dispositivo portátil de inyección secuencial equipado con un espectrofotómetro pequeño para el análisis *in situ*. El método involucra la generación de complejos coloridos, en medio ácido, por la reacción del molibdato con el arsenato, pero no con el arsenito, para la formación del correspondiente heteropoliácido de color azul. El empleo de la técnica permite determinar especies arsenicales inorgánicas en agua de consumo a concentraciones traza ($\mu\text{g L}^{-1}$). El uso de L-cisteína permite la determinación de las especies As (III) y la eliminación de interferencias mediante balances de materia. La validación del método y la determinación de As (V) y (III) en muestras de agua potable por la técnica del azul de molibdeno aquí propuesta ofrece resultados certeros con los siguientes parámetros de calidad analítica: Límite de detección de $6 \mu\text{g L}^{-1}$, Límite de cuantificación de $1600 \mu\text{g L}^{-1}$, linealidad de 8 a $1600 \mu\text{g L}^{-1}$; 96,9% de recuperación y 1,24% de precisión. Los resultados son obtenidos *in situ* en un menor tiempo sin la utilización de grandes equipos a bajos costos, y comparables con técnicas analíticas instrumentales como GHSSA.

REMOCIÓN DE Pb^{2+} Y Cd^{2+} EN SOLUCIÓN ACUOSA USANDO LA MACRÓFITA ACUÁTICA *TYPHA LATIFOLIA* INERTE, BAJO CONDICIONES EXPERIMENTALES

Cynthia del Carmen CORDOVA MOLINA*, María Carolina MUÑOZ TORRES**, Marina VEGA GONZÁLEZ

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla. Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro 76230, México. *cynthiacm0702@gmail.com, **caromt@geociencias.unam.mx. Procesos de tratamiento y potabilización del agua: tecnologías convencionales e innovadoras para purificación, renovación y reuso del agua.

En la actualidad, las actividades antropogénicas han generado contaminación del agua, debido a la presencia metales pesados que generan problemas al medio ambiente y la salud. El uso de biomasa inerte capaz de retener metales disueltos en solución constituye una alternativa para el tratamiento del agua contaminada. En este trabajo se utilizó a la macrófita *Typha latifolia* inerte como biosorbente de Pb^{2+} y Cd^{2+} , evaluándose su capacidad de sorción bajo condiciones experimentales. En una etapa de experimentos estáticos, 0.075 g del material se pusieron en contacto con 15 mL de estándar que contenía al metal. Después de 60 min, más del 90% de Pb^{2+} y más del 80% de Cd^{2+} fueron removidos por la biomasa a pH 6. La capacidad máxima de adsorción de Pb^{2+} fue de 38.61 mg/g y de 7.20 mg/g para Cd^{2+} . Ambos procesos se llevan cabo por quimiosorción, en donde el grupo carboxílico, presente en la superficie, puede ser especialmente activo.

Posteriormente, en una etapa de experimentos dinámicos, se prepararon columnas de lecho fijo a una altura de 1.5 cm del biomaterial, a través de ellas se pasó un flujo ascendente, de 0.053 ml/min, con el metal. La capacidad de adsorción del lecho fue de 40.67 mg/g de Pb^{2+} y de 12.60 mg/g de Cd^{2+} . El tiempo de vida útil fue de 378 h para Pb^{2+} y de 130 h para Cd^{2+} .

La *Typha latifolia* demostró ser eficiente para remover Pb^{2+} y Cd^{2+} de soluciones acuosas. Con los datos obtenidos es posible extrapolar dicho proceso.

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNA DE CAJITILÁN, JALISCO, MÉXICO UTILIZANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

Luis Manuel MARTÍNEZ RIVERA*¹, Demetrio MEZA RODRÍGUEZ¹ y Ramiro LUJAN GODÍNEZ²

¹Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151. Autlán de Navarro, Jal. lmartinez@cucsur.udg.mx

²Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

La Laguna de Cajitilán, es el segundo lago más grande de Jalisco, ubicado en el municipio de Tlajomulco, en una cuenca cerrada y de aproximadamente 2000 ha. La Laguna ha estado durante muchos años a diferentes presiones antropogénicas de manejo del agua y por la descarga de aguas residuales sin tratar. Esta contaminación ha tenido efectos dramáticos en la laguna afectado la biodiversidad de la misma. A partir de 2009 se presentaron muertes masivas de peces que se repitieron en 2010, 2011, 2013 y de manera más impactante en septiembre de 2014 con la muerte de casi 200 toneladas de peces. El objetivo fue buscar la distribución espacial de los contaminantes e identificar las fuentes de origen de la misma utilizando un sistema de información geográfico. Durante el periodo de sep. 2014 a sep. 2016, se realizó un monitoreo mensual con 61 puntos establecidos en la laguna. Se midió in situ la concentración de oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica, pH, temperatura, REDOX y turbiedad, profundidad y la visibilidad utilizando disco Secchi. Los resultados nos muestran baja concentración de oxígeno en toda la laguna, alto nivel de pH y una visibilidad de solo 10-12 cm lo que nos indica alto nivel de eutroficación. La mortandad es causada en lluvias por un rapido movimiento de la zona anoxica hacia adentro de la laguna. La estrategia de recuperación parte de la cero descarga de aguas residuales sin tratar y el manejo de las plantas acuáticas como humedales para la extracción de nutrientes.

REDISEÑANDO EL AGUA ENTUBADA EN COMUNIDADES RURALES: UN SISTEMA HÍBRIDO CENTRALIZADO EN PUNTO DE USO (C-POU) PARA TRATAMIENTO DE AGUA SEGURA EN CHIAPAS, MÉXICO.

Simón Armando MOSTAFA COVONE**, Mónica Nunutsi CAMACHO SOLIS**, Antolín DIEZMO RUIZ** Fermín REYGADAS ROBLES GIL** y Héctor Edgar CASTELÁN MARTÍNEZ*

Fundación Cántaro Azul, A. C., Col. Los Alcanfores, Numero 19, Interior 19A, C. P. 29246 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. hector@cantaroazul.org

Actualmente en México se afirma que el 95.4% de la población tiene acceso a agua potable¹, sin embargo un estudio realizado en 300 comunidades rurales en 2014 reveló que sólo el 17.5% de los sistemas de agua potable son adecuadamente clorados y el 41% resultaron positivos para *E. Coli*². Los sistemas de agua comunitarios usualmente carecen de dosificación automatizada de cloro y monitoreo. Como resultado, la cloración es intermitente o se detiene por completo debido a la aversión al sabor y olor del cloro, haciendo difícil lograr una desinfección adecuada. El objetivo es desarrollar y evaluar un sistema que combina componentes centralizados del sistema de agua entubada y de punto de uso (C-POU) para proveer de agua segura a los hogares de la comunidad de San Francisco de Asís en Pantelhó, Chiapas.

La instalación del C-POU incluyó filtración de arena lento y cloración centralizados además de instalación de módulos con filtros de carbón activado en 24 hogares. La evaluación de calidad del agua incluyó medidas de turbidez, concentración y remoción de cloro, DBPs y calidad microbiológica de forma semanal, quincenal y mensual.

Resultados preliminares han demostrado la eficiencia del sistema de agua segura y apropiación del mismo por parte de las familias.

El C-POU fue diseñado para ser compatible con sistemas de agua potable rural en todo México y sirva de modelo que pueda ser replicado ya que puede mejorar la seguridad y sostenibilidad de los sistemas de agua facilitando la operación y reduciendo posibles obstáculos a la desinfección.

¹ Estadísticas del agua en México, Edición 2014. Comisión Nacional del Agua. México. 95pp.

² Levantamiento de encuestas socioeconómicas y entrevistas a autoridades de comités de agua en comunidades rurales de México. Banco Interamericano de Desarrollo, CONAGUA, Fundación Cántaro Azul, A. C. 2014

USO DE COBRE PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UN SISTEMA DE FILTRACION LENTA EN ARENA

*Mariela GARFIO-AGUIRRE¹, Rocío ROJAS-GARCÍA², Patricia TAMEZ-GUERRA¹, Ricardo GÓMEZ-FLORES¹, Ma. Carmen E. DELGADO-GARDEA²,**Rocío INFANTE-RAMÍREZ².

¹Unidad de formulación de biológicos, Laboratorio de Inmunología y Virología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ave. Universidad s/n. San Nicolás de los Garza, N.L. México. ²Laboratorio de Biotecnología II, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Campus Universitario s/n. Chihuahua, Chih.

Correo electrónico: aleiram_oifrag@hotmail.com, rir.infante@gmail.com

Debido a la magnitud de los problemas de salud asociados a la calidad del agua, se requieren importantes esfuerzos para la mejora de los abastecimientos de agua. Una de las alternativas para el tratamiento de agua en comunidades rurales es el uso de filtros lentos de arena (FLA) ya que son asequibles, de bajo mantenimiento, y muy eficaces en la eliminación de bacterias. Sin embargo, en aguas con carga elevada de contaminación la efectividad se ve reducida por lo que se requieren alternativas para mejorar su rendimiento.

El objetivo del trabajo fue evaluar el uso de cobre en un filtro lento de arena como alternativa para mejorar su rendimiento.

Se realizó la construcción e implementación de dos filtros lentos de arena en el laboratorio: un filtro control sin ningún metal y un filtro adicionado con cobre; la efectividad se evaluó en base a la cuantificación de coliformes totales y fecales y análisis fisicoquímicos. En los análisis fisicoquímicos se detectó un aumento en el pH y los sólidos disueltos totales y una disminución en la turbidez en todos los filtros. El análisis microbiológico mostró una eficiencia de remoción de 96.8% en el filtro control y un 95.9% en el filtro con cobre. Por lo que se concluyó que la adición de cobre no afecta el rendimiento del filtro ($P > 0.05$) y los FLA mejoran la calidad del agua al disminuir la turbidez y tener una remoción de enterobacterias casi total. Se proponen los FLA como alternativa para saneamiento de aguas.

FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA PARA LA REMOCIÓN DE ANTIMONIO EN AGUA UTILIZANDO DIÓXIDO DE TITANIO COMO CATALIZADOR

Idalia Guadalupe ORRANTIA HERNÁNDEZ ^a, Damaris ACOSTA SLANE ^{*** b}, Luis SALINAS CHÁVEZ^a, Guillermo GONZÁLEZ SÁNCHEZ ^b, Luis Armando LOZOYA MÁRQUEZ ^{b, a}.

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Universitario #2 Circuito Universitario Chihuahua, Chih. C.P. 31125. México. ^b Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Departamento de Medio Ambiente y Energía, Calle Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, Chih. C.P. 31136. México. damaris.acosta@cimav.edu.mx.

En la búsqueda de minimizar el impacto de la contaminación ambiental derivada del crecimiento industrial, se han desarrollado procedimientos de remoción de contaminantes para tratamiento de aguas residuales; entre estos se encuentran la fotocatalisis heterogénea empleada en la presente investigación, con el objetivo de remover antimonio de una solución, utilizando dióxido de titanio como catalizador; para esto se diseñó un colector solar plano a flujo continuo, evaluando su desempeño modificando las siguientes variables: tiempos de contacto, concentración del catalizador, pH y monitoreando la luz ultravioleta recibida de la radiación solar. Los niveles de antimonio esperados en la remoción fueron de 0.006 mg/L tomando como base los límites máximos permisibles de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) para agua potable. Se hicieron pruebas hasta encontrar los porcentajes más altos de remoción, los resultados obtenidos fueron de 75% a pH 7, 98% a pH 4 con 3 g del TiO₂, 98% a pH 8 con 4 g del catalizador a 6, 7 y 14 h de contacto respectivamente, con un rango de luz UV de 6-8 monitoreada de la estación meteorológica de la ciudad. La cuantificación del Sb se realizó en espectrometría de absorción atómica. Se concluye que a un menor pH existe una mayor eficiencia en la remoción del contaminante y por lo tanto mayor velocidad de reacción, siendo el pH del medio acuoso una variable determinante del proceso. Resulta necesario continuar las pruebas para mejorar el sistema y alcanzar la remoción esperada, aumentando el catalizador y el tiempo de exposición.

PRODUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE MEMBRANAS DE CELULIGNINA ACETILADAS OBTENIDAS POR MÉTODOS DE QUÍMICA VERDE A PARTIR DE BAGAZO DE AGAVE

Luis Ángel SOTO SALCIDO^{1*}, Guillermo GONZÁLEZ SÁNCHEZ², María del Rosario PERALTA PÉREZ¹, Francisco Javier ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA¹, Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ¹, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS^{**1}.

¹Facultad de Ciencias Químicas; Universidad Autónoma de Chihuahua, e-mail: lourdes.ballinas@gmail.com, sotosalcido@gmail.com, brocha@uach.mx, fzavala@uach.mx, mperalta@uach.mx

²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, Chih. México. C.P. 31136; guillermo.gonzalez@cimav.edu.mx

El objetivo principal del presente trabajo fue la preparación, caracterización y la evaluación de membranas a partir de un residuo biomásico mediante el uso de procesos verdes. Se utilizó bagazo de agave, procedente de la industria tequilera, como materia prima. Con el objetivo de separar las fracciones lignocelulósicas del bagazo, se realizó un pretratamiento conocido como “etanosolv”. Para conseguir la cantidad máxima de recuperación de celulosa, se llevó a cabo un diseño central compuesto 2^k+2k , $k=4$, siendo la temperatura, porcentaje de etanol, el porcentaje de catalizador y el tiempo de residencia los factores seleccionados. Posteriormente, la biomasa resultante del pretratamiento fue sometida a un proceso de acetilación Fisher. Enseguida, se produjeron membranas de celullignina acetiladas por el método de precipitación- evaporación. Las membranas fueron caracterizadas por SEM, AFM, FTIR, TGA y DMA, además, fueron comparadas con membranas de triacetato (CTA) comercial obtenidas por el mismo método. El módulo de Young obtenido por el análisis mecánico fue más alto que otras membranas de acetato de celulosa usadas como referencia. Finalmente, se evaluó la capacidad de remoción de las membranas de iones comunes en agua. Se utilizó agua de una comunidad de Chihuahua, México. Los porcentajes de remoción para los principales cationes y aniones fueron aproximadamente el 99.99%.

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL RELACIONADOS CON LA FRECUENCIA DE ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA EN VISTAS DE SAN GUILLERMO, AQUILES SERDÁN, CHIHUAHUA

María Elena MARTÍNEZ-TAPIA*, Everardo GONZÁLEZ BARCELÓ, Natalia RENTERÍA RODRÍGUEZ

Unidad de Inteligencia Epidemiológica, Región Sanitaria Chihuahua, Servicios de Salud de Chihuahua. Av. Juárez y Calle 19, Colonia Centro, Chihuahua, Chihuahua
Jurisdicción1@hotmail.com, maelmata@prodigy.net.mx

La intervención surge en la mesa del Comité Estatal de Agua Limpia, por la denuncia de la población de la afluencia de aguas residuales en el arroyo que cruza por la colonia y el incremento de casos de diarrea y defunciones por rickettsiosis en el mes de junio del 2016. El objetivo fue conocer los daños a la salud relacionados con la calidad del agua y el saneamiento ambiental en Vistas de San Guillermo, Aquiles Serdán. Entre mayo y noviembre de 2016, los integrantes del Comité realizaron una valoración inicial, se planeó un operativo de 2 etapas: de diagnóstico para identificación de factores de riesgo ambientales y medición de cloro en agua; un operativo de intervención de saneamiento ambiental. Durante el periodo de la intervención se realizó visitas de inspección de descargas residuales por CONAGUA y visitas mensuales de vigilancia de calidad del agua y siembras de Hisopo de Moore por COESPRIS. En los operativos participaron alumnos de la Universidad de Durango y de ITESM. Se detectó un hisopo positivo a *Vibrio cholerae* No. 01, falla en el bombeo de la planta tratadora de aguas, descarga de drenaje en el arroyo, ausencia de saneamiento ambiental y ausencia de cloración de agua de la Red Potable. El 30% de la población presentaba cuadros diarreicos frecuentes, sin atención médica. El saneamiento ambiental junto con la cloración del agua son acciones necesarias para la prevención de enfermedades. Estas actividades deben de realizarse y vigilarse permanentemente para garantizar un entorno saludable a la población.

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE RNA PARA DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE ROTAVIRUS EN MUESTRAS DE AGUA

Jesús Alonso RAMOS HERNÁNDEZ^{1*}, Ma. Carmen E. DELGADO GARDEA¹, Gilberto EROSA-DE LA VEGA¹, Carmen Miriam DE LA O-CONTRERAS¹, Ana Bertha TORRES-REYES¹, Rocío INFANTE-RAMÍREZ^{1**}.

¹Laboratorio de Biotecnología II, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Campus Universitario s/n. Chihuahua, Chihuahua, México. Correo: chuyramos@hotmail.com; rir.infante@gmail.com**.

Problemática específica. El diagnóstico viral en muestras ambientales de agua puede variar de acuerdo a las condiciones y el tiempo de almacenamiento. Para la detección molecular de Rotavirus en muestras de agua se requiere estudiar la relación de calidad de RNA entre el tiempo y temperatura de almacenamiento.

Objetivo. El propósito de este trabajo fue evaluar la calidad de RNA para la detección de Rotavirus en muestras de agua almacenadas a cuatro diferentes temperaturas durante 12 meses.

Métodos. Se utilizaron muestras de agua contaminadas artificialmente (900 ml agua bidestilada /1 ml control positivo RV1032), las cuales se almacenaron en botes de polipropileno a cuatro temperaturas (-70, -20, 4 y 24 ± 2°C) durante un año con muestreos bimestrales (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 meses) donde se buscó detectar por técnicas de biología molecular la presencia de Rotavirus. La captura viral se realizó mediante filtración, utilizando el método VIRADEL, se realizó la extracción del RNA (Trizol[®]), y se amplificó Rotavirus mediante RT-PCR.

Resultados. Se observó la presencia de Rotavirus (amplicón VP8 de 887pb del gen 4) en los siete muestreos bimensuales durante un año en las cuatro diferentes temperaturas. La concentración más alta de RNA para detección de RV se observó en las muestras almacenadas a -20°C durante todos los tiempos analizados.

Conclusión. La temperatura óptima para el almacenamiento de Rotavirus es de -20°C.

Perspectivas. Se recomienda determinar la carga viral para analizar la disminución de partículas virales en muestras almacenadas a distintas temperaturas y tiempos.

IMPACTO DE LAS NANOPARTÍCULAS EN LA REMOCIÓN DE NUTRIENTES MEDIANTE EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

Pabel CERVANTES-AVILÉS^{1*}, Junichi IDA², Germán CUEVAS-RODRÍGUEZ^{1**}

¹Departamento de Ing. Civil, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato. Av. Juárez 77, Zona Centro, 36000, Guanajuato, Gto. México. [*pa.cervantesaviles@ugto.mx](mailto:pa.cervantesaviles@ugto.mx), [**german28@ugto.mx](mailto:german28@ugto.mx)

²Department of Science and Engineering for Sustainable Innovation, Soka University, 1-236 Tangimachi, Hachioji, Tokyo 192-8577, Japan.

El creciente uso de nanopartículas (NPs) de TiO_2 y ZnO en productos de uso cotidiano ha incrementado la preocupación acerca de sus efectos en el ambiente. Uno de los destinos de éstas NPs son las plantas para tratamiento de agua residual, por lo que éstos compuestos podrían afectar su desempeño. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de las NPs de TiO_2 y ZnO sobre la remoción de nutrientes (C, N y P) en el proceso de lodos activados. La evaluación se desarrolló en reactores de lodos activados de 2 L, alimentados con agua residual sintética y expuestos durante 8 horas a concentraciones de 0 a 2000 mg/L de NPs de TiO_2 y ZnO . Los parámetros evaluados fueron DQOs, N-NH_3 , N-NO_3 , N-NO_2 y P-PO_4 , todos ellos analizados mediante las técnicas de HACH. Los resultados indicaron que las NPs no afectaron la remoción de materia orgánica medida como DQOs. Sin embargo, la remoción de N-NH_3 disminuyó para ambos tipos de NPs, de 5 a 10% para concentraciones superiores a 500 mg/L de NPs de TiO_2 , y hasta 32% presencia mayor a 450 mg/L de NPs de ZnO . En cuanto a P-PO_4 , los porcentajes de remoción mejoraron hasta en 34% para concentraciones superiores a 1000 mg/L de NPs de TiO_2 , y disminuyeron de 77 a 21% para concentraciones mayores a 450 mg/L de NPs de ZnO . Por lo que, las NPs de TiO_2 y ZnO impactan negativamente en la remoción de N-NH_3 y P-PO_4 mediante el proceso de lodos activados.

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUA SUBTERRÁNEA DE EL MUNICIPIO DE JIMÉNEZ CHIHUAHUA

Aurora MENDIETA-MENDOZA*, David CHÁVEZ-FLORES¹, Marusia RENTERÍA-VILLALOBOS**.

* Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico Francisco R. Almada km 1, 31415, Chihuahua, México. mema_bora@uach.mx

¹ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Campus universitario 2, CP. 31125, Chihuahua, México. dchavezf@uach.mx.

El agua es un recurso natural limitado y fundamental para la vida y salud. Por un largo tiempo las aguas subterráneas han sido inmunes a la contaminación. Sin embargo, la calidad del agua ha empeorado. El agua contiene especies químicas disueltas, los cuales pueden afectar de forma negativa a la calidad de agua tanto para su uso como para consumo. En este trabajo se reportan las concentraciones de iones disueltos en agua, procedente de aguas de pozos, siendo las fuentes de abastecimiento para las nogaleras en el municipio de Jiménez, Chihuahua. Se tomaron muestras de quince nogaleras existentes en el área de estudio, a las cuales se les determinaron diversos parámetros que caracterizan la calidad del agua. Se determinaron parámetros *in situ* que fueron: sólidos disueltos totales (SDT), pH, turbidez (NTU), conductividad eléctrica (CE) y temperatura (T). Para determinar la composición elemental, utilizando un espectrofotómetro de Reflexión Total de Florescencia de Rayos X (TXRF) Bruker modelo S2 PICOFOX. Como resultados se obtuvo que el pH encontrado en todos los pozos sea ligeramente alcalino. Por otra parte, los resultados de SDT y CE para la mayoría de las huertas nogaleras superan los límites permitidos por la NOM 127 SSA1-1994. Las muestras de agua presentaron abundancias de cationes en la siguiente forma $S > Ca > Cl > Si > K > Sr > Pb$. El agua de estos lugares es utilizada para el cultivo de nuez, por lo tanto es importante desarrollar técnicas de remoción de contaminantes para que el agua pueda ser usada con un bajo riesgo a la salud.

CONSUMO Y USO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMÉSTICO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO. IMPLICACIONES EN LA SALUD Y PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA

Hugo Nathanael LARA FIGUEROA*, Edith Miriam GARCÍA SALAZAR.

El Colegio del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo, México. hlara@elcolegiodehidalgo.edu.mx

Desde hace más de cien años, el Valle del Mezquital en Hidalgo recibe aguas residuales provenientes de la Zona Metropolitana del Valle de México, mismas que son empleadas para el riego de aproximadamente 80,000 hectáreas de cultivo, principalmente alfalfa y maíz. Sin embargo, este tipo de agua llega a los hogares de la región para ser utilizada en la realización de actividades domésticas e incluso de consumo, y puede contener una alta carga contaminante compuesta por material orgánico, algunos metales, bacterias y detergentes, por lo que su uso o consumo indirecto propicia problemas de salud, derivado del alto índice de contaminantes contenidos en el agua y del que portan algunos cultivos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la incidencia de enfermedades vinculadas al uso y consumo indirecto de aguas residuales en los hogares del Valle del Mezquital, para lo cual, se utilizaron datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012 (ENSANUT 2012) y se elaboró un modelo logístico binomial empleando el método de máxima verosimilitud. En los resultados, se encontraron diferencias significativas en la probabilidad de presentar algún evento de enfermedad por tipo de fuente de agua; se simularon escenarios para mostrar cambios en la incidencia hacia la enfermedad, ante cambios en la fuente del agua que llega a los hogares. Finalmente, los hallazgos obtenidos en este trabajo permitirán diseñar estrategias y líneas de acción en materia de política pública, para mejorar el suministro y tratamiento del agua en la región.

TRAZABILIDAD DE ARSÉNICO EN AGUA DE RIEGO AGRÍCOLA EN EL CENTRO-SUR DE CHIHUAHUA

Milton Carlos HERMOSILLO MUÑOZ*, María Cecilia VALLES ARAGÓN**, Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ¹, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS².

* Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, Chihuahua, Chihuahua, México. mchemuz@gmail.com, ** Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, Chihuahua, Chihuahua, México. valles.cecilia@gmail.com,^{1,2} Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Campus II, Chihuahua, Chihuahua, México.

La presencia natural de arsénico (As) en agua subterránea es un problema global. En varios países se ha encontrado este metaloide en cultivos irrigados con agua contaminada. Por ello, el objetivo fue determinar el As presente en pozos agrícolas del Distrito de Riego 005 (DR-005) del estado de Chihuahua, así como su trazabilidad. Se muestrearon 65 y 54 pozos en verano y otoño 2015, respectivamente. Para el muestreo de suelo se consideraron seis cuadrantes formados por 24 puntos cada uno. En muestreo de cultivos se consideraron los mismos cuadrantes, colectándose 32 plantas de cebolla y 35 de chile. La determinación de As en todas las matrices se realizó por absorción atómica con generador de hidruros. Un 9 y 11% de los pozos superaron el límite máximo permisible (LMP) de As en agua de uso agrícola (0.1 mg/L), tanto en verano y otoño. Las mayores concentraciones observadas fueron en verano 0.34 mg/L y en otoño 0.58 mg/L. El cuadrante con mayor concentración de As en suelo fue MJ02 con 36% de muestras que superaron el LMP (22 mg/kg). El análisis de cultivo mostró mayor concentración de As en raíz (18.47mg/kg chile y 27.44 mg/kg cebolla). Sin embargo, también se encontró presente en fruto con concentraciones de 0.10 mg/kg chile y 0.35 mg/kg cebolla. Se demostró que, en el DR-005 región importante en la producción agrícola del estado, el riego de cultivos con agua contaminada con As genera un movimiento a matrices que se relacionan con la ingesta de la población.

REMOVAL OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs) IN WATER USING MICROORGANISMS

*Esmeralda Guadalupe BLANCO ENRÍQUEZ, Francisco Javier ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA¹, María del Rosario PERALTA PÉREZ¹, Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS,**Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Campus Universitario #2, Circuito Universitario, Chihuahua, Chihuahua, México, C.P 31125. * e.blanco2015@hotmail.com ** brocha@uach.mx

The increasing pollution of freshwater ecosystems for the releasing of persistent organic pollutants (POPs) is a global problem. The water used in industrial, domestic and agricultural activities can be polluted with high concentrations of these compounds. The polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a group of POPs generated primarily during the incomplete combustion of organic materials, they adversely affect human health and to the environment. The USEPA included the PAHs: pyrene, phenanthrene and naphthalene within the 16 priority compounds of special concern for their toxicological effects. An alternative to reduce the levels of PAHs in water is the using microorganisms with specific characteristics to degradate these compounds.

The aim of this study was to evaluate the bioremoval of the PAHs: pyrene, phenanthrene and naphthalene in water samples using a consortium from a sediment mining sample. Firstly, the microbial consortium was stabilized by performing enrichment every month. In this process, carbon sources (yeast extract) were replaced for the PAHs to force the microorganisms to use only the PAHs as the main source of carbon. The bioremotion of the PAHs was measured using the analytical technique of solid phase microextraction, followed by Gas Chromatography coupled to mass spectrometer (SPME-GC/MS).

Once the consortium was stabilized, the bioremotion of the target PAHs at different concentrations it was tested for 14 days. It was observed that as the PAHs concentration increased, the consortium showed more stability removing up to 98% of PAHs in water.

These finding presents an effective alternative of bioremediation in water bodies.

NUESTRAGUA REDES COMUNITARIAS, UN PROGRAMA INTEGRAL DE AGUA SEGURA EN LA ZONA ALTOS TSELTAL-TSOTSIL DE CHIAPAS, MÉXICO.

Antolín DIEZMO RUIZ** Fermín REYGADAS ROBLES GIL** y Héctor Edgar CASTELÁN MARTÍNEZ*

Fundación Cántaro Azul, A. C., Col. Los Alcanfores, Numero 19, Interior 19A, C. P. 29246 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. hector@cantaroazul.org

En México hay 20 millones de personas sin acceso a agua de calidad y en municipios de la zona Altos Tzeltal-Tsotsil de Chiapas esta condición es alarmante, aunado al saneamiento precario y creciente contaminación de fuentes de agua. En respuesta a esta problemática, diseñamos e implementamos el programa NuestrAgua Redes Comunitarias que tiene por objetivo garantizar el consumo de agua segura en 30 comunidades de cinco municipios de los Altos de Chiapas. NuestrAgua integra seis componentes: Estrategia de Comunicación que sensibiliza y fortalece capacidades locales; Redes Comunitarias como estructura local con roles de comunicación, soporte técnico, gestión, ahorro y monitoreo de calidad de agua; Sistemas de Agua Segura para hogares, centros educativos y centros de salud; Estrategia de Sostenibilidad para fortalecer y vincular a las Redes, fomentando su consolidación y funcionamiento a largo plazo; Estrategia de Escalabilidad que permite replicar el modelo generando alianzas para aumentar el impacto en otras comunidades y regiones; y Estrategia de Monitoreo y Evaluación para fortalecer al programa y medir su impacto. Actualmente hemos conformado 23 redes comunitarias e instalado más de 500 tecnologías de tratamiento de agua de acuerdo al contexto de cada comunidad en la zona Altos de Chiapas. Para el 2018 estaremos en posibilidades de conformar una estructura de asociatividad regional sólida de gestores comunitarios de agua que represente las demandas de las familias usuarias y Redes de NuestrAgua y que permita el intercambio de experiencias y el posicionamiento, dando visibilidad a nivel regional de gestores comunitarios del agua y salud.

MODELACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA, MÉXICO.

María de los Ángeles LARROTTA SALAZAR**, Adán PINALES MUNGUÍA.

La importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los usuarios. Chihuahua es el estado más extenso del país, y parte importante de su territorio está constituido por áreas agrícolas, siendo esta la principal actividad económica del Estado. Según el Plan Estatal de Desarrollo del gobierno del Estado de Chihuahua la agricultura se abastece con más del 85% del agua que se utiliza en la entidad, mediante más de 13500 pozos registrados de los cuales, en el 2016, se registraron una totalidad de 7850 pozos la región de Cuauhtémoc. Estudios realizados por la CNA, concluyen que el principal impacto en el acuífero Cuauhtémoc se relaciona con el abatimiento de los niveles del agua subterránea lo que hace que presente valores altos de déficit en cuanto a la disponibilidad del agua subterránea. El objetivo del estudio fue construir un modelo de flujo del agua subterránea del acuífero Cuauhtémoc que reproduzca adecuadamente a las condiciones del acuífero. Dicho acuífero se localiza en el estado de Chihuahua, entre las coordenadas geográficas 28° 15' a 29° 00' de latitud norte y 106° 30' a 106° 20' de longitud oeste. El modelo de flujo fue elaborado mediante el software Visual Modflow y se utilizó como insumos principales la topografía, geología, pozos de bombeo y de observación, sondeos eléctricos verticales, valores de evapotranspiración, las cargas iniciales y valores de conductividad hidráulica y almacenamiento. Los resultados muestran que el modelo reproduce aproximadamente el comportamiento de las cargas hidráulicas y esfuerzos hidrogeológicos.

INFRAESTRUCTURA URBANA PARA MANEJO DE ESCURRIMIENTOS PLUVIALES EN EL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA

José Antonio CERVANTES GURROLA^{*(1)}.

⁽¹⁾ Estudios y Proyectos, Consultoría Ambiental y Urbana; Hydrosaips; HMS Arquitectos, Chihuahua, Chih., México.
joseancervan@gmail.com

PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA. Desde un enfoque ecológico-urbano, las ciudades se podrían equiparar al funcionamiento de un organismo vivo, los ciclos hidrológico y edafológico, permiten a una ciudad mantener un equilibrio compensatorio con el desarrollo urbano desordenado; cuando éste excede, resultan problemáticas de dimensiones sensibles, como los efectos de inundaciones urbanas propiciadas por la desaparición de arroyos que fueron prácticamente comidos por la mancha urbana. Ocurre además, una interrupción del ciclo hidrológico, relacionado con la infiltración.

OBJETIVO DEL ESTUDIO. Analizar los escurrimientos pluviales que cruzan la ciudad, a través de los arroyos que descargan al “Chuviscar” y “Sacramento”. El objetivo central es proponer obras de infraestructura para remediar escurrimientos pluviales desordenados, así como aprovechar caudales excedentes para uso directo y recarga del acuífero.

DISEÑO, METODOLOGÍA. Generalmente, los análisis empleados para atender esta problemática, resultan para proponer el desalojo de grandes volúmenes hidrológicos a través de largos trayectos. Nuestra propuesta se basa en el análisis de cuenca; de lo rural a lo urbano, además de estudios topográfico-hidrológicos, incorporamos estudios edafológicos y de forestación, finalmente arquitectónicos y geofísicos para proponer soluciones de inyección profunda.

RESULTADOS. Corregir y compensar secciones hidráulicas interrumpidas de caudales en algunos arroyos urbanos, para evitar desbordamientos e inundaciones a colonias colindantes. Propiciar además, la recarga del acuífero.

CONCLUSIONES, PERSPECTIVAS. La ciudad crece y no se avizoran perspectivas de solución. Acumulamos costos humanos, sociales, materiales y ambientales, y por otra parte, los efectos del Cambio Climático nos instan para proyectar acciones de Adaptación y de Mitigación; ¿Estamos actuando de manera consecuente?

ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE CICLONES TROPICALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Bryan Eduardo CORTE LAZCANO*, Humberto SILVA HIDALGO.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. bryan.eduardo.corte@gmail.com; silvahi@gmail.com

El estado de Chihuahua, se ubica en la porción norte de la república Mexicana, alejado de los litorales del Pacífico y el Atlántico; sin embargo, puede ser afectado por los efectos de un Ciclón Tropical (CT) de forma directa o indirecta.

Los CT son fenómenos naturales con un potencial destructivo que se origina en los océanos, y con implicaciones que dependen de la trayectoria, intensidad y frecuencia. La identificación de patrones básicos de estas variables es fundamental para la elaboración de medidas de emergencia futuras, especialmente en el caso de inundaciones. Para hacer el reconocimiento de datos, se usó un periodo de estudio del año de 1950 al 2013, empleando la base de datos del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos.

La investigación encontró que 244 CT que impactaron México en 63 años, 17 de ellos llegaron al Estado de Chihuahua. Haciendo una división por litorales, del lugar de procedencia del CT, encontramos 50 eventos más por el Pacífico. En cuanto a la intensidad de los fenómenos, se usó la escala Saffir-Simpson, para clasificar los datos encontrados, las tormentas tropicales son las de mayor frecuencia a nivel nacional.

Los últimos 2 CT que impactaron Chihuahua por el litoral del Atlántico han ocurrido en los últimos 11 años, y los otros 15 por el Pacífico han sucedido en todo el periodo de análisis. A futuro un análisis de disociación de la precipitación en el estado en función del fenómeno que lo origina será de utilidad para relacionar CT con precipitación.

IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DEL RIEGO AGRÍCOLA SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REGIÓN DEL ACUÍFERO CUAUHTÉMOC

Orlando RAMÍREZ VALLE^{1,2*}, Hugo Alberto GUTIÉRREZ JURADO², Miguel SERVÍN PALESTINA³, Noé CHÁVEZ SÁNCHEZ⁴, Zenona MORALES FABIAN¹ y Jesús Manuel ESTRADA GUADARRAMA¹.

¹INIFAP Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Av. Hidalgo N° 1213, Colonia Centro Cd. Cuauhtémoc Chihuahua

²Universidad de Texas en El Paso, Departamento de Geología ³INIFAP Campo Experimental Zacatecas, ⁴INIFAP Campo Experimental delicias. *Autor correspondiente oramirezva@miners.utep.edu

La sostenibilidad del recurso hídrico del acuífero Cuauhtémoc en la región centro-oeste del estado de Chihuahua se encuentra comprometida por el uso intensivo del agua en actividades agrícolas. Esto compromete a su vez la viabilidad económica de la región y en particular la disponibilidad del agua para la Ciudad de Cuauhtémoc y sus habitantes. Resulta pues imperativo, evaluar la eficiencia del uso del agua para la agricultura en las prácticas actuales de irrigación en la zona. A inicio del ciclo agrícola 2017, se realizaron estudios piloto en cinco predios de la región dentro del área del Acuífero Cuauhtémoc, equipados con sistemas de riego multi-compuertas con eficiencias teóricas de 55-77%. En este estudio se midió el avance de riego, gasto unitario, pendiente y geometría de la sección. Se empleó un modelo de simulación alimentado con datos observados en campo y características del predio. Los resultados obtenidos muestran eficiencias promedio de 46%, cuyo valor está por debajo de las eficiencias óptimas (77%). Esto implica que incrementando la eficiencia al valor óptimo se obtendría un ahorro de 18,201,478.7m³, lo que equivale a un año del consumo total de agua por la ciudad de Cuauhtémoc. Estos resultados muestran la necesidad de realizar mejoras al sistema de riego prevalente en la región, avanzando hacia la tecnificación del riego por aspersión y/o por goteo con mayores eficiencias que permitan ahorrar volúmenes de agua mucho mayores para dar sustentabilidad a la actividad agrícola y al abasto de agua para la Ciudad de Cuauhtémoc.

DISTINTIVO DE MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA EN CHIHUAHUA

José Roberto ESPINOZA PRIETO*, Daniel DÍAZ PLASCENCIA**, Yair PALMA ROSAS, Perla Lucía ORDOÑEZ BAQUERA, Pablo Fidel MANCILLAS FLORES.

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. * jespinoza@uach.mx, ** dplascencia@uach.mx.

El propósito de este trabajo de investigación es presentar a sus 10 años de implementación los resultados del Distintivo de Manejo Sustentable del Agua por parte del Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua, A.C. que se entrega en ExpoAgro durante el Foro del Agua ante las máximas autoridades de la sección agroalimentaria para promover el manejo racional del agua por parte del sector. Académicos, investigadores, líderes del sector y otras Instituciones públicas y privadas participan para promover una cultura sustentable en el contexto de la problemática actual del agua en la entidad. Las líneas de acción que se han concretado para el distintivo son: 1) Fomentar la conciencia y el conocimiento sobre el valor y la situación del agua en nuestro Estado. 2) Estimular el interés por la investigación para conservar el recurso. 3) Promover la generación de futuros líderes del sector agropecuario con un amplio conocimiento del tema del agua. 4) Promover el trabajo en equipo y de diversas disciplinas para desarrollar proyectos factibles y con alta calidad técnica para un mejor aprovechamiento del agua. 5) Promover la actualización de planes rectores para que contemplen y promuevan el ahorro y mejor aprovechamiento del agua en el campo. 6) Acciones concretas para mejorar sus sistemas de riego, como sus prácticas para un manejo más razonable del agua. En esta última edición 2017 los premiados fueron un Sistema Producto Huevo por su reducción en la huella hídrica y un predio ganadero por prácticas para la conservación y captación del agua.

DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN EN LA CUENCA SANTA CLARA-EL CARMEN, CHIHUAHUA, MÉXICO.

*Cesar Arturo BERZOZA GAYTAN, **Fabiola Iveth ORTEGA MONTES.

* Universidad Autónoma de Chihuahua / Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, cberzoza@uach.mx

** Universidad Autónoma de Chihuahua / Facultad de Zootecnia y Ecología.

En este artículo se estudian las variaciones entre la disponibilidad y la demanda de agua con el fin de identificar las necesidades en las cuencas Santa Clara y El Carmen ubicadas en el estado de Chihuahua, México, donde su utilización primaria es para el sector agrícola. La disparidad entre la disponibilidad y la demanda de agua en zonas áridas y semi-áridas de México tiene un impacto en la producción agrícola; por lo tanto, es importante implementar tecnologías que ayuden a aprovechar de mejor manera el agua en los periodos cuando esta disponible y administrarlo eficientemente para reducir su déficit en periodos de sequía. En este estudio se analizaron la serie de tiempo de la disponibilidad de agua en base a la precipitación y la demanda de agua y basados en datos de utilización de agua para fines agrícolas calculados en base a las extracciones de la presa Las Lajas. Las series de tiempo de datos de agua para zona que comprende el caso de estudio fueron analizadas para el periodo 1983-2000. Las series de tiempo muestran periodos de sequía pronunciados en los cuales en cuenca se encontró en déficits de agua y los usuarios no contaron con suficiente recurso hídrico. Como resultado final se obtuvieron las características como duración y periodicidad de los periodos de déficit y superávit de agua con el propósito de proporcionar información que ayude a una planificación más eficiente de los recursos e incentivar la utilización de tecnologías de almacenamiento.

ESTUDIO COMPARATIVO DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN AGUA DE DIVERSOS POZOS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Nallely Guadalupe SANTOS FRAUSTO, Ma. Cecilia VALLES ARAGÓN, Lourdes BALLINAS CASARRUBIAS, Ma. Del Rosario PERALTA PÉREZ, Fco. Javier ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA, Beatriz A. ROCHA GUTIÉRREZ**

Universidad Autónoma de Chihuahua; Facultad de Ciencias Químicas; Circuito Universitario 2, Campus UACH II; Chihuahua, Chihuahua, México. nalleysantof@outlook.com.mx.

Estudios anteriores, en el Distrito de Riego 005 el cual comprende los municipios de Meoqui, Rosales y Delicias ubicados en el estado de Chihuahua en México han reportado niveles elevados de arsénico. Sin embargo no se habían reportado los parámetros fisicoquímicos actuales como alcalinidad, dureza, conductividad eléctrica, turbidez y TDS. Estos parámetros podrían causar impactos en los cultivos regados con el agua de los pozos de este distrito.

Se realizaron dos muestreos estacionales, recolectando un total de 118 muestras de agua de pozos pertenecientes al Distrito de Riego 005. La recolección, almacenamiento y traslado de las muestras se llevó a cabo como lo indica la NMX-AA-014-1980 “*Cuerpos receptores.- muestreo*” así mismo se utilizó el material y equipo necesario como lo indica la misma.

Los resultados de conductividad eléctrica superaron el valor recomendado por los criterios de la FAO rebasando este valor hasta casi por 6 veces, lo cual podría implicar un daño severo a la productividad de las cosechas regadas con esta agua. Los valores medidos para TDS solo se reportaron elevados en Delicias indicando la posibilidad de altas concentraciones de sales inorgánicas, Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , Na^{+} , bicarbonatos, sulfatos y cloruros los cuales impactan directamente a las cosechas. Los parámetros de dureza, alcalinidad y turbiedad no representan un riesgo a las cosechas si se emplea esta agua para riego según la normatividad aplicable.

VIABILIDAD EN EL USO DE ENERGÍAS ALTERNAS PARA LA GENERACIÓN DE AGUA OBTENIDA DE LA HUMEDAD DEL AIRE.

Alberto VALLES AGUIRRE**, Héctor PORRAS DÁVIA*

Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación Empresarial (CIDIEM). Av. Homero 3714, Colonia El Vergel, C.P. 31140. Chihuahua, Chihuahua, México

El agua, sin lugar a dudas, es el compuesto más importante sobre la faz de la tierra, pues sin ella sería imposible la vida y desarrollar la más mínima de las actividades, sin embargo, la calidad y los medios de obtención actuales ponen en peligro la vida misma. Actualmente existen métodos de alta tecnología utilizados en países con condiciones muy bajas de humedad pero con resultados sumamente alentadores que nos permite percibir una solución a la escasez de agua y una reducción notoria a la perforación y extracción de agua subterránea, así como al debilitamiento de los mantos freáticos. El proyecto contempla la viabilidad de utilizar este tipo de tecnologías en nuestra región. El aire chihuahuense se encuentra con una humedad relativa en promedio por encima del 22% anual, lo que nos habla de una región que aun con condiciones esteparias y semidesérticas, presenta una cantidad razonable de agua en su aire por lo que tecnología de este tipo es una alternativa para el mejoramiento y calidad de agua local y regional para su uso agrícola, ganadero o civil. Un atractivo adicional y de fuerte impacto es el medio energético de obtención, el cual se ha estudiado a través de usos alternos de energía que reduciría aún más el impacto ecológico y se obtendrían beneficios adicionales tales como reducción de la huella de carbono. La propuesta desarrollada en este trabajo, es una alternativa puntual, innovadora y de vanguardia para las necesidades propias de nuestra región y para el beneficio de su comunidad en general.

PRESENCIA Y NIVELES DE DISRUPTORES HORMONALES (EDCS) EN AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA

Yazmin Esmeralda AGUIRRE CARMONA* Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS¹, María del Rosario PERALTA PÉREZ¹, Francisco Javier ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA¹, Mario Alberto OLMOS MÁRQUEZ², Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ^{1**}

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Maestría en Ciencias en Biotecnología. Circuito Universitario S/N, Campus IIC.P 31123, Chihuahua, Chihuahua. Correo: yazmin.aguirrec@hotmail.com.

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico. R. Almada, km. 1. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31453

Un nuevo grupo de contaminantes orgánicos persistentes conocido como contaminantes emergentes (CE) está siendo ampliamente estudiado alrededor del mundo por sus posibles impactos en la salud y el medio ambiente específicamente al medio acuático. Estos compuestos son descargados al drenaje y finalmente llegan a las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en las cuales no son removidos ya que muchos de ellos aún no están regulados y están en concentraciones tan bajas que no son detectados por métodos de análisis instrumental común. Entre estos destacan los ftalatos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y fenoles. En este estudio se presentarán los avances de la estandarización de la técnica analítica aplicada en cromatografía de gases adaptada con espectrometría de masas (GC/MS). Se mostrarán las figuras de mérito de análisis para posteriormente detectar y cuantificar bisfenol A, Ftalatos y PAHs en el influente y efluente de las dos plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Chihuahua. Se recolectarán dos muestreos de ambas plantas por cada periodo estacional, con el propósito de evaluar el efecto de la temperatura ambiente en la concentración de los CE analizados.

MANEJO DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN LOS OJOS DEL CHUVÍSCAR, CHIHUAHUA: UN ENFOQUE EN LA CALIDAD DEL AGUA

Miguel Ángel GONZALEZ-NÚÑEZ^{1*}, Humberto SILVA HIDALGO¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Número 1 s/n, Nuevo Campus Universitario II, 31100 Chihuahua, Chih. Correo: [*manunez@uach.mx](mailto:manunez@uach.mx)

Se presenta un análisis de la calidad del agua recargada de manera artificial en la región hidrogeológica denominada como “Ojos del Chuvíscar” en Chihuahua, México. Dicha zona hídrica ha presentado una explotación intensiva desde mediados del Siglo XX, y en 2004 se estableció, por parte de los Organismos Operadores encargados de abastecer de agua a la ciudad de Chihuahua, un sistema de recarga de acuíferos para disminuir el descenso continuo de los niveles piezométricos. Como resultado de la implementación de dicho sistema, consistente en una presa de gaviones conectada a través de una tubería ranurada a un pozo de inyección profundo, los niveles estático y dinámico han presentado una disminución en su decremento, así como una tendencia a la estabilización. Como parte de una investigación a largo plazo, perteneciente a la Maestría en Ingeniería en Hidrología Subterránea de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, se presenta un análisis relativo a la interacción que ha tenido el agua pluvial recargada intencionalmente con el agua subterránea nativa de dicha región hidrogeológica. Los resultados muestran una mejora en iones tales como hierro, flúor y manganeso, lo cual es un indicador positivo del impacto que el sistema ha generado. No obstante los resultados prometedores del presente estudio, aún queda mucho por hacer, y se recomiendan acciones a futuro, tales como un monitoreo continuo de la zona así como la implementación de obras de recarga intencional similares a la estudiada en regiones hidrogeológicamente afines a la cuenca de cabecera analizada en este estudio.

CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS DE OSMOSIS INVERSA POR TÉCNICAS DE MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA

Isaí CRUZ-OCHOA ^{(1)*}, Oscar SOLIS-CANTO ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS ⁽¹⁾
Piroshka TERRAZAS ^{(1)**}.

1. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: isaicruz.1267@gmail.com, pterrazas@uach.mx
2. Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

Una de las principales problemáticas para la caracterización de membranas de osmosis es la nanoporosidad del material. Para tal efecto se pueden emplear técnicas instrumentales de alta resolución, en donde existe siempre una apreciación subjetiva de la distribución de poros.

En el microscopio de fuerza atómica una aguja micrométrica de punta (tip) en el orden de 10 nm de diámetro que actúa como sensor de la geometría superficial de la muestra, recorre la superficie estudiada al mismo tiempo que se mueve verticalmente de acuerdo con sus interacciones con la muestra. En el presente trabajo se desarrolló un método para el manejo de las imágenes del AFM, con el fin de obtener datos de tamaño de poros de las membranas, utilizando las herramientas de inversión de imagen y análisis de granos (Nanoscope 5.30r3sr3[®]). De acuerdo a un criterio subjetivo se tomaron mediciones de un número limitado de poros, y a los diámetros obtenidos, se les asignó un rango medio. Para obtener una curva de la función de distribución acumulativa, estos rangos medios se graficaron en la ordenada contra los tamaños de poro ordenados en forma ascendente en la abscisa. Esta gráfica produjo una recta en una escala de probabilidad log-normal. Los valores de tamaño de poro medio se calcularon de la misma forma que en las técnicas de transporte de soluto. La utilización de un programa de cómputo para el análisis de tamaño de poro de las imágenes obtenidas con el AFM, pretende eliminar el factor subjetivo en la obtención de los datos.

OPTIMIZACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DE ARSÉNICO POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA, GENERADOR DE HIDRUROS vs. HORNO DE GRAFITO

Paula LOZOYA⁽¹⁾, Luis VILLANUEVA^{(1)*}, Mario CORRAL⁽¹⁾, Víctor MEDINA⁽¹⁾, Yarely RODRÍGUEZ⁽¹⁾, Damaris ACOSTA⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS^{(1)**}

- 1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: lourdes.ballinas@gmail.com, luivbasketbbb10@hotmail.com
- 2) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

La espectrometría de absorción atómica es una técnica muy utilizada para la determinación de arsénico a nivel de ultra trazas en agua de consumo. Dentro de las técnicas más utilizadas se encuentran la de generación de hidruros (GH-EAA) y la atomización electrotérmica (EAAS). La primera se basa en el uso de un reductor para la generación de un hidruro volátil que se atomiza en una celda de cuarzo a alta temperatura. En cuanto la atomización electrotérmica (horno de grafito), la técnica se basa en la atomización del analito en un tubo de grafito, y posterior absorción de la radiación monocromática. En este método se hace uso de otros agentes químicos llamados modificadores de matriz para poder lograr la estabilización térmica del analito. En el presente trabajo se determinaron los parámetros de calidad de las técnicas descritas para el análisis de arsénico en agua. Se utilizó un espectrómetro de absorción atómica (AAnalyst 700, Perkin Elmer) equipado con atomizador de grafito y celda para GH. En el primer caso se usó un tubo con plataforma de L'vov. En el segundo una celda de calentamiento. Los análisis se hicieron a 193.7 nm y slit de 0.7 nm, utilizando argón como gas de transportador. Los parámetros de calidad obtenidos fueron para GH-EAA: límite de cuantificación de 4.01 µg/L, sensibilidad de 0.0148 ppb-1. Para el caso de EAAS, el LC fue de 3 µg/L. Se hace una comparativa de ambos métodos y contraste para la determinación de arsénico en agua.

SÍNTESIS DE MEMBRANAS NANOCOMPUESTAS A PARTIR DE DERIVADOS ESTERIFICADOS DE LIGNINA EN TRIACETATO DE CELULOSA

Laura A. MANJARREZ NEVÁREZ**⁽¹⁾, Guillermo GONZÁLEZ SÁNCHEZ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS⁽¹⁾

- 1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: lmanjarrez@uach.mx
- 2) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México C.P. 04510. México.
- 3) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chih. C.P. 31136. México.

La tecnología de membranas se encuentra en la vanguardia de los métodos de potabilización debido a su eficiencia. Los parámetros más importantes a considerar son el material de fabricación de las membranas, así como la resistencia mecánica e hidráulica que ofrecen. En el presente trabajo se realizó la síntesis de membranas nanocompuestas a partir de nanopartículas de Ligninas (L) como reforzante y Triacetato de Celulosa (TAC) como matriz polimérica para la purificación de agua de pozo. Se emplearon tres tipos de (L): Kraft (K), Orgnosolv (O) e Hidrolítica (H), las cuales fueron modificadas químicamente mediante el proceso de esterificación. Las ligninas modificadas fueron caracterizadas por diversas técnicas de análisis químico y microscópico. Las membranas fueron sintetizadas mediante el proceso de inversión de fase a condiciones controladas de temperatura (35-55°C) y humedad relativa (10-70%). Todas las ligninas se adicionaron en 1% (p/p). Estos materiales fueron caracterizados en cuanto su desempeño mecánico (DMA), morfología (SEM y AFM), propiedades eléctricas (AFM-SKPM), hidrofílicas (TGA, Angulo de contacto) y térmicas (DSC). El desempeño de material como membrana se evaluó mediante la permeación de agua de pozo con altas concentraciones de Calcio, Sodio, Magnesio, Arsénico y Flúor a través del material, en una celda de flujo continuo con recirculación. Los porcentajes de remoción de las membranas fue del 15-35% para los aniones, 12-42% para los cationes monovalentes y 27-54% para los divalentes. Las remociones de Arsénico y Flúor fueron afectadas por los compuestos iónicos y materia orgánica presente en el agua.

DESARROLLO DE UN FILTRO BASADO EN CELULOSA ACETILADA PARA EL ABATIMIENTO DE ARSÉNICO EN AGUA

Gabriela MUÑOZ*⁽¹⁾, Guillermo GONZÁLEZ SÁNCHEZ ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS ^{(1)**}

- 1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: gmuniz@uach.mx, lourdes.ballinas@gmail.com
- 2) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

La presencia de contaminantes disueltos en forma iónica en aguas superficiales y subterráneas, que se pueden utilizar potencialmente para consumo humano o para riego, representa uno de los problemas ambientales al que actualmente se enfrentan comunidades en diversas partes del mundo. En particular la presencia de arsénico en los acuíferos de México, está documentada principalmente en cuatro estados de la República: Coahuila, Durango, Hidalgo y Chihuahua. El Arsénico se encuentra presente en agua por efecto de la lixiviación natural de los minerales que compone. Las nuevas reglamentaciones en el campo de la calidad de agua, han generado un considerable interés por el uso de las membranas para la potabilización. Uno de los principales procesos utilizados para la remoción de arsénico es la ósmosis inversa. En el presente trabajo se tuvo como objetivo el desarrollo de un filtro de membrana a partir del triacetato de celulosa obtenido sintéticamente y dopado con carbón activado para la separación de arsénico de agua por medio de procesos de filtración. Se preparó el filtro mediante la acetilación de celulosa proveniente de algodón. Posteriormente este material se disolvió y se disolvió con una carga fija de carbón activo comercial. La membrana se obtuvo por el método de evaporación-precipitación. Esta se caracterizó por técnicas instrumentales como la espectroscopía de infrarrojo de transformada de Fourier, microscopía electrónica, y se implementó en una celda de flujo alcanzando la remoción de arsénico hasta en un 80% de agua proveniente de pozo, con una concentración inicial de 200 ppb.

FILTRACIÓN CON MATERIALES LOCALMENTE DISPONIBLES PARA REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN AGUA DE INDUSTRIA MINERA.

Marissa NÚÑEZ RUVALCABA*, Marusia RENTERÍA VILLALOBOS**, Leonor CORTÉS PALACIOS, Gilberto Sandino AQUINO DE LOS RÍOS, Sandra RODRÍGUEZ PIÑEROS.

Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km 1, Chihuahua, Chihuahua, México. marissa_n@hotmail.com, mrenteria@uach.mx

El tratamiento de aguas residuales provenientes de la minería requiere tecnología que pueda adaptarse a los sitios en donde se lleva a cabo la extracción minera. Esta tecnología debe hacerse de acuerdo con las características del agua, la calidad deseada y los estándares reglamentarios. En el este trabajo se diseñaron y evaluaron dos sistemas de filtración para la remoción de sólidos suspendidos de agua residual de una industria minera. Uno de los filtros se empacó con grava y hojarasca de pino (Filtro 1) y el otro con arena, grava y hojarasca de pino (Filtro 2); estos materiales fueron previamente recolectados en las inmediaciones de la mina. Se caracterizaron alícuotas de la solución inicial del proceso de barrenación, un blanco (agua destilada), así como las concentraciones (% v/v) utilizadas para la determinación de remoción de los filtros. Los parámetros medidos fueron pH, sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica (CE), Turbidez (TB) y sólidos suspendidos totales (SST). Los resultados muestran que en los dos filtros se lleva a cabo el proceso de remoción. En el Filtro 1 el proceso de remoción se da principalmente por las especies químicas disueltas presentes en la solución; determinados por el pH, SDT y CE. En el Filtro 2 tiene mayor porcentaje de remoción de TB y SST. Lo anterior es atribuido a los arreglos utilizados en cada uno de los filtros. Debido a todo lo anterior, se concluye que la filtración con material localmente disponible puede ser una opción viable, sencilla y económica para dar tratamiento al agua proveniente del proceso minero.

EMPLEO DE UN FILTRO LENTO DE ARENA (SLOW SAND FILTER) PARA LA REDUCCIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS EN AGUA DEL RÍO SACRAMENTO EN CHIHUAHUA, MÉXICO

Rocío ROJAS-GARCÍA^{1*}, Mariela GARFIO-AGUIRRE², M. Carmen E. DELGADO-GARDEA¹, Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ, Blanca E. SÁNCHEZ-RAMÍREZ, Rocío INFANTE-RAMÍREZ^{1**}.

¹Laboratorio de Biotecnología II, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Campus Universitario s/n. Chihuahua, Chihuahua. México.

²Unidad de Formulación de Biológicos, Laboratorio de Inmunología y Virología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Ave. Universidad s/n. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. México.

rocio_rojas_g@hotmail.com*, rir.infante@gmail.com**

El agua actúa como un vehículo de transmisión de patógenos microbianos, lo cual puede ocasionar brotes de enfermedades gastrointestinales al ser consumida. La Filtración Lenta en Arena (Slow Sand Filter) se caracteriza por ser una tecnología de bajo costo, sencilla, limpia y eficiente para disminuir la carga microbiana del agua, además de esto no se requiere electricidad para su operación, lo que la convierte en una opción apta para zonas rurales. El mecanismo de la eliminación de patógenos se debe a la comunidad microbiana que se establece en el lecho de arena; esta biopelícula requiere de un periodo de 4-6 semanas para su formación, una opción para acelerar la remoción de patógenos es la adición de acero. El propósito del presente estudio fue analizar la reducción de bacterias mesófilas aerobias en un sistema de SSF piloto compuesto por dos filtros: un control y uno adicionado con acero. Como resultado se obtuvo una reducción de bacterias mesófilas aerobias del 10.39% en el filtro control y una disminución de 44.5% en el filtro adicionado con acero. Con respecto a los análisis fisicoquímicos no se observó una diferencia entre ambos filtros. De acuerdo a lo anterior podemos concluir que la adición de acero favorece la eliminación de bacterias mesófilas aerobias en un sistema de SSF, lo cual lo postula como una alternativa para la eliminación de patógenos en la sanitización de aguas naturales.

REMOCIÓN DE ARSÉNICO DE AGUA UTILIZANDO MEMBRANAS A PARTIR DE BIOMASA

Karla RÚIZ-CUILTY*^(1,2), Guillermo GONZÁLEZ-SÁNCHEZ ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS ^{(1)**}

- 1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: mario.corp.umbrella7@hotmail.com, lourdes.ballinas@gmail.com
- 2) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

Los residuos agroindustriales como los producidos por la industria maderera representan una seria problemática tanto ambiental como económica, causando gran impacto ambiental. El aserrín es un material compuesto principalmente por celulosa, lignina y hemicelulosa, el cual al ser sometido a un pretratamiento químico y deslignificación. Este material puede ser entonces utilizado como precursor de celulosa. En el presente trabajo se realizó el pretratamiento del residuo lignocelulósico por técnicas conocidas como organosolv para la recuperación de celulosa. Posteriormente este material se acetilo por técnicas heterogéneas y se realizó la síntesis de membranas por procesos de evaporación-precipitación para su implementación en tecnología de filtración de agua. El tratamiento produjo celulosa con un rendimiento superior al 70% y deslignificación de un 20%. Posteriormente se efectuó la acetilación y el material modificado se caracterizó por técnicas instrumentales, tales como la microscopía de fuerza atómica, microscopía de barrido, técnicas termogravimétricas y de calorimetría diferencial de barrido. Las membranas obtenidas se operaron en procesos de nanofiltración, alcanzando un rechazo de más del 60% de cationes comunes como calcio y magnesio.

ESTUDIO DE BIOPELÍCULAS EN UN SISTEMA DE FILTRACIÓN INDUSTRIAL

Karla Briseida VILLALOBOS PORRAS*, Ma. Carmen E. DELGADO GARDEA¹, María Olga GONZÁLEZ RANGEL², Noé ORTEGA CORRAL³, Beatriz Adriana ROCHA GUTIÉRREZ⁴, María del Carmen GONZÁLEZ-HORTA⁵, Rocío INFANTE-RAMÍREZ**.

Laboratorio de Biotecnología II, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Campus Universitario s/n. Chihuahua, Chih., México. karla.villalobos1009@gmail.com*, rir.infante@gmail.com**.

La limpieza del agua de origen industrial se está llevando a cabo en una empresa chihuahuense para su propio reuso a través de un proceso basado en membranas de polietileno. Sin embargo, en un plazo relativamente corto las membranas se tapan debido a la formación de una biopelícula de microorganismos en la superficie de dicha membrana. El objetivo del presente proyecto fue identificar a los microorganismos formadores de la biopelícula, presentes en la membrana del sistema de filtración de agua y realizar pruebas *in vitro* de disminución sometiendo los microorganismos ante bactericidas de uso común; ácido acético, peróxido de hidrógeno y Dermo Cleen® con el fin de eliminar la biopelícula y alargar el tiempo de vida de la membrana para reducir los costos de limpieza del agua industrial. Partiendo de muestras de la membrana se realizó el aislamiento los microorganismos presentes identificando cuatro tipos de bacterias diferentes. Se determinó la capacidad formadora de biopelículas de cada uno de los microorganismos de manera cualitativa y cuantitativa, posteriormente se sometieron a los bactericidas a diferentes concentraciones concluyendo con determinación de la concentración mínima inhibitoria. En el presente estudio se concluyó que el bactericida comercial Dermo Cleen® a una concentración de 0.1% elimina totalmente la biopelícula, de igual manera con el peróxido de hidrógeno al 1.5%. El ácido acético no resultó efectivo a las concentraciones utilizadas en el presente estudio. Se utilizarán para alargar el tiempo de vida de la membrana de filtración de agua y así reducir los costos de reutilización del recurso hídrico en esta empresa chihuahuense.

REMOCIÓN DE FLUORURO Y ARSÉNICO DE AGUA DE CONSUMO, CON CARBONES DOPADOS CON ALUMINIO Y HIERRO

Xiomara NIETO⁽¹⁾, Luis VILLANUEVA^{(1)*}, Guadalupe V. NEVÁREZ-MOORILLÓN⁽¹⁾, Guillermo GONZÁLEZ-SÁNCHEZ⁽²⁾, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS^{(1)**}

1) Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Circuito Universitario S/N. Chihuahua, Chihuahua C.P. 31000. México. E-mail: luivbasketbbb10@hotmail.com, lourdes.ballinas@gmail.com

2) Centro de Investigación en Materiales Avanzados Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31136. México.

En el Estado de Chihuahua se han reportado concentraciones de arsénico y flúor que superan los límites permitidos por las Normas Mexicanas. La ingesta de altas dosis de fluoruros ocasiona fluorosis dental y esquelética, mientras que la exposición a arsénico origina patologías más severas. Con el fin de remover estos contaminantes por procesos de adsorción, en este trabajo se sintetizaron carbonos activos dopados para remover selectivamente ambos aniones. Se utilizaron como precursores 4 tipos de carbonos activos comerciales NORIT. Posteriormente, los carbonos fueron impregnados con Al^{+3} lo que generó un aumento en la adsorción de fluoruros en el carbón ROX 0.8. En seguida fue seleccionado el carbón comercial más eficiente en la remoción de fluoruros para ser hidrolizado con $FeCl_3$ empleándose tiempos de hidrólisis de 6, 8 y 10 h. El tiempo de hidrólisis no afectó a la adsorción de fluoruros de HyAF6, HyAF8 y HyAF10. En el caso de la remoción de arsénico, un mayor tiempo de hidrólisis disminuyó la capacidad de remoción en los precursores del carbón Hydro-Al. A los carbonos preparados se les determinaron sus propiedades estructurales, pH del carbón y análisis elemental. Los resultados de las isotermas de adsorción de fluoruros fueron ajustados a los modelos de Freundlich y Langmuir. El carbón con mayor capacidad de remoción de fluoruros en agua de pozo fue el Hydro-Al para la remoción tanto de fluoruros como de arsénico.

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN FILTRO LENTO DE ARENA EN EL PARQUE NACIONAL CASCADA DE BASSASEACHIC

Alan Fernando MUÑOZ PAYÁN^{*1}; Ma. Carmen E. DELGADO GARDEA¹; Adrián Isaac ORPINEL UREÑA²; Concepción PÉREZ-RECODER, Blanca E. SÁNCHEZ-RAMÍREZ¹, María del Carmen GONZÁLEZ-HORTA¹, Rocío INFANTE-RAMÍREZ^{**1}.

¹Laboratorio de Biotecnología II, Facultad de Ciencias Químicas, UACH. Circuito Universitario S/N, Campus UACH II, Chihuahua, Chih., México.

²Facultad de Ingeniería, UACH. Circuito Universitario S/N, Campus UACH II, Chihuahua, Chih., México.

³Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas. Dirección Regional Norte y Sierra Madre Occidental, Parque Nacional Cascada de Bassaseachic, Ocampo, Chih., México. alanfer7@gmail.com*, rir.infante@gmail.com**

El agua es el componente más importante para la vida y el acceso al agua potable es una necesidad fundamental de la población. La OMS en 2016 estimó que un tercio de la población mundial carece de acceso a instalaciones de saneamiento del agua. Durante el 2013 se realizó un estudio de los afluentes del Parque Nacional Cascada de Bassaseachic (PNCB), encontrándose altos niveles de contaminación microbiológica. Los filtros lentos de arena proporcionan un tratamiento del agua mediante la eliminación física, química y biológica. El propósito de este trabajo fue construir e implementar un filtro lento de arena en el PNCB para sanitización de agua natural. Se realizó un estudio hidrográfico en la zona para seleccionar el lugar más adecuado para instalar el filtro, se diseñó un modelo en campo de filtración lenta de arena con las características de extrapolación del prototipo del laboratorio, se construyó y se implementó el filtro dentro del PNCB en las coordenadas 28°09'54.0"N; 108°12'23.0"W. El filtro se diseñó y se construyó con un tubo PAD de 36" de diámetro/2m de altura, se establecieron los lechos de filtración con grava y arena del PNCB. Actualmente, se realiza el monitoreo de la remoción de coliformes para comprobar su maduración como mecanismo de efectividad de filtración. El filtro se encuentra operando con un flujo de 1L/min, se espera su maduración en un período de tres meses, para probar su efectividad en el saneamiento de aguas naturales y posteriormente realizar la caracterización del *schmutzdecke* formado en el lecho de arena.

MODELO HIDROGEOQUÍMICO DE LOS ARROYOS SAN CARLOS Y SAN ANTONIO, CHIHUAHUA, MEXICO

*Brenda MAGALLANES MIRANDA; **Alejandra GARCÍA OLVEDA; ¹Manuel CONTRERAS CARAVEO; ²Ignacio REYES CORTES. Correos:miranda.brenda23@gmail.com; 226109alejandra@gmail.com; mcontreras@uach.mx; iareyes2020@gmail.com.

¹Laboratorio de Sanitaria. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario Campus II. Chihuahua, Chih., México.

²Laboratorio de Geología. . Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario Campus II. Chihuahua, Chih., México.

En los arroyos San Carlos y San Antonio ubicados en Chihuahua, México dentro del Área de Protección Flora y Fauna (APPF), algunos géneros de peces nativos están en peligro de desaparecer debido a la presencia de especies introducidas como el *Fundulus zebrinus* (CONANP, 2013). Se generará un modelo hidrogeoquímico conceptual para ambos arroyos utilizando el programa Phreeq C (USGS) para detectar las zonas de desequilibrio químico que pueden afectar la vida y desarrollo de las especies acuáticas. Se ubicaron 15 puntos para la toma de datos y muestras en ambos arroyos, donde se obtuvo información del flujo del agua y del cauce. Para las características fisicoquímicas del agua, se midieron algunos parámetros como el color, la conductividad eléctrica (CE), y la temperatura (T), así como algunas variables físicas del cauce como: velocidad, ancho y profundidad del arroyo, y la litología del cauce, entre otros. La información química se obtuvo mediante ensayos de laboratorio, donde se obtuvieron las concentraciones de aniones y cationes mayores, metales pesados, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Algunos sitios presentan valores de conductividad eléctrica elevados (mayores de 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sobrepasando los rangos normales, lo que pudiera ocasionar estrés o incluso la muerte de algunas especies acuáticas (WASC, 2002). El equilibrio químico es de vital importancia en la protección de la flora y fauna, en particular para la especie detectada en riesgo y en general para los ecosistemas en el área protegida APPF.

ESTUDIO DE LA BIOADSORCIÓN DE COBRE Y ZINC CON BIOMASA SECA DE *Escherichia coli* PRE-TRATADA Y SIN TRATAR

Diana Patricia TERÁN VALDEZ^{1*,**}, María Teresa CERTUCHA BARRAGÁN¹, Francisco Javier ALMENDARIZ TAPIA¹, Reyes SIERRA ÁLVAREZ², Onofre MONGE AMAYA¹

¹ Unidad Centro, Laboratorio de Biorremediación, Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora. Rosales y Blvd. Luis Encinas, Hermosillo, Sonora, México. dianytaptv@gmail.com

² Department of Chemical and Environmental Engineering, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, EE. UU.

El agua es uno de los recursos naturales preciosos del que depende la sostenibilidad de la agricultura y de los seres humanos. Desafortunadamente, la contaminación de metales pesados debido al desarrollo industrial es uno de los problemas ambientales más importantes. Actualmente, se están desarrollando nuevas tecnologías para la eliminación de metales pesados, las cuales se pretenden tengan bajo costo de operación y sean fáciles de implementar. La bioadsorción es una técnica que puede utilizarse para la eliminación de metales. En este trabajo se estudió la bioadsorción de cobre y zinc a partir de biomasa seca de *Escherichia coli* pre-tratada y sin tratar en sistema en lote. Se aisló e identificó *E. coli* de muestras de aguas provenientes del río San Pedro. Se obtuvo la biomasa seca de *E. coli* que fue pre-tratada con 0.1M (NaOH). Las condiciones óptimas de bioadsorción fueron a pH de 5, temperatura de 30°C a 100 rpm. Se realizaron estudios cinéticos para la bioadsorción de los metales utilizando el modelo de Isotherma de Langmuir y de Freundlich. Estos estudios demostraron la efectividad de la biomasa pre-tratada al determinar la capacidad de bioadsorción (q_m) a partir del modelo de Langmuir, donde para el cobre y zinc, fue de 204.92 mg/g y 160.77 mg/g, respectivamente. Donde la capacidad de bioadsorción de la biomasa sin tratar, con cobre y zinc fue de 111.98 mg/g y 124.37 mg/g, respectivamente. El pre-tratamiento que se realizó a la biomasa mejoró la capacidad de bioadsorción de los metales cobre y zinc.

ANÁLISIS ISOTÓPICO DE PLOMO Y ESTRONCIO EN MUESTRAS DE AGUA UTILIZANDO UN NUEVO MÉTODO ANALÍTICO AUTOMATIZADO

Blanca Gladiana BELTRÁN PIÑA**, Laura Daniela FERRER TROVATO¹, Víctor CERDÀ MARTÍN², Luz Olivia LEAL QUEZADA³.

** Facultad de Enfermería y Nutriología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus II. Periférico de la Juventud. Chihuahua, Chih. México. bbeltran@uach.mx

¹ Laboratorio de Radioactividad Ambiental, Universidad de las Islas Baleares, Cra. Valldemossa Km 7.5, 07122 Palma de Mallorca, España.

² Departamento de Química, Universidad de las Islas Baleares, Cra. Valldemossa Km 7.5, 07122 Palma de Mallorca, España.

³ Departamento de Energías Renovables y Protección del Medio Ambiente, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV). Miguel de Cervantes 120, Chihuahua, Chih. 31109, México

El agua de lluvia puede precipitar partículas suspendidas, la cuales pueden contener plomo, que a su vez puede contaminar los sistemas acuáticos. En este trabajo de investigación se presenta un método automatizado para la preconcentración simultánea y en línea de plomo y estroncio mediante una microcolumna empacada con *Sr-resin* y utilizando un ICP-MS como detector. El sistema propuesto acopla las técnicas de análisis en flujo Lab-On-Valve (LOV) y el análisis por inyección en flujo multijeringa (MSFIA). El plomo y el estroncio son directamente retenidos en la columna y eluidos con una disolución de 0.05 mol L⁻¹ de oxalato de amonio. Los límites de detección fueron de 0.04 ng para Pb y 0.03 ng para Sr. Los rangos lineales de trabajo estuvieron entre 0.13 y 50 ng para Pb y 0.1 y 50 ng para el Sr. La repetitividad del método expresada como RSD, fue de 2.1% y 2.7% para Pb y Sr, respectivamente. Se analizaron muestras ambientales como agua de lluvia y filtros con material particulado (PM₁₀), así como también un material de referencia certificado SLRS-4 (agua de río), obteniendo recuperaciones entre un 90 y un 110% para ambos analitos. Las principales características del sistema MSFIA- LOV-ICP-MS propuesto son la capacidad de llevar acabo la preconcentración y eliminación de interferencias de forma completamente automatizada. La microcolumna utiliza una pequeña cantidad de resina la cual puede ser reutilizada hasta 160 veces. Otra ventaja del método es su potencial para permitir el análisis isotópico de Plomo y Estroncio en muestras de agua.

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL AGUA DEL MÓDULO 3, DEL DR005, UNIDAD CONCHOS CD. DELICIAS, CHIHUAHUA, MÉXICO

Fidel CARRASCO REYES**, Adán PINALES MUNGUÍA.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario Campus II. Chihuahua, Chih., México.

México al igual que muchos países del mundo se está enfrentando con una severa escases de agua, principalmente en sus estados del Norte. En el estado de Chihuahua la agricultura demanda una gran cantidad de agua, siendo el 54% de las tierras de cultivo, las cuales generan un escenario de agotamiento progresivo de las reservas de agua y pérdida de su calidad en los acuíferos. Una zona agrícola importante, es el Módulo 3, de la Unidad Conchos, del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, México, ubicado dentro de la cuenca del río Conchos, estando sujeta a contaminación por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas. Este módulo utiliza principalmente para riego agrícola agua superficial proveniente de la presa Boquilla y en algunas de sus zonas agua de retorno de riego. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia y calidad del agua del módulo 3, desde el km 0+000 del canal principal Conchos hasta el nivel de parcela, utilizando un medidor de corriente acústico y digital OTT ADC a lo largo del ciclo agrícola 2017, en puntos determinados en el tramo de conducción y mediciones diarias de los volúmenes y escalas, así como también, información de calidad del agua histórica. Con esta información se ha estado determinando la eficiencia y su calidad del agua del módulo 3, lo que podrá demostrar que el almacenamiento, la conducción y la distribución del volumen a nivel parcelario de agua que se entrega en la agricultura son eficientes.

MANEJO REGENERATIVO DE RANCHOS EN CHIHUAHUA

* José Roberto ESPINOZA PRIETO¹, **Daniel DÍAZ PLASCENCIA¹, Servando DÍAZ GÓMEZ², Perla Lucía ORDOÑEZ BAQUERA¹, Diana GONZÁLEZ LÓPEZ¹.

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. ² Presidente del Grupo de Manejo Regenerativo A.C.

* jespinoza@uach.mx, ** dplascencia@uach.mx.

El propósito de este trabajo de investigación es presentar las actividades que realizan actualmente un grupo de ganaderos comprometidos con la ganadería social y sustentable en el norte de México. Estos constituyeron una asociación civil bajo el nombre de Grupo de Manejo Regenerativo de Ranchos, que les permitiera una comunidad de conocimiento e investigación para compartir experiencias con todos aquellos productores que estén interesados en mejorar su cadena productiva de bovinos carne preservando su biodiversidad. Se cuenta con más de 350 miembros activos en México, E.U.A., Canadá, Colombia, Chile, Perú, Argentina, Brasil, Ecuador y Costa Rica. Temas expuestos por la agrupación destacan: a) Regenerando el pastizal con pastoreo no selectivo. b) Curando la tierra. Manejo holístico Taranaki Farm. c) Reverdeciendo los desiertos mediante el Sistema Allan Savory. d) Como funciona el Sistema Voisin en rotación en pastos. e) Regeneración del pastizal mediante una ganadería racional. 6) Cosecha de agua en los agostaderos. f) La productividad de los pastos, manteniendo los ciclos biológicos en el suelo. g) Desarrollo Agroalimentario de Integración. h) Ganadería regenerativa, una reconciliación permanente entre la ecología y la rentabilidad. i) Genética de bajo mantenimiento y parámetros que determinan la rentabilidad de un rancho, etc. Se tiene la idea errónea que la actividad ganadera con la emisión de gas metano es uno de los principales factores del calentamiento global, nosotros creemos que con una ganadería racional y recuperando la cubierta vegetal en los pastizales, obras de conservación del suelo y de agua se puede sanear al mundo.

ESTIMACIÓN DE LA LÍNEA METEÓRICA LOCAL (LML) DE LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO.

Joel E. LOZANO^{1,*}, María Socorro ESPINO^{1,**}. Correos: joelozano@gmail.com; msespinov27@gmail.com

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Circuito Universitario Campus II, Chihuahua, Chihuahua, México.

Localizada en una de las regiones áridas de México, la Ciudad de Chihuahua se encuentra sometida a considerables tensiones relacionadas con la calidad y cantidad del recurso hídrico, dependiendo en gran parte del agua subterránea para abastecimiento en la región. A pesar de la existencia de algunos datos isotópicos del agua en el Estado de Chihuahua, no se cuenta aún con una Línea Meteórica Local (LML), por lo que se carece de información sobre posibles relaciones en regiones de similitud isotópica, y por consecuencia, de posibles respuestas a problemas comunes en zonas áridas. La metodología de esta investigación consiste en la recopilación de valores de los isótopos estables deuterio (^2H) y oxígeno-18 (^{18}O) de muestras de agua subterránea y de lluvia en la parte central del Estado de Chihuahua, a los cuales se adicionó información de la frontera norte del mismo Estado (Ciudad Juárez – El Paso, Texas) con fines comparativos. La información utilizada corresponde a datos de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), Facultad de Ingeniería de la UACH, Comisión Nacional del Agua (CNA) y diversos artículos científicos consultados. A partir de la técnica de regresión lineal se propone una Línea Meteórica Local que servirá como referencia para futuros estudios en el área que impliquen el uso de isótopos estables para la determinación de fuentes de recarga de agua subterránea, intercambio mineral (calidad del agua), evaluación de la interacción entre el agua superficial y subterránea, entre otros problemas existentes típicos en la Hidrología de zonas áridas.

OBSERVATIONS OF EVAPOTRANSPIRATION IN NEW MEXICO

Francisco OCHOA*, Thomas SCHMUGGE**

New Mexico Water Resources Research Institute, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA.

Email: fotxoa@nmsu.edu

Water has been one of the main driving forces of expansion in the American Southwest for over a century. This essential resource has allowed urban centers, populations, and even agricultural areas to expand in places where it was once thought impossible. Knowing and understanding how much water is leaving the surface and vegetation canopy back into the atmosphere allows water managers, hydrologists, and farmers plan a strategy to mitigate risks associated with drought as well as water shortages. This project aims to find a quantification and calibration method of evapotranspiration (ET) using remote sensing technologies across irrigated lands in southern New Mexico.

By using ground measurements recorded with ET flux towers, an ET model can be developed with crop coefficients (K_c) and reference evapotranspiration (E_{To}) using the following equation and satellite multi-spectral imagery:

$$ET = K_c * E_{To}$$

In order to calculate and estimate K_c , ground measurements of ET must be taken at the time of satellite overpass and lined up spatially with a pixel that represents an agricultural field.

Using field estimated K_c 's from the flux tower and the normalized differential vegetation index from the satellite imagery; a linear regression can be applied to these two variables (Kamble et al., 2013). The project is in the preliminary results phase; field data is still being collected for the growing season. The result of this project will be a linear equation with calibrated coefficients (a, b) for southern New Mexico that yields K_c values from an independent NDVI value for every pixel in the image.

$$K_c = a * (NDVI) + b$$

INFLUENCIA DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUMEDAD EN SUELOS FORESTALES

Héctor RAMÍREZ GARDUÑO^{1**}, David Efraín HERMOSILLO ROJAS¹, Jesús Manuel OCHOA RIVERO¹, Jesús Alejandro PRIETO AMPARÁN², José Guadalupe RAMÍREZ MALDONADO³

¹CIRNOC, Sitio Experimental La Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). ² Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. ³ Unión de Regiones Productores Forestales de Chihuahua. E-mail: ramirez.hector@inifap.gob.mx

Gran parte de los bosques de pino-encino han perdido su capacidad de mantener el suelo debido a la fragmentación del ecosistema y sobre pastoreo. En México se han realizado diversas obras de conservación de suelo y agua con el fin de retener humedad y lograr el establecimiento de especies vegetales. Sin embargo, se desconoce la cuantificación de los efectos de las obras de conservación sobre la retención y distribución espacial de la humedad en el suelo. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de barreras de piedra acomodada sobre la distribución espacial de la humedad del suelo. El estudio se realizó en la zona de transición de la Sierra Madre Occidental (bosque pino-encino) en el estado de Chihuahua durante los meses de agosto y septiembre de 2016. El diseño experimental consistió de tres parcelas experimentales de 3 a 5.4 ha con dos exposiciones (norte y sur) y una testigo (norte). Se midió la humedad del suelo a 3.8 cm de profundidad en cada uno de los bordos de piedra acomodada en transectos de 200 m de longitud cada 20 m a una distancia de 0.10 m del bordo. Una vez recopilados los datos de humedad en las zonas de estudio, se interpolaron mediante el uso de diferentes modelos geo estadísticos con el programa ArcGis®. Los resultados preliminares mostraron que la humedad del suelo es mayor en la parcela testigo donde los suelos son más profundos y predomina la cantidad de arcillas.

EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Hugo Alberto GUTIÉRREZ JURADO¹, Orlando RAMÍREZ VALLE^{1,2*}, SUZAN ARANDA LUNA¹.

¹Departamento de Geología, Universidad de Texas en El Paso.

² INIFAP Campo Experimental Sierra de Chihuahua.

El estado de Chihuahua se encuentra sujeto a una gran variabilidad climática a nivel anual y estacional. Esta variabilidad climática altera los patrones temporales y espaciales de los 2 principales componentes del ciclo hidrológico, la lluvia y la evapotranspiración, y se expresa en diferentes formas de sequías (meteorológicas, agrícolas, hidrológicas) de diversa duración e intensidad. Las sequías tienen efectos profundos sobre la disponibilidad de los recursos hídricos que pueden propagarse en el tiempo más allá de la duración de los fenómenos meteorológicos. Esto hace que la sostenibilidad de los recursos hídricos del estado de Chihuahua sea altamente vulnerable a cambios en los patrones espaciales y temporales de precipitación y evapotranspiración. En este estudio realizamos un análisis del balance hidrológico de los últimos 15 años en las cuencas del estado de Chihuahua integrando datos de percepción remota de diversas plataformas satelitales (GRACE, MODIS y TRMM), y evaluamos la respuesta hidrológica de las diferentes regiones del estado ante la variabilidad climática estacional y anual. Nuestros resultados ayudan a identificar las zonas del estado con mayor potencial de recarga y aquellas en las que la variabilidad climática induce un mayor estrés hídrico.

INFRAESTRUCTURA URBANA PARA MANEJO DE ESCURRIMIENTOS PLUVIALES EN EL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA

José Antonio CERVANTES GURROLA^{*(1)}

⁽¹⁾ Estudios y Proyectos, Consultoría Ambiental y Urbana; Hydrosaips; HMS Arquitectos, Chihuahua, Chih., México.
Correo: joseancervan@gmail.com

PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA. Desde un enfoque ecológico-urbano, las ciudades se podrían equiparar al funcionamiento de un organismo vivo, los ciclos hidrológico y edafológico, permiten a una ciudad mantener un equilibrio compensatorio con el desarrollo urbano desordenado; cuando éste excede, resultan problemáticas de dimensiones sensibles, como los efectos de inundaciones urbanas propiciadas por la desaparición de arroyos que fueron prácticamente comidos por la mancha urbana. Ocurre además, una interrupción del ciclo hidrológico, relacionado con la infiltración.

OBJETIVO DEL ESTUDIO. Analizar los escurrimientos pluviales que cruzan la ciudad, a través de los arroyos que descargan al “Chuviscar” y “Sacramento”. El objetivo central es proponer obras de infraestructura para remediar escurrimientos pluviales desordenados, así como aprovechar caudales excedentes para uso directo y recarga del acuífero.

DISEÑO, METODOLOGÍA. Generalmente, los análisis empleados para atender esta problemática, resultan para proponer el desalojo de grandes volúmenes hidrológicos a través de largos trayectos. Nuestra propuesta se basa en el análisis de cuenca; de lo rural a lo urbano, además de estudios topográfico-hidrológicos, incorporamos estudios edafológicos y de forestación, finalmente arquitectónicos y geofísicos para proponer soluciones de inyección profunda.

RESULTADOS. Corregir y compensar secciones hidráulicas interrumpidas de caudales en algunos arroyos urbanos, para evitar desbordamientos e inundaciones a colonias colindantes. Propiciar además, la recarga del acuífero.

CONCLUSIONES, PERSPECTIVAS. La ciudad crece y no se avizoran perspectivas de solución. Acumulamos costos humanos, sociales, materiales y ambientales, y por otra parte, los efectos del Cambio Climático nos instan para proyectar acciones de Adaptación y de Mitigación; ¿Estamos actuando de manera consecuente?

BIOSORCIÓN DE Zn(II) DE AGUAS CONTAMINADAS, MEDIANTE UNA MACRÓFITA ACUÁTICA INERTE (*SCIRPUS AMERICANUS*) Y ACTIVADA TERMICAMENTE

*Silvia Leticia COVA SUAZO, **María Carolina MUÑOZ TORRES, **Marina VEGA GONZALEZ

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla. Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro 76230, México. *leticiacova@hotmail.com **caromt@geociencias.unam.mx **mvega@geociencias.unam.mx

La contaminación del agua con metales pesados ha sido generada, en gran medida, por actividades antropogénicas. Una alternativa para removerlos es la biosorción. En este trabajo se evaluó la capacidad de la macrófita *Scirpus americanus* de adsorber Zn(II) bajo diferentes condiciones experimentales.

La biomasa fue activada a 400 °C, posteriormente se realizaron experimentos estáticos para conocer el efecto del pH, tiempo de contacto y fuerza iónica del medio en el proceso de adsorción. A pH 5 el material removió el 99.7% del metal, en 5 minutos. Su capacidad de adsorción fue de 10 mg/g y no fue afectada al modificar la fuerza iónica. Se trata de un proceso exotérmico y espontáneo, $\Delta G = -4.16$ kJ/mol, con una probable adsorción de tipo físico.

En experimentos dinámicos en columnas, se determinó que un gramo del material activado adsorbió 64 mg de zinc a una altura de lecho de 1 cm con un flujo ascendente de 0.05 ml/min. Se obtuvo un 67 % de retención y un tiempo de vida útil de 179 hrs.

La macrófita activada a 400°C presenta un área superficial de 29.2 m²/g, más de 10 veces la inicial, lo que puede explicar su mejor desempeño en la adsorción del zinc.

Estos resultados muestran que *Scirpus americanus* constituye una potencial alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con zinc, por lo que evaluar si es posible recuperar el metal adsorbido y si la biomasa es capaz de retenerlo en un nuevo ciclo de adsorción sería un próximo paso.

COMPARACIÓN DE UN BIOREACTOR CON MEMBRANAS SUMERGIDAS CON UN SISTEMA CONVENCIONAL DE LODOS ACTIVADOS

Miriam Gabriela FLORES GRANADOS*¹, Germán CUEVAS-RODRÍGUEZ**², Guillermo GONZÁLEZ-SÁNCHEZ**³.

¹ Facultad de Ciencias Químicas, UACH. Circuito Universitario. mgfloresg@uach.mx. Chihuahua, México ² Universidad de Guanajuato, german28@quijote.ugto.mx. Guanajuato, México. ³ Centro de Investigación en Materiales Avanzados, CIMAV. guillermo.gonzalez@cimav.edu.mx Chihuahua, México.

En la ciudad de Chihuahua cada vez es más frecuente la escasez de agua, por lo que se requiere traerla de lugares cada vez más lejanos y además de tratar las aguas residuales que se generan. Las plantas tratadoras de aguas residuales convencionales de la ciudad solo remueven la mayor cantidad de sólidos suspendidos y de DQO, generando grandes cantidades de lodos. Una de las nuevas tecnologías son los Reactores Biológicos con Membranas (RBM) que combina el proceso biológico con una unidad de membranas.

El objetivo del presente trabajo fue comparar la operación de un reactor biológico con membranas sumergidas (RBMS) con un sistema convencional de lodos activados (RLA).

El estudio se desarrolló en dos reactores piloto: el RBMS tuvo un volumen neto de 32.5 L, en su interior fueron instalados dos módulos de membranas: el módulo de aireación que contenía membranas de ultrafiltración y el módulo de filtración contenía membranas de microfiltración. Y el RLA tuvo un volumen neto de 39 L.

Uno de los resultados obtenidos muestran que el porcentaje de eliminación de SST en el RBMS fue de 89.7% y en el RLA 54.4%, esto indica una mejora significativa en la calidad del efluente debido al proceso de filtración.

La aplicación de RMBS para en tratamiento de aguas residuales es una alternativa viable para la recuperación de agua debido a se obtienen una calidad de agua baja en contaminantes, lo que permite que el efluente obtenido pueda ser reutilizado.

BIORREMEDIACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS NATURALES DE LA REGIÓN DE CHIHUAHUA POR MEDIO DE UN LODO ANAEROBIO ACLIMATADO

Laura FRAYRE VALENZUELA^{1*}, Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS², Antonia LUNA-VELASCO^{1**}

¹Departamento de Medio Ambiente y Energía, Centro de Investigación en Materiales Avanzados A.C., Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua. Chihuahua, Chih, Mexico. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario 8, Campus Uach II, Chihuahua, Chih, México.
laura.frayre@cimav.edu.mx, antonia.luna@cimav.edu.mx

La contaminación de aguas subterráneas con arsénico (As) es una problemática importante en zonas áridas y semi-áridas, ya que ésta es la fuente principal para consumo humano y por tanto se ve asociado a problemas de salud. El objetivo de este estudio fue evaluar la remoción de As en aguas naturales de la región de Chihuahua, a través de un lodo anaerobio enriquecido con bacterias sulfato reductoras (BSR) y aclimatado a 0.2 mgL^{-1} del metaloide. Las aguas naturales se tomaron de la región de Delicias, Chihuahua y se caracterizaron fisicoquímicamente previo a los ensayos. La remoción de As se evaluó en ensayos en lote, utilizando frascos de vidrio con 72 mL de agua natural adicionada con As ($0-5 \text{ mgL}^{-1}$), elementos traza, 10% v/v de lodo anaerobio como inóculo y 0.31 g de hierro elemental como donador de electrones. Los ensayos se incubaron en condiciones anaerobias a $32 \text{ }^\circ\text{C}$ y se analizaron sulfato, sulfuro, iones hierro y As a diferentes tiempos. El arsénico se midió por absorción atómica con generador de hidruros y el sulfato, sulfuro e hierro se midieron por métodos espectrométricos de acuerdo a métodos estándares. Las aguas naturales tuvieron pH neutro, $\sim 400 \text{ mgL}^{-1}$ de sulfato y trazas de metales. La remoción de As fue mayor al 90% en concentraciones altas y del 100% en concentraciones $<1 \text{ mgL}^{-1}$. El lodo anaerobio enriquecido con BSR y aclimatado a As es efectivo para remover As de aguas naturales a niveles inferiores a los establecidos a nivel nacional e internacional.

SORCIÓN DE ARSÉNICO EN MEDIO ACUOSO, USANDO LA *EICHHORNIA CRASSIPES* PRETRATADA A 300°C COMO SORBENTE

Minerva GONZÁLEZ SALMÓN, **Marina VEGA GONZÁLEZ, María Carolina MUÑOZ TORRES, *Cynthia del Carmen CORDOVA MOLINA.

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla. Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro 76230, México. **mvega@geociencias.unam.mx, *cynthiacm@geociencias.unam.mx Procesos de tratamiento y potabilización del agua: tecnologías convencionales e innovadoras para purificación, renovación y reuso del agua.

Diversos estudios sobre la calidad del agua en México han revelado que este recurso se encuentra contaminado con metales pesados y metaloides. Tal es el caso de la cuenca de la Independencia, en Guanajuato, en la que se determinó una concentración de arsénico (As) de 0.3 mg/L en el 2006, valor que supera el límite establecido por la norma mexicana para agua potable. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad de la especie macrófita *Eichhornia crassipes* pre-tratada térmicamente a 300 °C para remover As de soluciones acuosas. Se llevaron a cabo experimentos en batch poniendo en contacto 0.075 g del material con 15 mL de solución de As a las concentraciones iniciales de 0.03, 0.3 y 0.6 mg/L. Después de 120 min, entre el 80% y el 90% del As fue adsorbido mediante un proceso de adsorción física por medio de difusión en poro, así como una química. Lo anterior es congruente con el aumento en diez veces del área superficial que experimenta la planta con el tratamiento térmico y que puede estar generando mayor porosidad. También se realizaron experimentos dinámicos en columnas, en los que se determinó que la capacidad máxima de adsorción es de 0.09 mg/g a una altura de lecho de 1 cm y con un flujo ascendente de 5 rpm, el tiempo de vida útil del material fue de 45 horas.

En conclusión, el uso de *Eichhornia crassipes* pre-tratada a 300°C como biosorbente representa una potencial alternativa para tratar agua contaminada con As.

COPPER EFFECT IN SULFATE REMOVAL USING A UASB REACTOR

Cynthia Denisse LORETO MUÑOZ^{1*}, **, María Teresa CERTUCHA BARRAGÁN¹, Francisco Javier ALMENDARIZ TAPIA¹, Valeria OCHOA-HERRERA² y Onofre MONGE AMAYA¹

¹Unidad Centro, Laboratorio de Biorremediación, Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora. Rosales y Blvd. Luis Encinas, Hermosillo, Sonora, México. cynthiadenisse_0905@hotmail.com

²Colegio de Ciencias Ingenierías-POLITECNICO, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles y Vía Interoceánica S/N, Quito, Ecuador.

Water acidification is a common environmental problem. Drainage from tailings produced by mining operations often contain high metal concentrations and have acid pH. Mining of sulfide-rich pyritic ores produces acid mine drainage (AMD). Oxidized sulfide minerals form highly acidic, metal, and sulfate-rich AMD, causing major environmental problems. Active and passive treatment techniques can be considered as two general approaches for contaminated water and wastewater stream cleanup. In the last 20 years a variety of passive AMD treatment systems, like anaerobic wetlands, bioreactors and permeable reactive barriers, have been studied. Sulfate-reduction is an alternative for the removal of heavy metals from sulfate-rich environments. Under controlled conditions bioreactors employ inoculants of sulfate-reducing bacteria (SRB) to treat effluents and capture commercial grade metals. The aim of this research was to investigate the effect of Cu on the removal efficiency of sulfate. An up-flow anaerobic sludge bed reactor (UASB) operated for 28 days, maintaining a HRT of 12 hours and an influent rate of 0.67 gCOD/gSO₄²⁻. After seven days of operation Phase I (synthetic solution with 50 mg Cu/L) didn't reach a saturation point, allowing Cu removal of 99.59±0.43%. The reactor operated under initial conditions, without Cu, for 21 days (Phase II). Sulfate-reducing activity (SRA) wasn't affected, maintaining values of 40.25 (Phase I) and 39.29 (Phase II) mgS²⁻/L·d. Results show no significant alteration in sulfate and COD removal, as well as sulfur production after the addition of Cu. This allows the use of SRB at a low HRT for AMD treatment.

ANÁLISIS DE ACTIVIDAD BACTERIANA EN EL SUSTRATO DE UN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA TRATAMIENTO DE ARSÉNICO Y SALES DEL RECHAZO DE ÓSMOSIS INVERSA

Cecilia Guadalupe SÁENZ URIBE^{1*}, Mario Alberto OLMOS MÁRQUEZ^{1**}, Lourdes Berenice CELÍS GARCÍA², Erika Elizabeth RÍOS VALENCIANA², Jesús Manuel OCHOA RIVERO³.

¹ Maestría en Ecología y Medio Ambiente – Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif. R. Almada Km 1 s/n. Chihuahua, Chih. C.P. 31453. Correo electrónico: csaenzuribe@gmail.com*marioolmos1970@gmail.com**

² División de Ciencias Ambientales – Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Camino a la Presa San José 2055, San Luis Potosí S.L.P. CP. 78216.

³ Sitio Experimental La Campana, CER Centro Norte – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carr. Chihuahua-Ojinaga Km 33.3, Aldama, Chih., C.P. 32910.

En la potabilización por ósmosis inversa (OI), el caudal de rechazo varía entre 40-50 % del volumen suministrado (JMAS-FOMIX, 2015). Ante la problemática que afronta la gestión integral hídrica, los humedales construidos son una ecotecnología propuesta para el tratamiento y reutilización de aguas (Bundschuh *et al.*, 2010), aunque todavía su estudio es limitado en descargas salobres (Corroto *et al.*, 2012). El objetivo fue analizar la actividad de bacterias halladas en la arena de un humedal artificial subsuperficial que trata el rechazo de OI de una planta purificadora, para verificar la presencia de bacterias sulfato reductoras (BSR). La inoculación se realizó en frascos de vidrio con 5 g, por triplicado y un blanco para dos sustratos: a) $C_3H_6O_3$ con atmósfera N_2/CO_2 (60 ml) y b) $NaHCO_3$ con atmósfera H_2/CO_2 (120 ml), para determinar la cinética bacteriana de producción de sulfuro (H_2S) y el consumo de sustrato, mediante las técnicas de espectrofotometría y electroforesis capilar, respectivamente. La cinética a) duró 21 días, con promedio máximo de sulfuro de 219.19 mg L^{-1} y se observó consumo de lactato y acetato como producto, lo cual indica la presencia de BSR. Mientras que la cinética b) duró 15 días, con promedio máximo de 237.48 mg L^{-1} , lo cual nos indicó coexistencia de BSR y bacterias metanogénicas. La actividad bacteriana permite comprender la dinámica de precipitación de arsénico con el sulfuro que reduce la solubilidad y toxicidad en plantas; lo cual, sería un marco de referencia en sistemas pilotos de fitorremediación para la reutilización de agua.

SMALL-SCALE SOLAR-POWERED POINT-OF-USE REVERSE OSMOSIS DESALINATION OF BRACKISH WATER

MA FRAGA¹, WS WALKER¹

¹ Department of Civil Engineering, College of Engineering, The University of Texas at El Paso, El Paso, Texas, USA.
500 W University Ave., El Paso, TX 79968, Email: wswalker2@utep.edu

Water has become a scarce resource, and it is projected to become even more scarce in the future. Despite major accomplishments in access to safe clean water and sanitation facilities, billions of people still lack access to clean water and adequate sanitation. Population growth, alongside with cultural, economic, political, and environmental factors constrict implementation of water and sanitary infrastructure. Point-of-Use (POU) water treatment through a solar powered reverse osmosis (RO) desalination system targets directly the most affected and addresses the immediate needs of the most disadvantaged. Through this research study we aim to develop an inexpensive, energy efficient POU RO desalination system to help people around the world to have access to clean water. Data were collected from three RO systems modified from their commercially available version. A 100 W 12 VDC solar panel was integrated with each system with a charge controller and battery. Each system was tested during the summer season in El Paso, TX. To prove the functionality and efficiency of the systems, a range of water quality parameters will be tested such as: conductivity, pH, temperature, alkalinity, total dissolved solids (TDS), and dissolved ions and metals by ion chromatography and inductively coupled plasma. Feed water will be collected from three different sources: El Paso Water Utilities Tap Water (EPWUTW), Kay Bailey Hutchison Desalination Plant (KBH), and the Brackish Groundwater National Desalination Research Facility Well #3 (BGNDRF #3). To control water recovery, concentrate flow restrictors will be used to achieve a desired ratio of reject flow and permeate flow. A mathematical model of the system will be developed to perform system optimization that will minimize capital and operating costs and maximize water recovery for a given feed water salinity and solar irradiance.

EVOLUCIÓN DEL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO: IMPACTO CULTURAL, SOCIOECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL.

Adara Odett CRAVIOTO HERNÁNDEZ *, Humberto SILVA HIDALGO**.

*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario s/n, Campus II Chihuahua, Chih., México. Correo: adara_craviotto@hotmail.com

** Secretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario s/n, Campus II Chihuahua, Chih., México.

En México, la extracción del agua subterránea se ha realizado sin control, afectando su disponibilidad y calidad. De los 653 acuíferos delimitados, actualmente 105 presentan déficit o problemas de calidad. Este problema se contextualiza en un marco sociocultural y normativo histórico como referencia para la gestión futura del recurso hídrico. El establecimiento de las civilizaciones dependió de fuentes de agua disponibles en superficie. Cuando resultaron insuficientes, se procuraron fuentes subterráneas que cubrieran sus necesidades. Evidencias muestran que hace unos 10000 años ya se extraía agua del subsuelo mediante distintos procedimientos. Los avances tecnológicos a lo largo de la historia permitieron un mayor aprovechamiento del agua que se constituyó en el poder generador de desarrollo. Hace unos 7800 años, antiguas civilizaciones comenzaron a divinizar el agua. Posteriormente, fue manejada racionalmente por sacerdotes de grupos prehispánicos. Desde la conquista española, el agua perteneció a la Corona y con la independencia de México, se estableció la legislación que buscaba su regulación. El agua subterránea era considerada sólo accesoria del predio y se otorgaron cuantiosas concesiones, originando diversos conflictos. Su reglamentación surgió hasta mediados del siglo XX, promovándose a la par el desarrollo agrícola, con el consecuente aumento de pozos, la extracción descontrolada y el deterioro de la calidad del agua. Se decretaron entonces las primeras vedas en el país, pero los acuíferos siguieron sobreexplotándose. La Ley de Aguas Nacionales de 1992, busca lograr un aprovechamiento eficiente y sostenible del recurso hídrico, aunque sin la participación de la sociedad, estos objetivos no podrán lograrse.

CONCENTRATION OF HEAVY METALS, TRACE ELEMENTS AND URANIUM IN THE WATER-SOIL-PLANT (*CARYA ILLINOINENSIS*) SYSTEM NEAR A URANIUM AREA IN CHIHUAHUA MÉXICO

Angélica CERVANTES-TREJO^{*}, Marusia RENTERÍA-VILLALOBOS^{**}.

Facultad de Zootecnia y Ecología, Laboratorio de Parámetros Ambientales, Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico Francisco R. Almada km 1, C.P.33820, Chihuahua, Chih., México. *angélica.cervantes@cimav.edu.mx
**mrenteria@uach.mx

The determination of trace metals in environment are an important task. The water-soil interactions resulted in the release of potentially toxic elements. The agricultural area is located near of the mine, mainly, walnut orchards, the exposure to trace elements is of particular concern. The aim of this work was to assess the quantification and of major-trace elements of environmental in irrigation water used in an agricultural area of Aldama Chihuahua. The investigation was focused in five sampling points: La Aurora, El Edén, Los Laureles, Santa Lucía, and Viña Grande. The sampling was performed in October 2015 prior to harvesting. In every sampling point was collected water, soil, walnut tree leaves, and walnut: the total samples collected were 135. Irrigation water was sampled from wells in orchard under study, except to Viña Grande where the irrigation is from surface water. The detectors used in this work were an ICP-OES model iCAP 6500 from Thermo Scientific and ICP-MS model NexION 300D from Perkin Elmer. The elements As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, Pb, S, Sb, U, and Zn were measured. Chrome in the 100%, Arsenic in the 60%, Lead in the 20% of the water samples showed concentrations above of the allowable limits proposed by international and Mexican regulations. In conclusion, it is necessary to establish educational environmental programs for the local inhabitants as well as to apply pollutant removal techniques, to prevent any risk for human health.

ASOCIACIÓN ENTRE EL DAÑO CARDIOVASCULAR Y LA EXPOSICIÓN A FLUORUROS EN EL AGUA DE BEBIDA EN POBLACIONES RURALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Iván Alejandro DOMÍNGUEZ GUERRERO^{1*}, Luz María DEL RAZO², Olivier BARBIER², Mónica I. JIMÉNEZ CORDOVA², Blanca SÁNCHEZ-RAMÍREZ¹, María de Lourdes BALLINAS-CASARRUBIAS¹, Rocío INFANTE-RAMÍREZ¹, Efraín VILLARREAL¹, María del Carmen GONZÁLEZ-HORTA¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua, CP. 31125, Chihuahua, Chihuahua, Tel 614 236 6000 ext 4267, carmengonzalez@uach.mx, ² Departamento de Toxicología, Cinvestav-IPN.

En el estado de Chihuahua existe una prevalencia de fluorosis dental del 80% en comunidades rurales con concentraciones de fluoruro mayores a 1.5 mg/L en agua de consumo. La exposición a fluoruro (F⁻) condiciona a que se desarrolle daño cardiovascular en poblaciones expuestas a dicho contaminante, debido a que puede generar un estrés oxidante y, por lo tanto ocasionar una alteración en el perfil lipídico. El objetivo del presente trabajo fue analizar si existía una asociación entre la exposición a F⁻ en el agua de bebida y el riesgo cardiovascular en poblaciones rurales del Estado de Chihuahua. El grupo de estudio consistió de 239 participantes de adultos entre los 18 y 77 años de edad, de una población control y dos expuestas a concentraciones medias (0.51-1.5 mg/L) y altas (> 1.5 mg/L) de F⁻, que aceptaron participar en el estudio, por medio de una carta de consentimiento firmada. Se les realizó una entrevista domiciliaria para obtener datos generales y de exposición a F⁻. Se tomaron muestras de orina, sangre y agua de consumo de cada participante. Se realizó la cuantificación de F⁻ en agua y orina por medio de la técnica de ión selectivo y en sangre se analizó el perfil de lípidos y la química sanguínea mediante métodos enzimáticos y el análisis de los polimorfismos rs662 del gen PON1 y rs9939609 del gen FTO fue realizada por medio de PCR tiempo real. Los resultados mostraron una correlación positiva entre el F⁻ en agua y el F⁻ en orina ($r_s = 0.7165$, $p < 0.001$), una correlación negativa entre el ácido úrico y la concentración de F⁻ en orina en mujeres ($r = -0.1753$, $p = 0.023$) y se obtuvieron correlaciones negativas entre las personas expuestas y el colesterol, triglicéridos, VLDL, LDL e índice aterogénico con porcentajes de explicabilidad del 23%, 5%, 5%, 4% y 6% respectivamente. El ácido úrico mostró una correlación positiva con el índice aterogénico, colesterol, triglicéridos, VLDL, presión arterial, índice de masa corporal (IMC) y edad. Las frecuencias alélicas para el polimorfismo rs662 del gen PON1 fueron para el alelo Q 52% y para el alelo R 48%, y para rs9939609 del gen FTO fueron para el alelo T 68% y para el alelo A 32%. Las frecuencias genotípicas están en equilibrio de Hardy-Weinberg. En conclusión el agua de beber es la principal fuente de exposición a F⁻ y la exposición a F⁻ puede ejercer un efecto de modulación de algunos factores de riesgo cardiovascular y el ácido úrico puede ser utilizado como un marcador para el riesgo de ECV.

EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS RELACIONADAS A LA INFLAMACIÓN EN PLACENTA DE RATONES BALB/C EXPUESTOS A ARSENITO DE SODIO DURANTE LA GESTACIÓN

Fabiola GUERRERO SALGADO*¹, Blanca SÁNCHEZ-RAMÍREZ**¹, Carmen GONZÁLEZ-HORTA¹, Margarita LEVARIO CARRILLO², Rocío INFANTE-RAMÍREZ¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. CP 31125 Chihuahua, Chihuahua, México;

²Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. CP 31125 Chihuahua, Chihuahua, México. **Email: bsanche@uach.mx, *Email: fabiola_guerrero@hotmail.com

Problemática específica. La exposición al As durante el embarazo produce alteraciones placentarias que pueden comprometer el suministro de nutrientes al feto. El mecanismo por el cual se produce este daño podría involucrar mediadores inflamatorios o moléculas de adhesión.

Objetivo. Analizar la expresión de la ciclooxigenasa-2 (COX-2), el TNF- α y la P-selectina en placenta de ratones Balb/c expuestos a arsénito de sodio (NaAsO₂) durante la gestación.

Métodos. Ratones hembras Balb/c preñadas (n=14) se expusieron, a partir del día 8 de gestación, a 0, 12 ó 20 mg/L de NaAsO₂ a través del agua de consumo. Previo a la exposición y el día del sacrificio (día 18) se determinó la glucemia. La expresión de las proteínas COX-2, TNF- α y P-selectina se determinó en la placenta murina mediante inmunohistoquímica y se cuantificó utilizando el software Image ProPlus.

Resultados. La expresión de P-selectina tuvo un aumento significativo en los grupos expuestos a NaAsO₂ a 12 y 20 mg/L en las células glucogénicas, y en las células endoteliales de los capilares maternos del grupo expuesto a 12 mg/L. No hubo diferencias significativas para COX-2. La glucemia presentó diferencias significativas entre el basal y la concentración a término.

Conclusión. La exposición a NaAsO₂ durante la gestación induce aumento en la expresión de P-selectina, la cual puede contribuir en la generación de alteraciones morfológicas en la placenta.

Perspectivas. Demostrar si el aumento en la expresión de P-selectina está relacionado con la presencia de estrés oxidativo, y analizar estos parámetros en el primer y segundo trimestre de gestación.

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS OXIDANTE Y EFECTOS PROINFLAMATORIOS EN UNA POBLACIÓN DE CHIHUAHUA EXPUESTA AMBIENTALMENTE A FLUORURO Y A FLUORURO-ARSÉNICO.

Efraín VILLARREAL-VEGA^{1*}, Daniela GUTIÉRREZ-TORRES², Mónica JIMÉNEZ-CÓRDOVA², L.C. SÁNCHEZ-PEÑA², Juana NARVÁEZ-MORALES², A. BARRERA-HERNÁNDEZ², Mariana CÁRDENAS-GONZÁLEZ², Luz María DEL RAZO², María del Carmen GONZÁLEZ-HORTA^{1**}, Olivier BARBIER^{2**}
villarreal.efrain@outlook.com; mcgonzalezhorta@uach.mx; obarbier@cinvestav.mx

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

²Departamento de Toxicología, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.

Problemática específica. Poblaciones del estado de Chihuahua están expuestas a flúor y arsénico a través del agua ingerida.

Objetivo. Determinar la relación entre las concentraciones en suero de biomarcadores de estrés y daño oxidante, como la capacidad antioxidante total (TAS) y malondialdehído (MDA), y de inflamación (IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, TNF- α e IFN- γ) con exposición alta a F⁻ y coexposición a F-As a través del agua ingerida.

Métodos. Estudio transversal en El Sauz, Aldama y Guadalupe Victoria con 239 hombres y mujeres. La cuantificación en orina de F⁻ se realizó mediante potenciometría y de As por espectrometría de absorción atómica acoplada a un generador de hidruros. La cuantificación de TAS y MDA fue por espectrofotometría UV/Visible y las citocinas por tecnología Luminex. El análisis estadístico para datos censurados (citocinas) y regresión lineal cuantílica (TAS-MDA) fue en software STATA versión 12.

Resultados. En el grupo de F⁻ se observó un incremento en TAS de 245.7 \pm 120.0 μ mol/L (p=0.02) y 310.1 \pm 143.9 μ mol/L en el grupo coexpuesto (p=0.00). La concentración de IL-4 disminuyó solo en alta exposición a F⁻ (101.00 \pm 53.5 pg/mL; p=0.06). No se observaron diferencias en MDA, IL-2, IL-6, IL-10, TNF- α e IFN- γ .

Conclusiones. El F⁻ puede disminuir las concentraciones de IL-4, pudiendo alterar su actividad fisiológica (antiinflamación); la coexposición aumenta TAS posiblemente por radicales libres generados por coexposición.

Perspectivas. Tener más información del daño relacionado a estos contaminantes; promover el consumo de agua purificada.

Apoyo financiero. Este estudio fue apoyado por CONACYT-180847 y 239689 y la Red Temática de Colaboración PRODEP-SEPAZSDTY.

FITORREMEDIACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON PLOMO, CADMIO Y ARSENICO CON *Eleocharis macrostachya*

Brisa María ALDERETE SUÁREZ*, María Cecilia VALLES ARAGÓN**, María del Rosario PERALTA PÉREZ¹

*Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Ave. Pascual Orozco y Ave. Universidad, Campus I. Chihuahua, Chihuahua, México. bri.ald14@gmail.com.

**Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Ave. Pascual Orozco y Ave. Universidad, Campus I. Chihuahua, Chihuahua, México. valles.cecilia@gmail.com.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario 8, Campus II. Chihuahua, Chihuahua, México.

Los problemas por la contaminación del agua son cada vez mayores que han llegado a afectar la salud de la población. La fitorremediación es una técnica que utiliza las plantas para descontaminar el agua. Por ello, se analizó la capacidad de *Eleocharis macrostachya* para remediar aguas contaminadas con plomo, cadmio y arsénico. La colecta de las plantas fue en la localidad de San Diego de Alcalá, Chihuahua, se lavaron y trasplantaron en arena. Las plantas fueron colocadas en bloques de macetas T1 (Control), T2 (As 2, Cd 10, Pb 20mg/L), T3 (As 4, Cd 100, Pb 200mg/L) y T4 (As 8, Cd 200, Pb 400mg/L). Las macetas fueron regadas por 240 días, se separaron suelo y planta, pesaron y secaron, para su digestión y análisis por ICP-OES. El factor de bioconcentración de As en T2 fue 3.56, en T3 2.83 y en T4 1.98. En Cd fue T2 5.97, T3 2.86 y T4 2.39. En Pb fue T2 2.96, T3 2.36 y T4 1.72. El factor de traslocación en As fue T2 0.84, T3 1.02 y T4 0.07. En Cd fue T2 0.86, T3 1.10 y T4 0.89. En Pb fue T2 0.80, T3 1.05 y T4 0.07. *Eleocharis macrostachya* fue capaz de absorber Pb, Cd y As, la acumulación incrementó en cada uno de los metales con el aumento de la concentración de los mismos en el agua. El proceso de retención de los metales fue por fitoestabilización, esto debido a las bajas magnitudes del factor de traslocación obtenidas.

VINCULACIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS CON CENTROS DE TRATAMIENTO DEL AGUA.

María Guadalupe GÓMEZ MÉNDEZ, Lino MARTÍN CASTRO. Correos: mgomezg@uach.mx; lcastro@uach.mx

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua

La preocupación por el cuidado del agua se ha reflejado en los cursos impartidos en las diferentes instituciones educativas. Un propósito en el programa académico de la asignatura Sociedad y Cultura impartida en la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), es el realizar visitas a la instancia donde se puedan adquirir conocimientos prácticos de cómo llevan a cabo el tratamiento de aguas residuales en la planta norte (PTAR). Operada por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento en la ciudad de Chihuahua. Realizar una visita a una empresa requiere de la vinculación entre la Planta y la institución educativa, con el fin de que los alumnos cumplan con parte de los objetivos del curso, como son los siguientes:

-Identificarse con la cultura de su estado o país, promoviendo el cuidado y la conservación del entorno ecológico.

-Reconocer la relación unitaria e interacción recíproca entre el ser humano y el medio ambiente.

-Interactuar con diferentes grupos sociales promoviendo la calidad de vida.

A la fecha, se han realizado cuatro visitas con 109 alumnos de la FCQ. Los beneficios se han reflejado en el desarrollo de protocolos de investigación, la escritura de trabajos escolares, la presentación de carteles, el conocimiento de lugares ecológicos y reconocer la importancia del cuidado del medio ambiente.

Se concluye que este tipo de experiencias en los estudiantes les abre un panorama en relación a la adquisición de conocimientos de forma vivencial y palpable, para llevar los mismos al avance de su programa académico y en su vida profesional, logrando una vinculación con la PTAR.

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES Y ANIONES EN SEDIMENTOS DEL RÍO PESQUERÍA DE NUEVO LEÓN, MÉXICO

José Enrique VALDEZ CERDA *, Marylin CAPISTRÁN MARTÍNEZ, José Martín ROSAS CASTOR **, Jorge Luis GUZMÁN MAR, Juan Manuel ALFARO BARBOSA.

Laboratorio de Química Analítica Ambiental,,Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León Guerrero s/n, Treviño, 64570, Monterrey, Nuevo León, México. Correos electrónicos: jose.valdezcd@uanl.edu.mx, jose.rosascsc@uanl.edu.mx

Con la finalidad de evaluar la contaminación en el río Pesquería, fueron colectadas diez muestras de sedimentos superficiales las cuales se sometieron a extracciones por los métodos 3052B de la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de Estados Unidos y de Referencia de la Comunidad Europea (BCR por sus siglas en inglés), posteriormente los metales Pb, Cd, Cr, Ni y Zn fueron determinados por la técnica de espectroscopia de absorción atómica. Así mismo fue empleada la cromatografía de intercambio iónico para la determinación de aniones. La concentración de plomo fue menor al límite de detección (2.5 mg/kg) en todas las muestras mientras que el resto de los rangos de concentración en mg/kg fueron los siguientes Cd (5.59-34.96), Cr (4.81-30.08), Ni (31.80-44.36) y Zn (44.01-135.65). De acuerdo a los valores guía de la EPA se considera contaminación moderada por cromo (25-75 mg/kg) en tres sitios de muestreo y también por zinc (90-200 mg/kg) en siete sitios. Los porcentajes de biodisponibilidad de cromo fueron aproximados al 50% en 4 muestras lo cual representa un riesgo ambiental, mientras que 4 muestras presentan porcentajes de 10 a 30% de biodisponibilidad del zinc. La concentración de aniones en mg/kg resultó de la siguiente forma; fluoruros (<0.10, excepto en un punto), cloruros (3.84-1281), bromuros (<1.06), nitratos (<0.06-153), nitritos (<1.20-1153), fosfatos (<2.40-4153) y sulfatos (446-1878), fueron identificados los puntos en los cuales las fuentes de contaminación pueden deberse a vertidos de aguas residuales o a la erosión de suelo, entre otras, por lo cual se recomienda complementar el presente estudio y observar si hay variabilidad entre períodos estacionales.

Índice de autores

ABIN BAZAINE.....	8	DÍAZ GÓMEZ.....	48
ACOSTA.....	35	DÍAZ PLASCENCIA.....	28, 48
ACOSTA SLANE.....	14	DIEZMO RUIZ.....	12, 23
AGUIRRE CARMONA.....	32	DOMÍNGUEZ GUERRERO.....	63
ALDERETE SUÁREZ.....	66	EROSA-DE LA VEGA.....	17
ALFARO BARBOSA.....	68	ESPINO.....	49
ALMENDARIZ TAPIA.....	45, 58	ESPINOZA PRIETO.....	28, 48
AQUINO DE LOS RÍOS.....	8, 38	ESTRADA GUADARRAMA.....	27
ARANDA LUNA.....	52	FERRER TROVATO.....	46
BALLINAS-CASARRUBIAS 9, 34, 35, 36, 37, 40, 42		FLORES GRANADOS.....	55
BALLINAS-CASARRUBIAS ... 15, 21, 22, 30, 32, 56,		FRAGA.....	60
63		FRAYRE VALENZUELA.....	56
BARBIER.....	63, 65	GARCIA OLVEDA.....	44
BARRERA-HERNÁNDEZ.....	65	GARCÍA SALAZAR.....	20
BELTRÁN PIÑA.....	46	GARFIO-AGUIRRE.....	13, 39
BERZOZA GAYTAN.....	29	GÓMEZ MÉNDEZ.....	67
BLANCO ENRÍQUEZ.....	22	GÓMEZ-FLORES.....	13
CAMACHO SOLIS.....	12	GONZÁLEZ BARCELÓ.....	16
CAPISTRÁN MARTÍNEZ.....	68	GONZÁLEZ LÓPEZ.....	48
CÁRDENAS-GONZÁLEZ.....	65	GONZÁLEZ RANGEL.....	41
CARRASCO REYES.....	47	GONZÁLEZ SALMÓN.....	57
CASTELÁN MARTÍNEZ.....	12, 23	GONZÁLEZ SÁNCHEZ.....	9, 36, 37
CELÍS GARCÍA.....	59	GONZÁLEZ SÁNCHEZ.....	14, 15
CERDÀ MARTÍN.....	46	GONZÁLEZ-HORTA.....	41, 43, 63, 64, 65
CERTUCHA BARRAGÁN.....	45, 58	GONZALEZ-NÚÑEZ.....	33
CERVANTES GURROLA.....	25, 53	GONZÁLEZ-SÁNCHEZ.....	40, 42
CERVANTES-AVILÉS.....	18	GONZÁLEZ-SÁNCHEZ.....	55
CERVANTES-TREJO.....	62	GUERRERO SALGADO.....	64
CHÁVEZ SÁNCHEZ.....	27	GUTIÉRREZ JURADO.....	27, 52
CHÁVEZ-FLORES.....	19	GUTIÉRREZ-TORRES.....	65
CONTRERAS CARAVEO.....	44	GUZMÁN MAR.....	68
CORDOVA MOLINA.....	10, 57	HERMOSILLO MUÑOZ.....	21
CORRAL.....	35	HERMOSILLO ROJAS.....	51
CORRAL ESCARCEGA.....	9	IDA.....	18
CORTE LAZCANO.....	26	INFANTE-RAMÍREZ.....	13, 17, 39, 41, 43, 63, 64
CORTÉS PALACIOS.....	8, 38	JIMÉNEZ CORDOVA.....	63
COVA SUAZO.....	54	JIMÉNEZ-CÓRDOVA.....	65
CRAVIOTO HERNÁNDEZ.....	61	LARA FIGUEROA.....	20
CRUZ-OCHOA.....	34	LARROTTA SALAZAR.....	24
CUEVAS-RODRÍGUEZ.....	18, 55	LEAL QUEZADA.....	46
DE GYVES MARCINIAC.....	9	LEVARIO CARRILLO.....	64
DE LA O-CONTRERAS.....	17	LORETO MUÑOZ.....	58
DEL RAZO.....	63, 65	LOZANO.....	49
DELGADO GARDEA.....	17, 41, 43	LOZOYA.....	35
DELGADO-GARDEA.....	13, 39	LOZOYA MÁRQUEZ.....	14

LUJAN GODÍNEZ.....	11	RENTERÍA RODRÍGUEZ.....	16
LUNA-VELASCO.....	56	RENTERÍA-VILLALOBOS.....	19, 38, 62
MAGALLANES MIRANDA.....	44	REYES CORTES.....	44
MANCILLAS FLORES.....	28	REYGADAS ROBLES GIL.....	12, 23
MANJARREZ NEVÁREZ.....	36	RÍOS VALENCIANA.....	59
MARTÍN CASTRO.....	67	ROCHA GUTIÉRREZ.....	15, 21, 22, 30, 32, 39, 41
MARTÍNEZ RIVERA.....	11	RODRÍGUEZ.....	35
MARTÍNEZ-TAPIA.....	16	RODRÍGUEZ DE SAN MIGUEL.....	9
MEDINA.....	35	RODRÍGUEZ PIÑEROS.....	8, 38
MENDIETA-MENDOZA.....	19	RODRÍGUEZ VÁZQUEZ.....	8
MEZA RODRÍGUEZ.....	11	ROJAS-GARCÍA.....	13, 39
MONGE AMAYA.....	45, 58	ROSAS CASTOR.....	68
MORALES FABIAN.....	27	RUÍZ-CUILTY.....	40
MOSTAFA COVONE.....	12	SÁENZ URIBE.....	59
MUÑIZ.....	37	SALINAS CHÁVEZ.....	14
MUÑOZ PAYÁN.....	43	SÁNCHEZ-PEÑA.....	65
MUÑOZ TORRES.....	10, 54, 57	SÁNCHEZ-RAMÍREZ.....	39, 43, 63, 64
NARVÁEZ-MORALES.....	65	SANTELLANO ESTRADA.....	8
NEVÁREZ-MOORILLÓN.....	42	SANTOS FRAUSTO.....	30
NIETO.....	42	SCHMUGGE.....	50
NÚÑEZ RUVALCABA.....	38	SERVÍN PALESTINA.....	27
OCHOA.....	50	SIERRA ÁLVAREZ.....	45
OCHOA RIVERO.....	51, 59	SILVA HIDALGO.....	26, 33, 61
OCHOA-HERRERA.....	58	SOLIS-CANTO.....	34
OLMOS MÁRQUEZ.....	32, 59	SOTO SALCIDO.....	15
ORDOÑEZ BAQUERA.....	28, 48	TAMEZ-GUERRA.....	13
ORPINEL UREÑA.....	43	TERÁN VALDEZ.....	45
ORRANTIA HERNÁNDEZ.....	14	TERRAZAS.....	34
ORTEGA CORRAL.....	41	TORRES-REYES.....	17
ORTEGA MONTES.....	29	VALDEZ CERDA.....	68
PALMA ROSAS.....	28	VALLES AGUIRRE.....	31
PERALTA PÉREZ.....	15, 22, 30, 32, 66	VALLES ARAGÓN.....	21, 30, 66
PÉREZ-RECODER.....	43	VEGA GONZALEZ.....	54
PINALES MUNGUÍA.....	24, 47	VEGA GONZÁLEZ.....	10, 57
PORRAS DÁVIA.....	31	VILLALOBOS PORRAS.....	41
PRIETO AMPARÁN.....	51	VILLANUEVA.....	35, 42
RAMÍREZ GARDUÑO.....	51	VILLARREAL.....	63
RAMÍREZ MALDONADO.....	51	VILLARREAL-VEGA.....	65
RAMÍREZ VALLE.....	27, 52	WALKER.....	60
RAMOS HERNÁNDEZ.....	17	ZAVALA DÍAZ DE LA SERNA.....	15, 22, 30, 32