



Facultad de Ciencias
UNIVERSIDAD DE CHILE



AÑO 2013
17, 18 y 19 DE ABRIL

VIII CONGRESO

Chileno de Física y Química ambiental

Punta de Tralca, Chile.

**Libro de Resúmenes
Conferencias y
Presentaciones Orales**

SOCIEDAD DE QUÍMICA AMBIENTAL DE CHILE
Fundada el 29 de Septiembre 2000

Las Palmeras 3425, Santiago, Chile.
Casilla 653, Fono : (56-2)6787370, Fax:
(56-2)6787274, E-mail: cqa@uchile.cl





VIII Congreso Chileno de Física y Química Ambiental

17 - 19 Abril 2013
Punta de Tralca - CHILE

Comité Organizador

Prof. Manuel A. Leiva G.
Presidente

Prof. Raúl G.E. Morales S.
Coordinador Científico

Prof. Richard Toro A.
Editor y Relaciones Públicas

Sra. Luzmira Carreño
Secretaria Ejecutiva

Comité Científico

Prof. Anny Rudolph
UCSC, Chile

Prof. Raúl G.E. Morales S.
U. de Chile, Chile

Prof. Itilier Salazar
UFRO, Chile

Prof. Richard Toro A.
U. de Chile, Chile

Prof. Rodrigo Seguel
UCLA, USA y CENMA, Chile

Prof. Jaime Pizarro
USACH, Chile

Directorio Sociedad de Química Ambiental de Chile

Prof. Ramón Ahumada, Presidente

Prof. Manuel A. Leiva G., Vice-Presidente

Prof. Jaime Pizarro, Secretario

Prof. Rodrigo Seguel, Director

Prof. Itilier Salazar, Past President

PROGRAMA
VIII CONGRESO DE FISICA Y QUIMICA AMBIENTAL

Miércoles 17 de Abril de 2013

| | | |
|--------------------|---|---|
| 15:00 hrs. | Inscripciones | |
| 15:00 a 18:00 hrs. | Instalación de Póster | |
| 16:40 hrs. | Café | |
| 17:45 hrs. | Ceremonia de Inauguración. Palabras del Presidente de la Sociedad de Química Ambiental de Chile Dr. Ramón Ahumada B. Premio a la trayectoria Nacional en Ciencias Ambientales Año 2012-2013, Prof. Margarita Préndez B. , presentación a cargo del Dr. Raúl Morales S. , Coordinador Científico. | |
| 18:00 hrs. | Conferencia Plenaria Dr. Sylvio Montalvo, Universidad de Santiago de Chile "Producción Agropecuaria y Problemas Ambientales Asociados en Chile"..... | 1 |
| 20:30 hrs. | Cena | |

Jueves 18 de Abril de 2013

SECCIÓN AGUAS

PRESENTACIONES ORALES

Presidente : **Dr. Ramón Ahumada B.**
Secretario : **Dr. Jorge Muñoz S.**

| | | |
|-----------|--|---|
| 9:00 hrs. | Verónica Meza R., Manuel Contreras L., Cecilia Rivera Castro, Natalie Duarte Gutiérrez, Eduardo Quiroga Jamett, Christian Jofre Pérez, Rodrigo Figueroa Pérez, Gonzalo Bustillos Portales, Eva Soto Acevedo y Antonio Ugalde Prieto. "Propuesta Restauración Ecológica como mecanismo de Adaptación al cambio Climático en la Reserva Nacional Humedal El Yali,, Chile"..... | 2 |
|-----------|--|---|

| | | |
|------------|--|---|
| 9:20 hrs. | Cecilia Rivera C., Natalie Duarte G., Eduardo Quiroga J., Verónica Meza R., Manuel Contreras L., Eva Soto A. "Evaluación de la calidad del Agua en el humedal Costero El Yali (33°45'S): Comparación de parámetros Fisicoquímicos" ... | 3 |
| 9:40hrs. | Natalie Duarte Gutiérrez, Cecilia Rivera Castro, Manuel Contreras López, Gabriela Farias Olave y David Flores Riquelme "Monitoreo calidad de Agua en la Laguna El Peral después de un evento Contaminación" | 4 |
| 10:00 hrs. | Sylvia V. Copaja, Roxana Tessada y Ximena Molina "Determinación de metales pesados en sedimentos fluviales" | 5 |
| 10:20 hrs. | Luis A. Rojas, Myriam González, Carolina Yáñez, Soledad Lobos y Michael Seeger "Remoción de especies químicas de mercurio (II) en aguas y suelos contaminados mediante biorremediación bacteriana" | 6 |
| 10:40 hrs. | Café | |
| 11:10 hrs. | Fabián Figueroa, José Becerra A., Víctor Hernández S., Jorge Muñoz S., "Influencia de la Radiación ultravioleta (UV-B) en la actividad antioxidante y contenido de metabolitos secundarios de <i>Dunaliella tertiolecta</i> " | 7 |
| 11:30 hrs. | Anny Rudolph, Vanessa Novoa, Katia Sáez y Ramón Ahumada "Calidad de los sedimentos marinos en la patagonia : Estrecho de Magallanes a Cabo de Hornos (52°41,1' y 55°0,9'S) en función de pruebas de toxicidad" | 8 |
| 12:00 hrs. | Ramon Ahumada, Karla Pozo, Silvano Focardi, Cristiana Balocchi y Nelson Cortés "Metales Traza en Sedimentos de una Marisma Vecina a un Complejo Industrial en Chile Central" | 9 |

12:20 hrs. **B. Leiva, E. González y V. Medina,**
"Concentración de Cd, Cu y Pb en la columna de agua de Tres
Lagunas Urbanas de Concepción"..... 10

12:40 hrs. **Reunión Sociedad de Química Ambiental de Chile**

13:30 hrs. **Almuerzo**

SECCION ATMOSFERA

PRESENTACIONES ORALES

Presidente : Dr. Jaime Pizarro K.
Secretaria : Dra. María Angélica Rubio

15:00 hrs. **Karen Sánchez, M. Angélica Rubio y Pablo Richter**
"Estudio de la Fracción soluble de elementos traza en material
particulado MP₁₀ en el aire de Santiago"..... 11

15:20 hrs. **Ángel V. Vela, María F. Andrade**
"Evaluación del impacto de inventarios de emisión de alta
resolución en la representación de ozono troposférico sobre la
atmósfera de la Región Metropolitana de Sao Paulo (RMSP):
Estudio de caso Septiembre 2004"..... 12

15:40 hrs. **Camila Pacheco E., Richard Toro y Raúl G.E. Morales**
"Material particulado Atmosférico en las Ciudades de
Rancagua, Temuco, Valdivia y Osorno. Un análisis comparativo
del periodo 2008-2010"..... 13

16:00 hrs. **María A. Rubio y Eduardo Lissi**
"Temperatura máxima diaria como predictor de los niveles de
ozono troposferico en Santiago, Chile"..... 14

| | | |
|------------|--|----|
| 16:20 hrs. | Richard Toro A., Manuel Leiva-Guzman, Raúl G.E. Morales y Robert Flocchini "Tendencias y origen de la Fracción carbonosa del PM _{2.5} en el área urbana de Santiago de Chile" | 15 |
| 16:40 hrs. | Café | |
| 17:10 hrs. | Marcela Calderón, Raúl Fuentealba, J. Roberto Morales y Margarita Préndez "Nueva información sobre Aerosoles Atmosféricos de Santiago de Chile, Evaluación Diurna y Nocturna" | 16 |
| 17:30 hrs. | Sergio Ibarra y Margarita Préndez "Aplicación del Enfoque de Situación de Tráfico en la Estimación de Emisiones Vehiculares en Santiago" | 17 |
| 18:00 hrs. | Conferencia Plenaria Dr. Sergio Cabrera; Universidad de Chile "Radiación Ultravioleta (Una Sinopsis)" | 18 |
| 20:30 | Cena | |

Viernes 19 de Abril de 2013

PRESENTACIONES ORALES

SECCION TECNOLOGIA

Presidente : Dr. Richard Toro A.
Secretario : Dr. Mauricio Canales A.

| | | |
|-----------|--|----|
| 9:00 hrs. | Enrique Sánchez, Silvio Montalvo, Lorna Guerrero "Biofer: Tecnología para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos porcinos" | 21 |
|-----------|--|----|

| | | |
|------------|---|----|
| 9:20 hrs. | César Huilñir, Danilo Villanueva, Pedro Iván Álvarez, Francisco Cubillos "Biosecado de lodos secundarios residuales provenientes de la industria Papelera: Efecto del contenido inicial de humedad en el proceso"..... | 22 |
| 9:40 hrs. | Raúl G.E. Morales y Mauricio Canales "Caracterización Molecular de Surfactantes no iónicos etoxilados. Del uso Industrial al Impacto Ambiental" | 23 |
| 10:00 hrs. | Matías Lamana, Carolina Soto y María Cristina Yeber "Estudio de la capacidad de las biopelículas de pseudomonas aeruginosa en un medio enriquecido con metales traza, para remover el colorante textil negro reactivo 5"" | 24 |
| 10:20 hrs. | I., Salazar, M. Alvear y J. Barahona "Efecto sobre la concentración de metales pesados y actividad microbiana de un suelo como resultado de la aplicación acumulativa de varias dosis de biosólidos durante tres años"..... | 25 |
| 10:40 hrs. | <i>Café</i> | |
| 11:10 hrs. | María Teresa Varnero, Javiera Suárez, Karina Galleguillos, Darío Guerrero "Sistema Combinado de Bioprocesamiento de Residuos de la Industria Oleícola para Generar Biogás y Compost"..... | 26 |
| 11.30 hrs. | J. R. Morales, R. Correa, S. Cancino, S. Godoy, N. Gallo, P Miranda, P. Ortiz, "Estudios de Radioactividad en Suelos Mediante Espectroscopia Gamma"..... | 27 |
| 12:00 hrs. | Ceremonia de Clausura y Premiación de Póster | |
| 13:30 hrs. | <i>Almuerzo</i> | |
| 16:30 hrs. | <i>Bus Regreso a Santiago</i> | |

VIII CONGRESO CHILENO DE FISICA Y QUIMICA AMBIENTAL
Nómina de Póster

| | | |
|-------------|---|----|
| P-1 | Karina Corada, Johanna Morales y Margarita Préndez <i>"Un Árbol contamina o descontamina el Ambiente"</i> | 28 |
| P-2 | Jhon Jaime Cárdenas, Luís Fernando Amaya, Juan Fernando Lenis <i>"Exposición a material particulado de un grupo similar de exposición de amas de casa que utilizan leña como combustible para la cocción de alimentos en la vereda Palmitas del Municipio de El Santuario durante el primer semestre del año 2012".</i> | 29 |
| P-3 | Raúl G.E. Morales y Claudio González <i>"Indicadores meteorológicos para la caracterización de alertas ambientales en la Ciudad de Santiago"</i> | 30 |
| P-4 | Matías Eleazar A. Nuñez Lobos y Manuel A. Leiva Guzmán <i>"Evaluación del impacto de emisión de olores por planta de tratamiento de aguas servidas en la Localidad El Trebal"</i> | 31 |
| P-5 | Catalina Pérez F., Gigliola Muñoz, David Veliz y Sylvia V. Copaja <i>"Distribución de metales pesados en diferentes órganos de Bagre (Trichomycterusareolatus) y pejerrey (Basilichthysmicrolepidotus)"</i> | 32 |
| P-6 | H. Sandoval, E. González y J. Neira <i>"Contenidos de Mercurio en sedimentos y aguas de lagunas urbanas de Concepción-Chile"</i> | 33 |
| P-7 | Cortés Isel, Muñoz Jorge, Garrido Erika <i>"Propuesta de un indicador para evaluar cumplimiento de Normas Secundarias de Calidad de Aguas"</i> | 34 |
| P-8 | Ana Iris Ayala Osorio, Sarai González Contreras, M.C. Noemí Bonilla y Fernández, Fernando Hernández Aldana, y Sonia E. Silva Gómez <i>"Calidad del agua del Río Atoyac y Canales utilizados para regar cultivos en el distrito de riego 030 "Valsequillo"</i> | 35 |
| P-9 | Gigliola Muñoz, Vesna Núñez., Catalina Pérez F., David Véliz y Silvia Copaja <i>"Índice de Bioacumulación (IBA) de metales pesados en Pejerrey (Basilichthysmicrolepidotus) y Bagre (Trichomycterusareolatus) del embalse Rapel"</i> | 36 |
| P-10 | Vesna Núñez S., David Véliz y Sylvia V. Copaja <i>"Determinación de mercurio total en afluentes y efluentes de Embalses Chilenos"</i> | 37 |

| | | |
|-------------|---|----|
| P-11 | Roberto Quiroz, Felipe Tucca, Eduardo Arancibia, Karla Pozo y Ricardo Barra "Evaluación de Factores Ambientales que determinan el destino de compuestos antiparasitarios en sedimentos de un Centro de Cultivo de Salmones"..... | 38 |
| P-12 | Víctor Duarte, Roberto Santander, Jaime Pizarro y Claudia Ortiz, "Simulación numérica de la depuración de metales en un sistema tipo wetland" | 39 |
| P-13 | Francisco Pérez, Rubén Zamorano, Cristóbal Contreras, Néstor Lagos y Carlos García "Determinación de la variabilidad Tóxica de Organismos Hidrobiológicos desde Zonas Endémicas Asociadas a Floraciones Algales Nocivas"..... | 40 |
| P-14 | Claudio Yosumoto, Marcel Cabrera y Jaime Pizarro "Detección de clorofila con imágenes satelitales Landsat" | 41 |
| P-15 | Antonio Rivera-Tapia, Fernando Hernández-Aldana y Edith Chávez-Bravo "La Participación ciudadana y la Importancia de Reciclar"..... | 42 |
| P-16 | Héctor Rodríguez Muñoz, Juan Alejandro Ruiz Meza, María de los Ángeles Ojeda García, Rosita Dinorah López Martínez, "Estrategia para la prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Puebla, México" | 43 |
| P-17 | De León, Alicia-Romero, María Liliana_Palmieri, Carlos-Barindelli, Natalia-Soto, Vanesa-Medina Pérez, Martín Obtención de Poliéster por Reacción entre Ácido Adípico y Etilén Glicol obtenido por Despolimerización de Polietilen Tereftalato"..... | 44 |
| P-18 | Teresa Zayas, Maritza Morales, Antonio Rivera, Fernando Hernández, Leonardo Salgado "Oxidación Electroquímica de un efluente de teñido y estampado de la industria textil usando ánodos de Ti/PtPb(1%)Ox y Ti/PtPd(10%)Ox"... | 45 |
| P-19 | Carlos Andrés Rodríguez y María Teresa Varnero "Bioprocesamiento del Bagazo cervecero para obtención de energía" ... | 46 |
| P-20 | Silvio J. Montalvo, Paulina Madriaga y Lorna Guerrero "Reconversión de una Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos de una Industria de elaboración de papel: Disminución de emisión de CO ₂ y ventajas ambientales y económicas"..... | 47 |

| | | |
|-------------|---|----|
| P-21 | Juan Vásquez, Jennifer Salas, Leonora Mendoza, Milena Cotoras "Contenido de fenoles y efecto sobre el crecimiento micelial de botrytis Cinerea de extractos obtenidos a partir de residuos de uva tratados y sin tratar con enzimas hidrolíticas"..... | 48 |
| P-22 | José Antonio Rivera-Tapia, Fernando Hernández-Aldana, Miguel Hernández-Espinosa "Ceniza volcánica y salud pública, caso Popocatepetl"..... | 49 |
| P-23 | N. Sepúlveda, O. Salazar, F. Nájera, C. Rojas y P. Realini "Evaluación de biofiltros para reducir pérdidas de nitrógeno en periodos de Barbecho de suelos cultivados con Maíz"..... | 50 |
| P-24 | Elsa Nahoe y Oscar Candia, "Análisis del estado actual del suelo de las laderas del Volcán Rano Raraku de Isla de Pascua" | 51 |
| P-25 | J.F. Vargas, O. Salazar, F. Nájera, O. Seguel, M. Casanova, "Comparación de métodos para la estimación de la lixiviación de nitratos en suelos de textura gruesa"..... | 52 |
| P-26 | Aylin Vera, María Cristina Yeber O. "Degradación de un efluente de blanqueo ECF de Eucalyptus Grandis por el sistema fotoquímico $S_2O_8^{2-}/Fe^0/UV$ "..... | 53 |
| P-27 | Felipe Barra, Maria Cristina Yeber "Aplicación del proceso de oxidación avanzada $S_2O_8^{2-}/Fe^0/UV$ para reducir el color y los fenoles totales de un efluente industrial"..... | 54 |
| P-28 | Raúl G.E. Morales y Carlos Hernandez Tapia "Cianopoliinos como productos poliméricos orgánicos de formación en Atmósferas Interestelares" | 55 |
| P-29 | Luis Morales S., e Isaac Maldonado I. "Evaluación de la ocurrencia de Sequías en la Zona Central de Chile" .. | 56 |
| P-30 | Luis Morales S. "Estimacion de Variables Climatológicas en el Cono Sur de América mediante regresiones con pesos Geográficos"..... | 57 |
| P-31 | Lilian Suárez Suazo y María Cristina Yeber Ortiz. "Optimización Mediante Análisis Multivariado del Proceso Fotocatalítico $TiO_2/S_2O_8^{2-}/Uv$ para la Remoción de Color de un Efluente de Blanqueo Ecf de Celulosa Kraft de Pinus Radiata y Eucalyptus Grandis" | 58 |

| | | |
|-------------|---|----|
| P-32 | Jaime Pizarro, Pablo M. Vergara, Jorge Morales y José Rodríguez, "Influencia del uso de suelo y clima en la concentración de material particulado en suspensión, en cuencas del sur de Chile" | 59 |
| P-33 | Roberto Urrutia, Paulina Torres, Paz Quezada, María José Climent, Denisse Álvarez & Alberto Araneda, "Reconstrucción Histórica de la Contaminación con Mercurio en la Localidad de Laja (Región del Biobío) Mediante el uso de Registros Sedimentarios Lacustres" | 60 |
| P-34 | Yesenia Dinamarca, María José Climent, Heriberto Moya, Ricardo Barra, Denisse Álvarez, Alberto Araneda & Roberto Urrutia, "Evaluación de la presencia de Florfenicol en los Sedimentos de Lagos con Cultivo de Salmones: Lagos Natri y Huillinco" | 61 |
| P-35 | María José Climent, Carlos Mendoza, Alejandra Stehr, Alberto Araneda, Ricardo Barra & Roberto Urrutia, "Determinación de Metales Pesados en la Zona Altoandina de la Cuenca del Río Rapel" | 62 |
| P-36 | Fernanda Olivares, Roberto Quiroz y Ricardo Barra, "Contaminantes orgánicos persistentes en Chile: Actualización y necesidades de estudio" | 63 |
| P-37 | Juan Pasten S., Pablo Sakamoto, "Aplicación de la técnica de espectroscopía de emisión en arco a la determinación de metales en la minería del cobre" | 64 |

PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS EN CHILE

Silvio J. Montalvo M.

Laboratorio Biotecnología Ambiental, Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Santiago de Chile

Diversos son los problemas ambientales que genera la producción agropecuaria (productos agrícolas y pecuarios) en todas las regiones del mundo, entre los que se destacan la contaminación de las aguas por materia orgánica, nutrientes, sólidos en suspensión y microorganismos patógenos. Esta contaminación primaria o directa provoca otros problemas indirectos, a veces más complicados o difíciles de resolver que los primarios, como son la lluvia ácida, los malos olores, gases de efecto invernadero (GEI), por sólo citar algunos efectos secundarios.

Chile es un reconocido productor, en calidad y cantidad, de frutas, vegetales, huevos, leche y carnes y de varios productos que se obtienen a partir de éstos como son el vino, el pisco, diferentes subproductos de la leche, embutidos, etc.

Esta intensa actividad productiva genera, desafortunadamente, importantes cantidades de aguas residuales de carácter agropecuario, de variadas características, que deben ser gestionadas, tratadas y dispuestas de forma adecuada para disminuir en todo lo que sea posible, incluso a veces más allá de las normas técnicas y administrativas, su potencial contaminante.

Los residuos líquidos de la producción de conservas de frutas y vegetales y jugos se caracterizan por tener cantidades de sólidos en suspensión y materia orgánica disuelta encontrándose entre sus componentes fundamentales los insectos, pesticidas, fertilizantes y jugos provenientes de la materia prima, hojas, tallos y otras partes de las plantas.

Las aguas residuales generadas en instalaciones de cría de animales se caracterizan por tener una elevada concentración de materia orgánica biodegradable, gran contenido de sólidos en suspensión, cantidades elevadas de nitrógeno y fósforo y un número muy elevado de microorganismos.

En el procesamiento industrial de productos agrícolas tales como la uva, para producción de vino y pisco se generan residuos líquidos, en volúmenes importantes, que contienen una cantidad apreciable de materia orgánica biodegradable compuesta por materia colorante, taninos, proteínas, ácidos orgánicos, glúcidos y microorganismos vivos o muertos (levaduras, bacterias lácticas y acéticas, hongos). También contienen sólidos en altas concentraciones, gran parte de ellos en forma coloidal. Otros componentes presentes en estos residuos líquidos son agentes de limpieza, desinfectantes y restos de productos fitosanitarios.

Teniendo en cuenta estos antecedentes es que resulta conveniente abordar, al menos en forma resumida, varios aspectos asociados a esta problemática y en particular en Chile, destacándose los siguientes asuntos:

- Problemática ambiental global y general de los residuos agropecuarios.
- Características y potencial contaminante de los residuos líquidos de la producción agrícola y de la agroindustria
- Características y potencial contaminante de los residuos pecuarios
- Soluciones generales y específicas a la problemática de contaminación de aguas provocadas por los residuos agropecuarios.

PROPUESTA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA COMO MECANISMO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RESERVA NACIONAL HUMEDAL "EL YALI", CHILE

Verónica Meza Ramírez⁽¹⁾, Manuel Contreras López^(1,2), Cecilia Rivera Castro^(2,3), Nathalie Duarte Gutiérrez⁽¹⁾, Eduardo Quiroga Jamett⁽⁴⁾, Christian Jofre Pérez⁽⁵⁾, Rodrigo Figueroa Pérez⁽⁶⁾, Gonzalo Bustillos Portales⁽¹⁾, Eva Soto Acevedo⁽¹⁾, Antonio Ugalde Prieto⁽³⁾

(1) Facultad de Ingeniería, UPLA (2) CEA, UPLA (3) Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, UPLA (4) Escuela de Ciencias del Mar, PUCV (5) Campus San Felipe, UPLA (6) Instituto de Geografía, PUCV
Centro Estudios Avanzados (CEA) - Universidad de Playa Ancha - Traslaviña 450, Viña del Mar, Chile
e-mail: veronica.meza@upla.cl

Los humedales costeros son zonas en que el agua es el principal factor que controla la vida vegetal y animal y corresponden a sistemas altamente productivos, intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes secos, con particularidades de ambientes estuarinos. Esta misma condición los vuelve vulnerables a la acción antrópica y forzantes externos, como los esperables al cambio y variabilidad climática y amenazas naturales como Tsunamis.

El complejo de humedales El Yali, tiene la particularidad de reunir catorce cuerpos de agua en una extensión de 11.500 ha, los que muestran una gran heterogeneidad, se encuentran protegido un poco más del 4% de la superficie total del humedal con el carácter de Reserva Nacional y sitio Ramsar de importancia internacional. Este lugar fue severamente afectado por el tsunami del año 2010 (Basic & Rubio, 2011). Hay evidencias de fuertes presiones antrópicas (Rudolph, 2004, Figueroa *et al.*, 2009; Vidal-Abarca *et al.*, 2011) y existen evidencias de su fragilidad frente a los efectos en la zona costera del cambio climático contemporáneo, tanto por el alza del nivel medio del mar como los cambios en el oleaje.

La restauración ecológica como mecanismo de adaptación al cambio climático, las amenazas naturales y los forzantes antrópicos surge como un instrumento relevante para mejorar tanto la resiliencia de las áreas protegidas y las comunidades locales chilenas ante los cambios bioclimáticos que comenzamos a enfrentar.

Se ilustra cómo se vinculan diferentes análisis (geográfico, calidad de aguas, sedimentos, diversidad de flora, estado comunidad de anfibios, diversidad de aves, forzantes físicos, entre otros) para conformar un modelo conceptual que permita identificar los principales elementos de la restauración ecológica a implementar en el lugar.

Palabras Claves: RAMSAR, Tsunami Chile 2010, Calidad de aguas, SIG, Anfibios

Bibliografía:

BASIC, B., RUBIO, A. "Investigación de impactos ambientales post tsunami Chile 2010 en la laguna albufera perteneciente al humedal El Yali (33°45'S)". Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad de Playa Ancha. 2011. 280pp.

FIGUEROA, R., SUAREZ, M.L., ADREU, A., RUIZ, V.H., VIDAL-ABARCA, M.R. "Caracterización ecológica de humedales de la zona semi - árida en Chile Central". Gayana 2009. 73(1): 76 - 94.

RUDOLPH, J.P. "Análisis del estado de conservación de los cuerpos mayores del humedal El Yali y criterios para su sustentabilidad" Tesis para optar al título profesional de Biólogo Marino, Universidad de Valparaíso. 2004. 88pp.

VIDAL-ABARCA, M.R., SUAREZ, M.L., FIGUEROA, R., ENRIQUEZ, M., GARCIA, V., DOMINGUEZ, C., ARCE, M.I. "Caracterización hidroquímica del complejo de humedales El Yali, Chile Central". Limnetica. 2011. 30(1) : 43 - 58.

Agradecimientos: CONAF, Ministerio del Medio Ambiente, Agencia de Parques de Canadá; Fondo Desarrollo Disciplinario Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha.

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL HUMEDAL COSTERO EL YALI (33°45'S). COMPARACION DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Cecilia Rivera C.^(1,2), **Nathalie Duarte G.**⁽³⁾, **Eduardo Quiroga J.**⁽⁴⁾, **Verónica Meza R.**⁽³⁾, **Manuel Contreras L.**^(2,3), **Eva Soto A.**⁽³⁾

(1) Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, UPLA. Avenida Carvallo 270, Playa Ancha. *Casilla 34-V, Valparaíso, Chile.*

(2) Centro Estudios Avanzados (CEA), UPLA. Traslaviña 450, Viña del Mar, Chile.

(3) Facultad de Ingeniería, UPLA. Avenida Carvallo 270, Playa Ancha. Casilla 34-V, Valparaíso, Chile.

(4) Escuela de Ciencias del Mar, PUCV. Av. Altamirano 1480, Casilla 1020, Valparaíso, Chile. *e-mail: cecilia.rivera@upla.cl

Todos los humedales comparten una propiedad primordial, el agua, que juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas de éste ⁽¹⁾. Por lo que son un reflejo de las condiciones ambientales presentes en la cuenca hidrológica, donde los aportes directos o difusos afectan su comportamiento. Al ser sistemas complejos y susceptibles, la calidad del agua juega un rol fundamental, ya que hace referencia al estado de salud del recurso hídrico, el cual depende de la interacción, tanto naturales como antropogénicas ⁽²⁾. De esta manera, el presente estudio evalúa la calidad del agua del complejo de humedales El Yali, el cual está constituido por 14 cuerpos de agua, de los cuales tres se encuentran protegidos por la convención Ramsar ⁽³⁾. Para ello se analizaron 34 parámetros fisicoquímicos obtenidos en la campaña realizada en enero-febrero 2013, los que fueron comparados con valores obtenidos previamente por otros autores en estos cuerpos de agua ^(1,3,5,6,7). Los resultados muestran que en este estudio los valores son significativamente altos en comparación a los informados por otros investigadores, sobre todo los valores de pH, conductividad, alcalinidad, dureza e iones como sodio, calcio y potasio, entre otros.

Palabras Claves: calidad del agua, parámetros fisicoquímicos, RAMSAR.

Bibliografía:

- (1). FIGUEROA, R., SUAREZ, M.L., ADREU, A., RUIZ, V.H., VIDAL-ABARCA, M.R. "Caracterización ecológica de humedales de la zona semi - árida en Chile Central". Gayana 2009. 73(1): 76 - 94.
 - (2). FUNDACION-CHILE. "Sistema avanzado e integral de evaluación y monitoreo de la condición ambiental de humedales". Programa de Medio Ambiente, Santiago. 2009. 30pp.
 - (3). GALDAMEZ, P. "Caracterización hidrológica de la laguna albufera en humedal El Yali con énfasis en flujos subterráneos" Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2007. 190pp.
 - (4). LEIGHTON, G., LOBO, E., UGARTE, R. "Estructuras ambientales en los sistemas de desembocadura de ríos y esteros de la zona central de Chile (V Región)". Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 1987. 23(2): 139 - 157.
 - (5). RUDOLPH, J.P. "Análisis del estado de conservación de los cuerpos mayores del humedal El Yali y criterios para su sustentabilidad" Tesis para optar al título profesional de Biólogo Marino, Universidad de Valparaíso. 2004.
 - (6). VIDAL-ABARCA, M.R., SUAREZ, M.L., FIGUEROA, R., ENRIQUEZ, M., GARCIA, V., DOMINGUEZ, C., ARCE, M.I. "Caracterización hidroquímica del complejo de humedales El Yali, Chile Central". Limnetica. 2011. 30(1) : 43 - 58.
 - (7). MARQUET, P., ABADES, S., BARRIA, I. "Distribución y conservación de humedales costeros: una perspectiva geográfica". En FARIÑA, J.M. & CAMAÑO, A. "Humedales Costeros de Chile. Aportes Científicos a su gestión Sustentable". Ediciones UC. 2012. págs. 1 - 19.
- Agradecimientos:** CONAF, Ministerio del Medio Ambiente, Agencia de Parques de Canadá; Fondo Desarrollo Disciplinario, Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha.

MONITOREO CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA EL PERAL DESPUÉS DE UN EVENTO DE CONTAMINACIÓN

**Nathalie Duarte Gutiérrez⁽¹⁾, Cecilia Rivera Castro^(2,3), Manuel Contreras López^(1,3),
Gabriela Farias Olave⁽²⁾, David Flores Riquelme⁽²⁾**

(1) Facultad de Ingeniería, UPLA. (2) CEA, UPLA. (3) Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, UPLA

Centro Estudios Avanzados (CEA) - Universidad de Playa Ancha - Traslaviña 450, Viña del Mar, Chile

e-mail: nduartegutierrez@gmail.com

La laguna El Peral (33°30'S; 71°36'W), es un área protegida declarada Santuario de la Naturaleza desde el año 1975. Es una laguna costera, emplazada a unos 500 m del mar, con un espejo de agua de 16,3 ha. Su forma es subrectangular y presenta una profundidad máxima de 4 m cuando alcanza su cota máxima (Zuñiga *et al.*, 1988). En éste lugar se registran más de 106 especies de aves, con una flora predominante de tipo pajonal ribereño (trome y totora). En el ambiente acuático está el pinito de agua, actuando como base alimentaria de las aves herbívoras del lugar. También se encuentra molle, boldo, huingán y quilo, además domina un matorral arbustivo de chocho o lupino, planta exótica que contribuye a la fijación de las dunas que rodean la laguna (CONAF, S/F).

A fines del año 2011, la laguna presentó mal olor, color rojizo, mortandad de especies, entre otros. En marzo de 2012 se pudo constatar la muerte de varias aves y anfibios en el lugar. Debido a esto desde julio de 2013 al presente, se realizaron cuatro campañas de medición de diferentes parámetros en cinco puntos dentro de la laguna, para evaluar la calidad del cuerpo de agua. Entre los parámetros medidos se encuentra pH, Turbidez, profundidad, temperatura, oxígeno disuelto, coliformes fecales y totales, nitritos, fosfatos, DBO5, cloruros, amonios, sólidos suspendidos totales y sedimentables, plomo y cobre.

En el presente trabajo se muestran dichos resultados y se discuten sus cambios en el tiempo.

Palabras Claves: Calidad de aguas, Áreas Protegidas, humedales y lagunas costeras.

Bibliografía:

CONAF, (S/F). Tríptico Santuario de la Naturaleza, Laguna El Peral, Ministerio de Agricultura elaborado por CONAF.

FIGUEROA, R., SUAREZ, M.L., ADREU, A., RUIZ, V.H., VIDAL-ABARCA, M.R. "Caracterización ecológica de humedales de la zona semi - árida en Chile Central". Gayana 2009. 73(1): 76 - 94.

INN, (S/F). Norma chilena Oficial N° 1333. Of. 78, modificada en 1987, "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos".

MARTINEZ, I., POZO, V., SAAVEDRA, C. & TORRES, R. "Análisis Ambiental del Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral, zona Costera Central de Chile". Taller de análisis de casos postítulo de geografía aplicada y medio ambiente, Instituto de geografía, Facultad de historia, geografía y ciencias políticas. PUCV. 2002.

RAMSAR, (2007). Documento Informativo RAMSAR N°1. Que son los humedales.

ZUÑIGA, L., CARVAJAL, M.& ARAYA, N. "Estudio de las Condiciones Ecológicas de la Laguna el Peral". Instituto de Biología. Universidad Católica de Valparaíso. 1998.

Agradecimientos: CONAF; DGI ING 01/1213; DGI CNEI 01/1112; Fondo Desarrollo Disciplinario Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha.

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS FLUVIALES

Sylvia V. Copaja¹, Roxana Tessada¹ y Ximena Molina²

¹Depto de Química, Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Las Palmeras 3425, Ñuñoa. Santiago. Chile.

²Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Avda. Larraín 9975, La Reina. Santiago. Chile.
e-mail: scopaja@uchile.cl

En nuestro país uno de los mayores impactos sobre los sistemas fluviales ha sido la contaminación por metales pesados, atribuido principalmente a la actividad minera. El grado de impacto varía en función de las condiciones del sistema involucrado, de la naturaleza de los minerales, del proceso de extracción minera y de los factores medioambientales. Los metales pesados alteran la composición química del sistema afectando la calidad de las aguas superficiales con efectos tóxicos sobre la biota que lo habita, debido a su persistencia y acumulación.

Los sedimentos actúan como portadores y posibles fuentes de contaminación de compuestos químicos, comportándose como un reservorio de contaminantes. La movilización y disponibilidad de componentes es controlado por procesos físicos (hidrodinámicos) y químicos (diferentes especies químicas producto de reacciones de oxidación-reducción, formación de complejos, precipitación, adsorción/desorción). Las formas metálicas químicas tóxicas pueden ser metales solubles o débilmente ligados, como también adsorbidos en las partículas finas que son retenidas por la biota.

En este trabajo se determinó metales pesados como: Al, Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb y Zn tanto en la fracción total como la fracción lábil del sedimento de las cuencas del río Aconcagua, río Cachapoal y río Choapa. La campaña de terreno fue realizada en verano, enero 2008, se consideró seis estaciones de muestreo (E1, E2, E3, E4, E5 y E6), a lo largo del río, desde *ritrón* a *potamón*, para cada cuenca. Los sedimentos fueron secados y tamizados (< 63 μm) y caracterizados en el laboratorio (pH, CE, Eh, %C, % de silicatos, % óxidos de Al y Mn). La fracción lábil del sedimento se obtuvo por agitación de 0,250g del sedimento con ácido acético 0,11M por 16h, para la fracción total, 3g sedimento fueron digeridos con una mezcla de 7 mL de HNO_3 (suprapur, Merck) + 21 mL HCl (suprapur, merck), con agitación por 2h at 90 ± 5 °C. Los metales fueron determinados por ICP-OES ((Perkin Elmer Co, Optima-3300XI). La calidad de los resultados fue comprobada mediante el uso de un sedimento de referencia (river sediment GBW 08301). Se realizó un análisis estadístico de Cluster con el objeto de estudiar la similitud entre estaciones y un análisis estadístico de componentes principales (PCA) para determinar las variables que controlan la distribución de metales en cada estación. Además se realizó correlaciones de Pearson para determinar la relación de concentración de metales con las características físicas y químicas de los sedimentos

Para las tres cuencas los metales mayoritarios fueron Al y Fe por ejemplo para Cachapoal, en la fracción total: Al 5607, $\mu\text{g g}^{-1}$ (E1) y 19319,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E5) y Fe 12515,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E1) y 45309,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E6), mientras que en la fracción lábil Al 46,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E1) y 136,9 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E2); Fe 54,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E2) y 691,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ (E4).

Los resultados indican que la concentración de metales soluble es menor al 20% de la fracción total. Los análisis estadísticos indicaron que la estación E2 muestra la mayor diferencia respecto a las otras estaciones (cluster) y la mayor distribución de metales (ACP). Por otro lado se encuentran correlaciones significativas ($p < 0,05$), de algunos metales con el %C y óxidos de Al y Mn.

Palabras clave: Sedimentos, Metales pesados, ICP, ACP

Referencia: Dirección general de Aguas (DGA), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, (2004).

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Dirección General de Aguas (DGA) Proyecto Código 300 65693-0. Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) y Departamento de Química de la Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

REMOCIÓN DE ESPECIES QUÍMICAS DE MERCURIO (II) EN AGUAS Y SUELOS CONTAMINADOS MEDIANTE BIORREMEDIACIÓN BACTERIANA

Luis A. Rojas¹, Myriam González¹, Carolina Yáñez¹, Soledad Lobos² y Michael Seeger¹

¹Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental, Departamento de Química, Universidad Técnica Federico Santa María. Av. España 1680, Valparaíso, Chile

²Laboratorio de Espectroscopía, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso. Av. Gran Bretaña 1093, Playa Ancha, Valparaíso, Chile. E-mail: luisrojasaraya@gmail.com

El mercurio es uno de los elementos químicos más tóxicos para los organismos vivos y no cumple ninguna función biológica. En su forma metálica se encuentra líquido formando vapores tóxicos y en sus formas iónicas forma compuestos tales como Hg_2^{2+} , Hg^{2+} y una serie de compuestos unidos a carbono formando los compuestos “organomercuriales” tales como metil, etil y fenilmercurio, que representan a las especies químicas más tóxicas de este metal. La minería a pequeña escala y la quema de combustibles fósiles han incrementado los niveles de contaminación de este elemento en aguas, suelos, sedimentos y atmósfera. La Evaluación Global de Mercurio 2013, publicada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), muestra que las emisiones causadas por la minería de oro a pequeña escala en Asia, África y Sudamérica se han duplicado desde 2005. El presente trabajo tiene por objetivo generar un microorganismo resistente a Hg (II) para su remoción desde sitios contaminados y establecer una técnica de monitoreo de este metal en matrices ambientales sometidas a biorremediación. *Cupriavidus metallidurans* MSR33 se generó mediante la incorporación de un plásmido que posee genes de resistencia a mercurio. La cepa MSR33 demostró poseer una alta resistencia a mercurio inorgánico (24 ppm de cloruro mercuríco) como también a especies orgánicas de mercurio (18 ppm de metilmercurio). Se estableció un protocolo de cuantificación de mercurio total mediante la utilización de Plasma Acoplado Inductivamente con detección óptica (ICP-OES) unido a un sistema de generación de hidruros para la determinación de Hg total medido a 253.652 nm en aguas y suelos. Los límites de detección y de cuantificación de la técnica fueron de 0,281 y 0,938 partes por billón (ppb) respectivamente. Para validar la técnica se utilizó un material de referencia que contenía 132 ppm de Hg total obteniéndose un 99,98% de recuperación. *Cupriavidus metallidurans* MSR33 fue capaz de remover cuantitativamente 20 y 30 ppm de Hg^{2+} en aguas contaminadas al cabo de 2 horas y un 77% de Hg (II) en un suelo contaminado con 23 ppm de Hg^{2+} y 2 ppm de CH_3Hg^+ al cabo de 72 horas. *Cupriavidus metallidurans* MSR33 es una bacteria que puede ser utilizada eficientemente para la remoción de mercurio en sitios contaminados y de forma sustentable con el medio ambiente.

Palabras Claves: Mercurio, Especies de Mercurio, Remoción de metales, Biorremediación de Aguas y Suelos.

Bibliografía:

Rojas LA, Yáñez C, González M, Lobos S, Smalla K, Seeger M. (2011) Characterization of the metabolically modified heavy metal-resistant *Cupriavidus metallidurans* strain MSR33 generated for mercury bioremediation. PLoS ONE 6(3): e17555. doi:10.1371/journal.pone.0017555

Agradecimientos:

Núcleo Milenio EMBA y beca postdoctoral MECESUP FSM0710 (LAR). Proyectos USM (131109, 130948 y 130836), CN&BS y FONDECYT 1110992.

INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UV-B) EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE *Dunaliella tertiolecta*

Fabián Figueroa R.¹, Jose Becerra A.¹, Victor Hernandez S.¹ & Jorge Muñoz S.²

¹Laboratorio de Química de Productos Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160 C Concepción, Chile.

²Departamento de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297 Concepción, Chile

fafigueroa@udec.cl; jbecerra@udec.cl; vhernand@udec.cl; jmunoz@ucsc.cl.

Creciente evidencia demuestra que algunas microalgas poseen tolerancia a amplios rangos de variación de factores físicos y químicos ambientales, entre estas se destacan especies del género *Dunaliella*, caracterizado por su habilidad de adaptarse a ambientes extremos. La especie *Dunaliella tertiolecta* es una microalga unicelular, eucarionte y cosmopolita de forma ovoide, que cuenta con dos flagelos. Esta microalga resiste amplios niveles de variación de radiación termo-lumínica. Dentro de los factores abióticos la luz es uno de los más importantes ya que afecta los procesos fisiológicos de microalgas, como la radiación fotosintéticamente activa (PAR), comprendida entre 400-700 nm necesaria para fotosíntesis. La radiación ultravioleta (UV) se encuentra en el rango espectral de 180-400 nm. En general se ha determinado que la radiación UV induce daños estructurales y moleculares en organismos fotosintetizadores (*i.e.* plantas terrestres, macroalgas y microalgas). La radiación UV induce daños en el ADN, proteínas y lípidos afectando los procesos fotosintéticos de las microalgas y la capacidad de crecimiento de los cultivos. Sin embargo, estos estudios de carácter molecular no dan cuenta de los compuestos producidos como parte de la respuesta fotodinámica inducida por la radiación UV. En consecuencia en el presente estudio se evaluó el efecto de la radiación UV-B (281-320 nm) en la producción de metabolitos secundarios y la actividad antioxidante de cultivos de *Dunaliella tertiolecta*. Para tal efecto, se trabajó con cultivos monoespecíficos de *Dunaliella tertiolecta* cepa UTEX 999, en medio de cultivo Johnson (J/1) a pH 7,5, irradiados con una densidad de flujo de fotones PAR de $120 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, y cultivos irradiados con $7,1 \text{ mWcm}^{-2}$ de UV-B durante 60 minutos. Para el análisis de la actividad antioxidante se utilizó el método de actividad captadora del radical DPPH (2,2 difenil-1-hidracilo), y la presencia de metabolitos secundarios se determinó mediante Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GC-MS). En los resultados del presente estudio se observó que la respuesta de *Dunaliella tertiolecta* frente a la radiación UV-B se manifiesta en un incremento neto de su actividad antioxidante de hasta un 0.05% y un aumento de hasta 5.8 veces mayor del contenido de metabolitos secundarios en cultivos irradiados con UV respecto de los irradiados con luz PAR. Estos resultados permiten sugerir que el nivel de radiación UV utilizado, promueve un aumento tanto de la actividad antioxidante como del contenido de metabolitos secundarios.

Palabras clave: *Dunaliella tertiolecta*, radiación UV-B, actividad antioxidante

Bibliografía:

HÄDER DP, KUMAR HD, SMITH RC & WOREST RC (2007) Effect of solar UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with climate change. *Photochemical & Photobiological Sciences* 6: 267-285.
ANTOLOVICH M, PRENZLER P, PATSALIDES E, MCDONALD S & ROBARDS K (2002). Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*. 127: 183-198.

CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS EN LA PATAGONIA: ESTRECHO DE MAGALLANES A CABO DE HORNO (52°41,1' y 55°0,9'S) EN FUNCIÓN DE PRUEBAS TOXICIDAD

Anny Rudolph¹, Vanessa Novoa², Katia Saez³ & Ramón Ahumada¹.

¹Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Annyr@ucsc.cl.

²Programa de Postgrado Centro EULA. Universidad de Concepción.

³Depto. de Matemáticas y Estadística, Universidad de Concepción.

La Patagonia chilena se caracteriza por una intrincada red de canales y fiordos que se conectan al Pacífico desde los 42,5 a los 56° LS. Su formación se debe al avance y retroceso de los glaciares durante el cuaternario, y al hundimiento tectónico del valle central (Borgel, 1970-1971). La presencia de barreras batimétricas, generarían subcuencas que discontinúan la conexión con el océano abierto (Antezana, 1999). La existencia de subcuencas, y los acoplamientos de materia con el bentos plantean cruciales desafíos respecto de la necesidad de conocer el funcionamiento de las comunidades, como del efecto de las perturbaciones antropogénicas (Antezana et al., 2002). Por tanto, “la existencia de subcuencas producirían discontinuidades discretas de la calidad de los sedimentos entre el océano abierto canales y fiordos interiores en relación a los químicos lixiviados del continente”. Se realizó un estudio de calidad del sedimento en base a pruebas de toxicidad, exponiendo organismos blancos a un elutriado de ellos (Dinnel & Strober, 1985). Los organismos blancos utilizados fueron: *Tisbe longicorni* y *Arbacia spatuligera* y las microlagas *Dunaliella tertiolecta*, *Dunaliella salina* e *Isocrysis galbana*. Los resultados a través de un análisis exploratorio de la información, muestran un comportamiento que agrupa en forma diferente las especies sometidas a las pruebas ecotoxicológicas. La separación de cuatro grupos a 2,78 distancia euclidiana establece un comportamiento del sedimento en la zona externa, un comportamiento para la zona externa austral y un comportamiento diferente para los sedimentos obtenidos de las zonas interiores. Este comportamiento es ratificado por el ACP. La escasa mortalidad de los organismos blancos y el crecimiento de las microalgas, reafirman esta área como una zona aún prístina y no se aprecia deterioro en las subcuencas.

Palabras Claves: Ecotoxicología, Regiones prístinas, Calidad ambiental.

Bibliografía.

Antezana T. 1999. Hydrographic feature of Magellan and Fuegian inland passages and adjacent subantarctic waters. *Sci. Mar.* 63(supl.1): 69-80.

Antezana T. A. Giraldo y M. Hamamé. 2002. Clorofila y alimentación del zooplancton fraccionado por tamaño, en subcuencas del sistema de canales magallánicos y fueguinos durante la primavera de 1998. *Ciencia y Tecnología del Mar* 25(1): 109-130.

Borgel, R. 1970 -1971. Geomorfología de las regiones australes de Chile. *Rev. Geogr. Chile Terra Australis* 20: 135-140.

Chapman P.M. 1995. Bioassays testing for Australia as part of water quality assessment programmes. *Australian Journal of Ecology* 20: 7-19.

Dinnel, P. A. & Strober, Q. J. 1985. Methodology and analysis of sea urchin embryo bioassays. Fisheries Research Institute. University of Washington, Seattle, WA. Circular No. 85, 319 pp.

Agradecimientos: Al Proyecto CONA-C16F 10-1 y a la Dirección de Investigación de la U. Católica de la Sma. Concepción.

METALES TRAZA EN SEDIMENTOS DE UNA MARISMA VECINA A UN COMPLEJO INDUSTRIAL EN CHILE CENTRAL.

Ramón Ahumada¹ *, Karla Pozo^{1,2} *, Silvano Focardi², Cristiana Balocchi² y Nelson Cortés³

¹ Departamento de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297. Concepción. Chile. Teléfono: (56-41) 273-5252, fax: (56-41) 273-5251, e-mail rahuma@ucsc.cl

² Dipartimento di Scienze AMBIENTALI, Universidad de Siena, Italia / Departamento de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Siena, Italia. e-mail: kpozo.unici.it

³ Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, Octava Región. Concepción. Chile. ncortes.conama.octava.cl

La marisma de Lengua es un sistema litoral costero que se encuentra en el sector occidental y desemboca a la Bahía de San Vicente, Chile (36° 44'S, 73° 09'W). Este paleo canal se formó por el relleno aluvial y de sedimentos hace 4000 años. A finales de la década del año 1940, se instala una planta siderúrgica, posteriormente se desarrolla un complejo industrial anexo con una petroquímica e industrias químicas. Debido a la falta de regulaciones ambientales las aguas residuales del complejo industrial se vierten a lo largo de la zona costera (siderúrgica) y en la marisma (industrias químicas). A mediados de la década de 1980 debido a la contaminación de bahía San Vicente y a derrames de petróleo ocurridos en el área se realizan estudios sobre la marisma y la bahía. Los resultados de los estudios terminaron con un plan de remediación sacando los canales y ductos a la Marisma y desarrollando tratamiento de las aguas a la bahía. El estudio ecológico realizado a finales de la década de 1950 por Fischer (1963) sirve como punto de referencia para los estudios realizados en Lengua. Uno de los estudios que causó mayor impacto fue la pérdida de Hg del cátodo de la Planta de Cloro Soda. En 1992 cambia su sistema, por otro no contaminante con mercurio. Sin embargo, ninguna evaluación de la contaminación de metales traza se ha llevado a cabo en la Marisma de Lengua. El presente trabajo estudia la concentración y distribución de 12 metales (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn) en los sedimentos de Lengua. En este estudio llevado a cabo 15 años después se detecta enriquecimiento y contaminación por Cd, Hg, V, Zn en partes de la matriz sedimentaria (aportado por la actividad industrial. El enriquecimiento está asociado a áreas de baja energía y alta sedimentación de materia orgánica a sectores específicos de sitios en la marisma. Los índices estudiados muestran contaminación residual después de 15 años de aplicación de las normas de protección y mitigación ambiental en la marisma.

Palabras Claves: Normalisation por aluminio, vigilancia ambiental, análisis multivariado, índice de contaminación.

Bibliografía:

- Ahumada R. 1994. Nivel de concentración y bioacumulación de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb y Zn) en tejidos de organismos benthicos de Bahía San Vicente. *Revista de Biología Marina*. Valparaíso. 29(1): 2-18.
- Ilabaca, P. (1989). Formación y evaluación de la costa de Talcahuano: Geomorfología de un sistema de bahías. *Biología Pesquera*, 18, 29-35.
- Moscoso J., A. Rudolph, R. D. Sepúlveda, C. Suárez 2006. Effect of Temporary Closure of the Mouth of an Estuary on the Benthic Macroinfauna: Lengua-Chile, A Case Study. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 77:484-491
- Chester R. 1996. *Marine Geochemistry*. Chapman & Hall. London. 698 pp
- Fischer, W. (1963). Die Fische des Brackwassergebietes Lengua Bei Concepción (Chile). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 48(3), 419-511

CONCENTRACIÓN DE CD, CU Y PB EN LA COLUMNA DE AGUA DE TRES LAGUNAS URBANAS DE CONCEPCIÓN

B. Leiva¹, E. González¹, V. Medina¹

¹ Facultad de Ciencias, Departamento Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción e-mail: eligonza@ucsc.cl

La distribución de especies disueltas en aguas de ríos y lagos pueden alcanzar gran diversidad como resultado de los procesos autóctonos y de aporte alóctono lo que determina las características químicas, tanto de la columna de agua como de los sedimentos. Las lagunas urbanas de Concepción se abastecen en gran parte por la infiltración de sistemas lóticos, específicamente del río Biobío. En este trabajo se determinó la concentración de Cd, Cu y Pb a tres profundidades (superficial, media y fondo) en las lagunas Lo Galindo (LLG), Lo Méndez (LLM) y Tres Pascualas (LTP). La cuantificación de los metales se realizó por Voltametría de Redisolución Anódica con un Polarógrafo MDE 150 acoplado a un analizador polarográfico PAR modelo 150, las muestras de agua fueron irradiadas previamente con UV por 15 minutos, la determinación analítica se hizo mediante adición estándar. En la Figura se muestran las concentraciones ($\mu\text{g L}^{-1}$) de Cd, Pb y Zn en agua, para los sistemas estudiados, a tres profundidades. Se observa que las concentraciones de Cd son similar en las tres lagunas y a las tres profundidades el comportamiento del Pb y Cu es diferente, la concentración promedio de Cu, en la LLG es el doble de la del plomo y en la LTP es tres veces la del plomo, en cambio en la LLM las concentraciones de Pb y Cu son similares. En la LLM se obtuvo enriquecimiento de Cu y Pb hacia la superficie y en la LTP un marcado enriquecimiento hacia la superficie de Cu superficial, media y de fondo para las lagunas LLG, LLM y LTP y muy leve de Pb lo que indicaría efecto antropogénico de estos metales. La homogeneidad en la concentración de Cd, Cu y Pb en agua en la LLG para las distintas profundidades indicaría ausencia de entrada reciente de estos metales no así para las LLM y LTP.

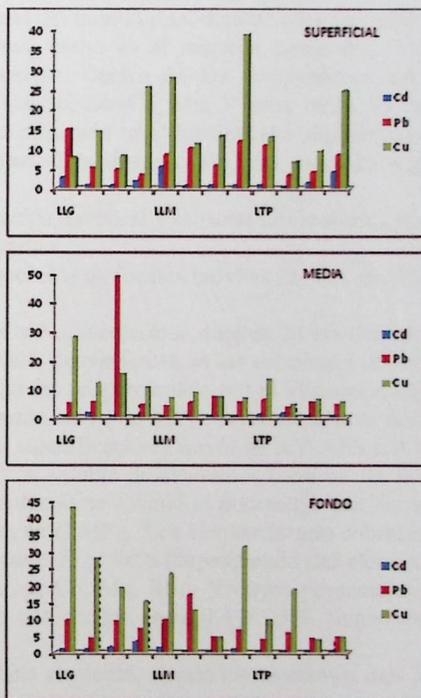


FIGURA: Concentraciones de Cd, Pb y Cu en $\mu\text{g L}^{-1}$ en agua

superficial, media y de fondo para las lagunas LLG, LLM y LTP

y muy leve de Pb lo que indicaría efecto antropogénico de estos metales. La homogeneidad en la concentración de Cd, Cu y Pb en agua en la LLG para las distintas profundidades indicaría ausencia de entrada reciente de estos metales no así para las LLM y LTP.

Palabras claves: Polarografía, metales, lagunas

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Pizarro J., Rubio M. A., y Lira G., 2001, "Optimización de una técnica de muestreo in-situ: Análisis de Cu y Fe en sistemas acuáticos". *Boletín Sociedad Chilena de Química*, vol.46, n°3, pp.281-285.
- 2.- González E., Retamal M., Medina V., Ahumada R., 2009. "Enriquecimiento, disponibilidad y contaminación de metales traza (Cd, Cu, Pb y Zn) en sedimentos de lagunas urbanas de Concepción-Chile". *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 4, pp.902-907.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias y a la Dirección de Investigaciones Proyecto DIN 0610 de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

ESTUDIO DE LA FRACCIÓN SOLUBLE DE ELEMENTOS TRAZA EN MATERIAL PARTICULADO MP₁₀ EN EL AIRE DE SANTIAGO

Karen Sánchez^{1,2}, M. Angélica Rubio¹, Pablo Richter²

1.- Departamento de Ciencias del Ambiente, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Av. Libertador .Bernardo O'Higgins 3363, Santiago, Chile.

2.- Departamento de Química Inorgánica y Analítica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Sergio Livingstone 1007, Santiago, Chile.

E-mail: karen.sanchez@usach.cl

Santiago es una de las ciudades más contaminadas del mundo y así durante años sus habitantes se han visto expuestos a diversos agentes nocivos, como es el material particulado (MP) que proviene principalmente de fuentes antropogénicas. Dentro de los componentes del MP se encuentran algunos elementos traza como Pb, Cd, Ni, Zn, Cu, Mn, V entre otros. En Santiago, algunos estudios a lo largo de 10 años^{1,2} han mostrado una disminución significativa en las concentraciones de MP₁₀, y de algunos metales. Esta disminución está asociada a políticas gubernamentales de remediación (PPDA).

El objetivo de este trabajo fue establecer la variación temporal y espacial de elementos traza en el MP de Santiago vinculado con el PPDA y sus fuentes.

Se determinaron los elementos traza solubles asociados de fuentes móviles Zn, As, Ba, Cd, S, Ni, Sb, Mn, Se, Cu, V, Rb, Co, Pb, Cr, Sn y Ti.

Se analizaron filtros de microfibra de cuarzo de MP₁₀, recolectada durante 24 hrs durante el mes de Mayo entre los años 2006 a 2010 excepto 2007, provenientes de las estaciones de monitoreo de Cerrillos, Av. Ossa y La Pintana. Este material fue proporcionado por el Ministerio del Medio Ambiente. Se determinó la fracción potencialmente móvil de MP₁₀, la extracción se realizó con agua MilliQ y ultrasonido³, y su determinación y cuantificación a través de ICP-AES e ICP-MS.

Los resultados obtenidos muestran que la fracción soluble de elementos traza oscila entre 0,26 ng/m³ para cobalto y 3273 ng/m³ para azufre. Además se calculó el porcentaje que corresponde respecto al total extraído por cada elemento traza en el MP₁₀. Los elementos más solubles fueron Zn, S, As, Cd y Ba cuyos porcentajes oscilan entre 55 y 98% (dependiendo del elementos y el año) siendo el más soluble azufre; Sb, Se, Cu, Ni, Co, Mn, Rb y V cuyos porcentajes oscilan entre 17 y 58%, mientras que Ti, Sn, Cr y Pb que oscilan entre 0,4 y 25%, siendo el menos soluble titanio.

En conclusión, la fracción soluble depende de cada elemento, siendo los elementos más solubles los con mayor toxicidad como son S, As y Cd.

Palabras clave: MP₁₀, elementos traza solubles, contaminación atmosférica, PPDA.

AGRADECIMIENTOS: CONICYT (Beca doctoral), Becas Chile (Pasantías doctorales), Beca Apoyo de Tesis 24120966 de K. Sánchez, FONDECYT 1120366 (M.A. Rubio), FONDECYT 1100085 (P. Richter) y al Ministerio del Ambiente por proporcionarnos los filtros de MP₁₀.

REFERENCIAS

1. Richter, Griffo, Giordano, Total element concentration and chemical fractionation in airborne particulate matter from Santiago, Chile, Atmospheric Environmental, 41:6729-6738 (2007)
2. Cakmak, Dales, Gultekin, Blanco Vidal, Farnendaz, Rubio y Oyola, Components of particulate air pollution and emergency department visits in Chile, Archives of Environmental and Occupation Health, 64: 148 -155 (2009).
3. Pey, Caracterización físico-química de los aerosoles atmosféricos en el mediterráneo occidental, Tesis doctoral, CSIC, Barcelona, España (2007).

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE INVENTARIOS DE EMISION DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA REPRESENTACIÓN DE OZONO TROPOSFÉRICO SOBRE LA ATMOSFERA DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO (RMSP): ESTUDIO DE CASO SEPTIEMBRE 2004

Ángel V. Vela, Maria F. Andrade.

Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas de la Universidad de São Paulo

– São Paulo. e-mail: angel@model.iag.usp.br

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto de inventarios de emisión de alta resolución (3 y 1 km) en la formación y transporte de ozono troposférico en la atmósfera de la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil. Esa evaluación fue realizada por medio de modelación numérica con el modelo de calidad de aire Weather Research and Forecasting with Chemistry (WRF-Chem). Debido a que la contribución vehicular a la emisión total de los precursores de ozono troposférico (NO_x y COVs) en esta región superan el 95%, los inventarios de emisión fueron considerados apenas en su componente vehicular y fueron basados principalmente en informaciones estimadas de número de vehículos, factores de emisión vehicular y número medio de kilómetros recorridos por día por los distintos tipos de vehículos considerados. Para evaluar la performance de las simulaciones fueron utilizados datos observados de temperatura, humedad relativa, viento, ozono troposférico y óxidos de nitrógeno de la red de monitoreo automático de calidad de aire de la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB). Los resultados mostraron que las configuraciones físicas y químicas establecidas en el modelo consiguieron representar adecuadamente los ciclos de formación aunque con algunos desfases en los horarios de ocurrencia de máxima concentración de ozono, producto de haber considerado un único perfil de emisión para todos los puntos de grilla y todos los tipos de vehículos considerados.

Palabras Claves: Ozono troposférico; inventario de emisión; modelo numérico WRF-Chem.

Bibliografía:

- MARTINS, L. D. Sensibilidade da formação do ozônio troposférico às emissões veiculares na Região Metropolitana de São Paulo. Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 2006.
- GRELL, G. A., PECKHAM, S. E., SCHMITZ, R., MCKEEN, S. A., WILCZAK, J. Fully coupled "online" chemistry within the WRF model. *Atmospheric Environment*, 39, 6957-6975. 2005.

MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO EN LAS CIUDADES DE RANCAGUA, TEMUCO, VALDIVIA Y OSORNO. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PERÍODO 2008-2010

Camila Pacheco E., Richard Toro y Raúl G.E. Morales
Centro de Ciencias Ambientales y Departamento de Química
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
e-mail: correo@raulmorales.cl

El presente estudio la calidad del aire atmosférico y la concentración de material particulado respirable en sus fracciones fina ($PM_{2,5}$) de diámetro menor a $2,5 \mu m$, fracción gruesa ($PM_{2,5-10}$) de diámetro entre $2,5$ a $10 \mu m$ y fracción total (PM_{10}) en las ciudades de Rancagua, Temuco, Osorno y Valdivia, correspondientes a la zona centro sur del país, en lo que son sus regiones VI, XI, X y XIV. La base de datos se construyó a partir de la información proveniente y disponible en el sitio web del Ministerio del Medio Ambiente, SINCA, durante un periodo aproximado de dos años, comenzando en julio del año 2008 y finalizando en marzo del año 2010. Las estaciones de las ciudades antes señaladas corresponden a 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire que dependen del Ministerio de Salud y estan siendo operadas por CENMA y ESETEC.

Se realizó un análisis sistemático de los datos para determinar los niveles de contaminación, episodios críticos, la frecuencia de éstos y la composición principal de las partículas que forman parte del material particulado respirable. Se compararon las concentraciones obtenidas con las normas chilenas y de organismos internacionales en periodos anuales y diarios. También se evaluaron condiciones meteorológicas durante episodios críticos de contaminación en las distintas estaciones de monitoreo.

Los resultados obtenidos muestran que las concentraciones de material particulado aumentan en los periodos invernales, entre los meses de mayo y agosto. Durante este periodo invernal las emisiones están preferentemente localizadas en la ciudad, en tanto que en el transcurso de los demás meses del año se observa un mayor efecto del transporte de partículas desde localidades cercanas. También se determinó que las concentraciones de material particulado respirable presentan un mayor componente de partículas finas del tipo $PM_{2,5}$.

Por último, una de las regiones más contaminadas de la zona centro-sur del país estudiado corresponde a la ciudad de Osorno, donde se registró la mayor cantidad de episodios críticos y las mayores concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$. Los porcentajes de superación de las normas durante el periodo invernal en todas las estaciones analizadas ocurren entre un 60% y un 120%, lo que deja al descubierto un serio problema de contaminación proveniente del uso de combustible de biomasa que esta relacionado fuertemente a la calefacción, producto de la leña.

Palabras claves: Material particulado respirable, leña, episodios críticos, análisis comparativo.

Agradecimientos: Al Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Chile y al Ministerio del Medio Ambiente, SINCA, por el acceso a los datos del estudio.

TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA COMO PREDICTOR DE LOS NIVELES DE OZONO TROPOSFÉRICO EN SANTIAGO, CHILE

María A. Rubio, E. Lissi

Facultad de Química y Biología y Cedenna, Universidad de Santiago de Chile. Av. Libertador
.Bernardo O'Higgins 3363, Santiago, Chile.
Email:maria.rubio@usach.cl

La ciudad de Santiago presenta altos niveles de ozono en época de verano. El valor máximo hora diario y el promedio móvil 8 horas diarias, sobrepasan a menudo los $120 \mu\text{g m}^{-3}$ normado para Chile (MINSAL 112 06-03-2003), en todas las comunas de Santiago, con el consiguiente perjuicio que esto trae a la salud de personas que se encuentran diariamente expuestas a estos niveles de ozono (1,2).

Este trabajo intenta relacionar el pronóstico de altas temperaturas con un pronóstico de contaminación por ozono, que permitiría a la población ajustar sus horarios para limitar algunas actividades físicas, en resguardo de su salud.

Se obtuvieron desde la red de datos gubernamental, los niveles de ozono diarios medidos cada una hora y los promedios móviles 8 horas desde diciembre a marzo de los años 2008 a 2012, medidos en la comuna de Las Condes. También se obtuvieron las temperaturas diarias máximas y mínimas, correspondiente al periodo estudiado, obteniendo una base de datos de 472 días.

Los datos fueron analizados usando relaciones multiparamétricas entre ozono promedio 8 horas, temperatura máxima, temperatura mínima diaria y tipo de día (día domingo feriado y día de semana)

Los niveles de ozono promedio 8 h, dependen en forma compleja y simultánea de estas variables, sin embargo, el tipo de día no muestra importancia estadística en los datos analizados. El ozono fue modelado usando la ecuación

$O_3 = A_{O_3} + B_{O_3} T_{\max} + C_{O_3} T_{\min} + D \Delta T$ En donde

A: -27.189; B: 0.957 ($p < 0.0001$); C: 3.30 ($p < 0.0001$); D: 4.665 ($p < 0.0001$).

El ozono modelado y el ozono medido experimental muestran una correlación lineal, ($Y = A + B X$, $N = 472$) con $r = 0.725$ y error de $\pm 12 \mu\text{g m}^{-3}$

Un análisis por temperatura máxima diaria nos muestra que: De un total de 472 días, hubo 206 días con temperaturas $\geq 30^\circ\text{C}$. De este total, hubo 129 días con $T \geq 30^\circ\text{C}$ y Ozono sobre $120 \mu\text{g m}^{-3}$, 29 días con temperaturas bajo 30°C . y con $O_3 > 120 \mu\text{g m}^{-3}$,

76 días con altas temperaturas y bajo nivel de ozono y 236 días con baja temperatura y bajo nivel de ozono. La predicción de contaminación por ozono del modelo es de 82 %. Estos datos permiten concluir que la temperatura es un buen predictor de contaminación por ozono.

Palabras claves: ozono, Las Condes, predictor de ozono.

Referencias: Environmental protection agency, EPA, 2004 y 2006.
Rojas-Martínez, et al., Am. J. Respir Crit Care Med. 176:377-384, 2007,

Agradecimientos: Proyecto Fondecyt 1120366

TENDENCIAS Y ORIGEN DE LA FRACCIÓN CARBONOSA DEL PM_{2.5} EN EL ÁREA URBANA DE SANTIAGO, CHILE

Richard Toro A., Manuel Leiva-Guzmán, Raúl G.E. Morales y Robert Flocchini

Centro de Ciencias Ambientales y Departamento de Química,

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

e-mail: rtoro81@uchile.cl

Se presentan los resultados de seis años de mediciones (2002-2007) de carbono orgánico y elemental en el material particulado PM_{2.5} en la ciudad de Santiago de Chile. El objetivo de la investigación es estimar la contribución de la fracción carbonosa de origen primario y secundario en el PM_{2.5} de tres sitios urbanos con diferente patrón de emisiones: residencias, comercial e industrial.

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de concentración registrados en los meses fríos (Marzo-Agosto) respecto de los meses cálidos (Septiembre-Febrero) en todos los sitios estudiados. La tendencia estacional muestra que la contribución porcentual del aerosol carbonoso total (ACT) respecto al PM_{2.5} fue mayor en los meses fríos (53±41%) que en los meses cálidos (44±18%).

La fracción orgánica de origen secundario representa en la ciudad de Santiago un promedio de 29% del total de carbono orgánico. En los períodos fríos ésta proporción puede alcanzar un promedio de 38%, lo que sugiere que el proceso de formación de aerosoles orgánicos secundarios se debe incorporar a las estrategias de mejoramiento de la calidad del aire y modelo de pronóstico de episodios críticos de contaminación atmosférica de la ciudad de Santiago.

Una comparación de las tendencias observadas con estándares de calidad de aire para PM_{2.5} indica que la fracción carbonosa por sí sola excede los estándares de la OMS (10 µg m⁻³) y de la EPA (15 µg m⁻³) durante los meses fríos de todos los años analizados, exponiendo a la población de la ciudad de Santiago a un riesgo mayor de padecer enfermedades cardiovasculares y respiratorias agudas.

Palabras claves: aerosol carbonoso, carbono orgánico, carbono elemental, método del trazador de carbono elemental.

Bibliografía:

Turpin, B.J., Huntzicker, J.J., "Secondary formation of organic aerosol in the Los Angeles Basin, a descriptive analysis of organic and elemental carbon concentrations" Atmospheric Environment Part A, General Topics 25, 207–215 (1991).

Tsapakis M. et ál., "The composition and sources of PM_{2.5} organic aerosol in two urban areas of Chile". Atmospheric Environment 36, 3851-3863(2002).

NUEVA INFORMACIÓN SOBRE AEROSOLES ATMOSFÉRICOS DE SANTIAGO, CHILE. EVALUACIÓN DIURNA Y NOCTURNA

Marcela Calderón¹, Raúl Fuentealba², J. Roberto Morales¹ y Margarita Préndez²

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias; ²Laboratorio de Química de la Atmósfera, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile
e-mail: mcalderon@zeth.ciencias.uchile.cl, rfpolette@ug.uchile.cl, rmorales@uchile.cl, mpredez@ciq.uchile.cl.

La Región Metropolitana por su localización geográfica constituye un caso típico de contaminación ambiental, siendo el material particulado (MP) y el ozono troposférico los contaminantes más relevantes. Los factores claves en el caso del MP son masa, tamaño, forma y composición química de las partículas; todos los cuales nos ayudan a determinar su origen y fuentes y con ello lograr mejores estrategias de solución.

La ciudad de Santiago cuenta con una red de monitoreo de MP10 y MP2,5, en algunas comunas reportando sólo las masas. En este trabajo establecemos las bases para obtener información más completa sobre MP, en dos comunas de Santiago, Independencia y Ñuñoa, en las Facultades de Ciencias Químicas y Farmacéuticas (estación Norte) y de Ciencias (estación Oriente) de la Universidad de Chile, se instalaron muestreadores SFU, Tipo Gent ^(1,2), para la colección de MP10-2,5 y menor de 2,5. La colección simultánea de MP se extendió entre el 5 de Noviembre y el 5 de Diciembre de 2012 en períodos diurnos y nocturnos usándose filtros de membrana de policarbonato de 47 mm de diámetro y poro 8,0 µm y de Teflón de 47 mm de diámetro y poro 0,4 µm, respectivamente. Las masas depositadas se determinaron con una balanza Precisa 40 con precisión 0,01 mg en una cámara cerrada con humedad controlada (37-40%) y los valores se normalizaron a 25 °C de temperatura y 1 atm de presión.

Los resultados preliminares indican que las concentraciones totales expresadas en µg/m³ son mayores en la estación Norte, en ambos modos y períodos, hasta un factor 2,5 en MP10 en el período diurno. En ambas estaciones las concentraciones de MP2,5 no muestran variaciones importantes entre los períodos diurno y nocturno. El MP2,5 en la estación Norte es casi cuatro veces mayor que en la estación Oriente en tanto que el MP10 en ambas estaciones es similar en el período nocturno. Estos resultados muestran claramente las diferencias en calidad de aire en las diferentes comunas de la ciudad, destacándose el aumento de MP10 durante el día debido a la actividad antropogénica.

La determinación de la composición elemental y de compuestos químicos del material particulado acumulado, se hará en la siguiente etapa de este trabajo.

Referencias

- 1.- R. Hitzinger et al., 2004. Intercomparison of methods to measure the mass concentration of the atmospheric aerosol during INTERCOMP2000—influence of instrumentation and size cuts. *Atmospheric Environment* 38, 6467–6476.
- 2.- R.V. Díaz et al., 2002. Identification of airborne particulate sources, of samples collected in Ticomán, Mexico, using PIXE and multivariate analysis. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 189, 249–253.

APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE SITUACIÓN DE TRÁFICO EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES EN SANTIAGO

Sergio Ibarra y Margarita Préndez ⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratorio de Química Atmosférica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Universidad de Chile, Santiago, Chile
e-mail: zergioibarra@gmail.com, mprendez@ciq.uchile.cl

Santiago es conocida como una ciudad con altos niveles de contaminación. Una de las principales fuentes detectadas son los vehículos motorizados. Los modelos de inventarios de emisiones de fuentes móviles, bajo algunos supuestos, han permitido estimar y distribuir emisiones, de forma 24 horas y por arco^(1,2). Sin embargo, modelaciones atmosféricas posteriores enfocadas en las fuentes móviles han sugerido que los factores de emisión para CO son inadecuados y que el nivel de actividad para el NOx es inapropiado, resultando en una sobreestimación con factor de 3⁽³⁾. Así, se han sugerido otros enfoques, como por ejemplo el de situación de tráfico para estimación de emisiones^(4,5) en vez del basado en velocidad vehicular promedio, usada tradicionalmente en el inventario para Santiago⁽⁶⁾. La situación de tráfico incluye un conjunto de parámetros que permiten una mayor aproximación a la situación real de la ciudad⁽⁷⁾.

El propósito de este trabajo se enfoca en mejorar el conocimiento de cómo influyen distintos parámetros en la estimación de emisiones vehiculares a fin de mejorar la calidad del aire en Santiago. Como materiales de trabajo se utilizaron: la Red Vial de Santiago en horario punta de 08:00 a 09:00, 3937 arcos de 10 comunas y los modelos de simulación: Modem, Copert y Hbefa^(1, 2, 4). El método de comparación de las emisiones consistió en la aplicación de la prueba t-student de muestras pareadas, a los logaritmos de las estimaciones⁽⁸⁾. Los resultados para CO muestran: Modem 6,950E+06 (g/h) Hbefa: 6,922E+06 (g/h); la diferencia promedio por cada arco es 0,877 (g/h) (IC 95%, 0,865, 0,889) y la diferencia para las 10 comunas de 3,434E+03 (g/h) (IC 95%, 3341, 3434). En conclusión existe una sobreestimación del orden 3,434E+03 (g/h) de las emisiones de CO.

Palabras Claves: Emisiones vehiculares, Modelos de simulación, Santiago, Chile

Bibliografía:1.- CORVALÁN R., OSSES M., y URRUTIA C., 2002. Hot emission model for mobile sources: application to the metropolitan region of the city of Santiago, Chile. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 52:167-174. ISSN 1047-3289.

2.- NZIACHRISTOS L.Y SAMARAS Z., 2000. Computer programme to calculate emissions from road transport; Methodology and emission factors (Version 2.1). EEA/Copenhagen. p 1-89.

3.- GALLARDO L., ESCRIBANO J., DAWIDOWSKI L., ROJAS N., ANDRADE M. Y OSSES M., 2012. Evaluation of vehicle emissions inventories for carbón monoxide and nitrogen for Bogotá, Buenos aires, Santiago and Sao Paulo. *Atmospheric Environment* 47:12-19.

4.- KELLER M., 2010. Handbook emission factors for road transport 3.1. Informe técnico (Disponible en http://www.hbfa.net/e/help/HBEFA31_Help_en.pdf el 05-01-2013).

5.- ANDRÉ M., KELLER M., SJÖDIN Å., GRADAT M., MC CRAE I. Y DILARA P., 2009. The artemis european tools for estimating the transport pollutant emissions. 18th Annual International Emission Inventory Conference "Comprehensive Inventories -Leveraging Technology and Resources". Baltimore, Maryland - April 14 - 17, 2009.

6.- DICTUC, 2007. Actualización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana 2005. Informe técnico para la Comisión Nacional del Medio Ambiente. (Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-49590_inf_final_inventario.pdf el 15-01-2013)

7.- ANDRÉ M., 2004. Real-world driving cycles for measuring cars pollutant emissions. Report Institut National De Recherche Sur Les Transports Et Leur Securite INRETS-LTE 0411.

8.- MAC BERTHOUEX P. Y C. BORNW L., 2000. Statistics for environmental engineers. Lewis Publishers, Ann Arbor. ISBN 1-56670-031-0.

Agradecimientos: al Centro Nacional del Medio Ambiente.

RADIACION ULTRAVIOLETA

(Una sinopsis)

Sergio Cabrera Silva

Programa de Biología Celular y Molecular, Facultad de Medicina, Universidad de Chile

e-mail: scabrera@med.uchile.cl

¿Los santiaguinos, han sido afectados por la disminución de Ozono Primavera Antártica?

¿Existió un sobre reacción, en el mundo entero, con las medidas de fotoprotección de la radiación UV-B que recibimos? Este hecho habrá influido en la necesaria síntesis, a través de la piel de Vit D que los seres humanos realizamos?

¿Existe una pandemia por deficiencia de Vit D en las poblaciones humanas como producto del masivo uso de protectores solares? ¿Cuál es la situación real en las regiones extremas del país? Todas las poblaciones humanas de Norte a Sur de Chile ¿logran mantener una cantidad adecuada de Vit D circulante en el torrente sanguíneo a lo largo del año?

¿Será posible establecer una relación entre la radiación solar (UV) que reciben las poblaciones chilenas en las diferentes latitudes, con la ingesta de metales pesado en la dieta y la frecuencia de cáncer de piel: melanomas y no melanoma (espino y baso celular)?

Estos serán los temas que abordaré en mi intervención para intentar ponerlos al día sobre que ha ocurrido con la radiación UV que recibe Santiago, mediante el análisis de una larga Serie de Tiempo que se mantiene activa desde 1995 a la fecha. Les informé que ha ocurrido al comparar mediciones de satélites que cubren Santiago respecto a las mediciones de superficie, empleando el Índice UV y esbozaré algunas de las posibles causas de este sesgo.

En resumen, intentaré entusiasmarlos con lo que hemos aprendido sobre radiación ultravioleta y su aplicación en problemas de la salud pública de los chilenos. Todo ellos dirigidos a incentivarlos en el empleo de la información científica para comprender problemas concretos de la vida diaria e invitar a todos aquellos que requieran de esta información a tener presente que estos datos están disponibles.

Se muestran dos figuras:

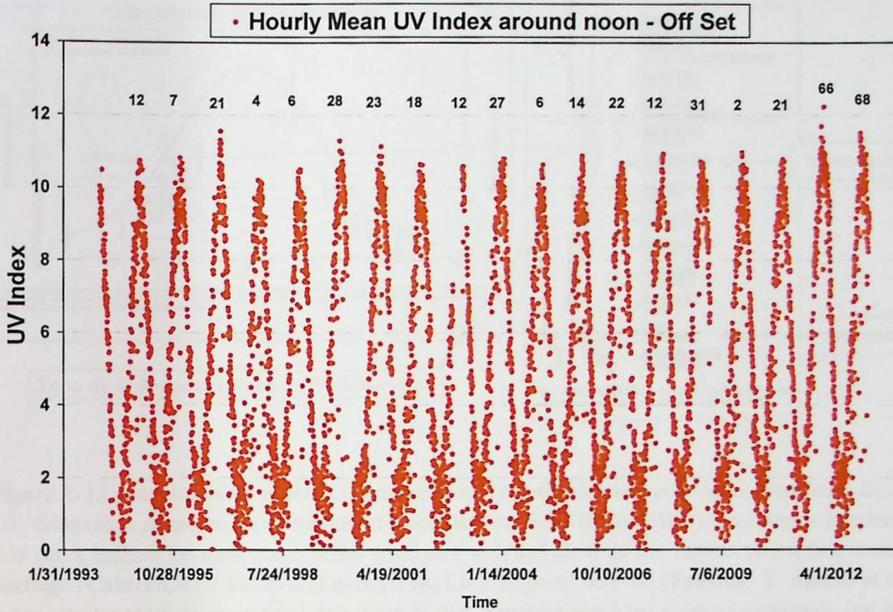


Figura 1. Serie de tiempo representando el valor promedio de una hora alrededor del mediodía solar de los valores de Índice UV. Los números en la parte superior del gráfico indica el número de días durante el verano con valores de Índice UV > 10.

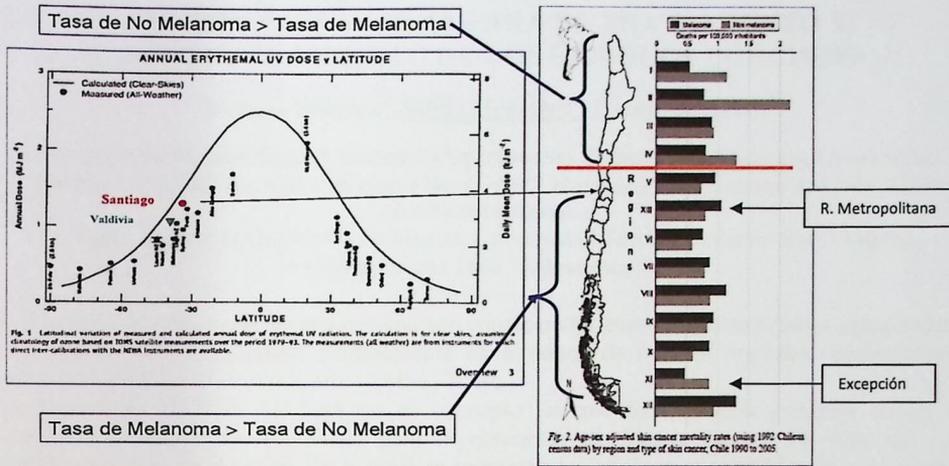


Figura 2. El panel izquierdo muestra (líneas continua) el valor teórico, con cielos despejados de la Dosis UV Eritémica Anual en las diferentes latitudes (Richard McKenzie NIWA). Los puntos interiores (bajo a la curva indican las mediciones reales (nublados y despejados) de los valores promedios anuales para Santiago (Cabrera, S.) y Valdivia (Lovengreen, Ch.). El panel derecho (Faustino T. Alonso et al 2010) representa las tasas de mortalidad de cáncer de piel ajustadas por edad y sexo (empleando los datos del censo Chileno 1992, por región y tipo de piel, entre 1990 y 2005).

¿Será posible encontrar alguna relación entre la incidencia de Cáncer, las cuencas hidrográficas con influencia minera y la dosis anual de radiación eritemática? Lo discutiremos.

BIOFER: TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PORCINOS

Enrique Sánchez¹, Silvio Montalvo¹, Lorna Guerrero²

¹Laboratorio de Biotecnología Ambiental, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile. Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 3363, Santiago de Chile, Chile
silvio.montalvo@usach.cl

²Dpto. Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Técnica Federico Santa María. Avenida España 1163, Valparaíso, Chile

Los centros de crianza de ganado porcino son consideradas como las instalaciones agropecuarias que generan mayor potencial contaminante en términos de materia orgánica, contaminación microbiológica y nutrientes (Kuntz y cols., 2009)..

La tecnología BIOFER se basa en el concepto de que los residuos porcinos deben ser considerados como materia prima para la obtención de biogás (fuente de energía) y de fertilizantes y no un desecho. En la tabla se presentan las eficiencias obtenidas en cada paso de tratamiento y los productos que son obtenidos.

Tabla. Subproductos y eficiencias obtenidas con el BIOFER*

| Tratamiento | Eficiencia | Subproductos |
|---|-------------------------------------|------------------------|
| Cámara de rejas | 100 % de sólidos gruesos | Fertilizante |
| Separador parabólico | 90 % de fibras | Fertilizante |
| Desarenador | 80 % de arena | |
| Reactor Anaerobio de Lecho Fijo (RALF) ¹ | 90 % DBO ₅ | Biogás |
| Remoción de nutrientes | 90 % de fósforo y 70 % de nitrógeno | Estruvita ² |
| Aireación extendida | 95 % de la DBO ₅ | Agua para riego |

*Valores típicos obtenidos mediante la aplicación de esta tecnología a escala piloto en tres instalaciones en distintos países

¹El núcleo principal de la tecnología BIOFER es el RALF que posee en su interior un medio de inmovilización que es capaz de retener los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica en condiciones de estricta anaerobiosis.

²La eliminación de fósforo y nitrógeno se logra mediante la adición al efluente anaerobio de bicarbonato de magnesio a pH 8,2 el que reacciona con el fósforo y el nitrógeno amoniacal formándose fosfato amónico de magnesio conocido comúnmente como estruvita que es un fertilizante de acción lenta muy apreciado en la agricultura, cuyo precio en el mercado internacional alcanza a 350 dólares la tonelada.

En el presente trabajo se presenta un estudio técnico económico de esta tecnología para aplicar a centros porcinos de 200 000 animales concluyéndose que la inversión para la aplicación de esta tecnología se recupera en aproximadamente 4 años.

Palabras claves: Biofertilizante, biogás, filtros anaerobios, residuos porcinos

Bibliografía.

Kunz A., Miele M., Steinmetz R.L.R (2009). Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. Bioresource Technology, Vol 100, pp 5485-5489.

BIOSECADO DE LODOS SECUNDARIOS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA PAPELERA: EFECTO DEL CONTENIDO INICIAL DE HUMEDAD EN EL PROCESO

César Huiliniñir, Danilo Villanueva, Pedro Iván Álvarez, Francisco Cubillos

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile, Código Postal 71783-5,
Santiago, Chile

e-mail: cesar.huilinir@usach.cl

El biosecado tiene como meta remover agua desde bio-residuos. Este proceso ha sido estudiado principalmente en residuos sólidos municipales, con pocos trabajos con lodos de la industria papelera, específicamente, lodos secundarios residuales. La meta de este estudio fue investigar el efecto del contenido inicial de humedad (CIH) sobre el proceso discontinuo de biosecado, usando cascarilla de arroz como agente estructurante. Tres CIHs fueron estudiadas (54, 65 y 74 % b.h) en reactores cerrados a escala laboratorio (18 l) bajo condiciones adiabáticas y con un flujo de aire constante ($0,65 \text{ l min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ sólido húmedo}$). El CIH de la mezcla de lodos secundarios residuales y cascarilla de arroz mostró un efecto significativo en el proceso de biosecado. Usando un CIH entre 54 a 65 % de humedad b.h., el contenido de humedad del sólido fue reducido hasta un 37% b.h. en 10 días, obteniendo valores de poder calorífico entre 8000-9000 kJ kg^{-1} . Se concluyó que una reducción del contenido inicial de humedad de la mezcla mejora la velocidad de secado y disminuye el consumo de sólidos volátiles, por lo tanto, la optimización del proceso debe tomar en cuenta este parámetro.

Palabras Claves: Biosecado, lodo secundario residual, contenido inicial de humedad, Industria Papelera.

Agradecimientos: Este estudio fue posible gracias a proyecto FONDECYT Iniciación N° 11121160 y al proyecto DICYT N° 091111HC.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE SURFACTANTES NO IÓNICOS ETOXILADOS. DEL USO INDUSTRIAL AL IMPACTO AMBIENTAL

Raúl G.E. Morales y Mauricio Canales
Centro de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias
Universidad de Chile, Santiago, Chile
E-mails: correo@raulmorales.cl, mauricio.canal@gmail.com

Una amplia variedad de usos a nivel industrial y agropecuario presentan la familia de surfactantes no iónicos etoxilados, variando su balance hidrofóbico e hidrofílico en función de la composición de los grupos etoxilados. En el presente trabajo se desarrolla una metodología de análisis químico para la identificación en muestras comerciales y matrices ambientales acuosas de este tipo de surfactantes y se analizan sus niveles de biodegradabilidad.

1. Método de Concentración. Mediante técnicas bioquímicas se procedió a concentrar y aislar fracciones de la muestra de interés mediante diálisis y posterior separación con columnas de Sephadex 25. De este modo, mediante cromatografía de capa fina se fueron seleccionando las fracciones más representativas para finalmente concentrar y obtener especies de alta pureza.

2. Propiedades Físicoquímicas del Surfactante. Mediante análisis diversos se procede a caracterizar la naturaleza del surfactante, a partir principalmente de sus Puntos de Niebla, Tensión Superficial, Concentración Micelar Crítica y Densidad.

De igual modo, mediante análisis químico elemental se procede a evidenciar la presencia de C, N, O e H, como también mediante Espectroscopía UV-Vis y FTIR, se procede a caracterizar el tipo de familia a la que pertenece el surfactante en estudio. Complementariamente, mediante RMN se procede a evidenciar la presencia o ausencia de grupos Si, en tanto que el análisis estructural surge de la información que proporcionan los espectros mono y bidimensionales de H^1 -NMR y de C^{13} -NMR.

3. Descripción Polimérica. Dado que la naturaleza de estos surfactantes obedecen principalmente a estructuras poliméricas determinadas por el modo de síntesis con que se fabrican a gran escala, se hace uso de Espectrometría de Masas para identificar la distribución molecular de especies que constituye este tipo de surfactantes no iónicos. Para ello se trabaja con espectrómetros que determinan el rango de masas entre 100 y 1500 Dalton, desde donde se analizan los complejos patrones de distribución de fragmentos moleculares poliméricos. En general se aprecia que estas especies presentan una distribución poblacional para la muestra bajo estudio de surfactantes con 5 a 20 grupos etoxilados.

4. Biodegradabilidad e Impacto Ambiental. En general estas especies muestran un complejo proceso de descomposición en el medio natural, fundamentalmente iniciado por procesos de oxidación sobre los grupos alquílicos. Se comentan algunos casos límite de cómo estos ocurren.

Agradecimientos: Al Centro de Ciencias Ambientales y al Proyecto: Tensoactivos para decapado químico y control de emisiones y residuos compatibles con el medio ambiente (2012-2013).

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE LAS BIOPELÍCULAS DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* EN UN MEDIO ENRIQUECIDO CON METALES TRAZA, PARA REMOVER EL COLORANTE TEXTIL NEGRO REACTIVO 5

Matías Lamana, Carolina Soto, María Cristina Yeber

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción, Departamento de Química Ambiental, Alonso de Rivera 2850, casilla 297.
e-mail: mcyeber@ucsc.cl

Las Biopelículas formadas por la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de metales traza, son capaces de degradar el colorante negro reactivo 5 (NR-5), como parte de un estudio que permita minimizar el impacto ambiental generado por la descarga de efluentes proveniente de las industrias textiles.

Para la optimización del proceso se estudiaron las variables pH, concentración de NR-5, y concentración de metales traza, utilizando el programa de modelamiento MODDE 7.0, el cual entregó una matriz de 15 experimentos. Los valores óptimos entregados por el modelo fueron pH 7, colorante a ser degradado 100 mgL⁻¹ y 10 µL de metales traza. Para formar las biopelículas, se incubaron las bacterias de *Pseudomonas aeruginosa* a 37° C durante 5 días. Una vez formadas las biopelículas, fueron inoculadas en los distintos experimentos de acuerdo a lo entregado por el diseño.

La remoción del colorante se siguió durante 5 días por espectrofotometría UV/visible a 594 nm, llegando a una remoción de un 98,20% para el tratamiento con metales traza y a un 67,68% para el tratamiento control. Al final del período de incubación se determinó la concentración de nitrato como producto de la oxidación del NR-5, obteniendo valores de 3,6 y 2,1 mgL⁻¹ para el tratamiento con y sin metales traza respectivamente, lo que indica que las bacterias están incorporando el compuesto como fuente de carbono mineralizándolo.

Palabras Claves: Biopelículas, *Pseudomonas aeruginosa*, colorantes textiles, mineralización

Bibliografía: Pearce C.I., Lloyd J.R., Guthrie J.T. (2003). The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: a review. *Dyes Pigments*, 58: 179-196.

EFFECTO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS Y ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO COMO RESULTADO DE LA APLICACIÓN ACUMULATIVA DE VARIAS DOSIS DE BIOSÓLIDO DURANTE TRES AÑOS

Salazar, I.*, M, Alvear * y J. Baraona**

*Dpto. Ciencias Químicas y Recursos Naturales. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Universidad de La Frontera. Temuco

**Dpto. de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile
e-mail: itillier@ufro.cl

La aplicación de biosólido en suelos puede constituir, además, del alto contenido de materia orgánica, una importante fuente de nutrientes y el aporte de algunos metales pesados que pueden ser acumulados por el suelo. En el desarrollo de este trabajo se aplicaron en un suelo, anualmente, durante tres años, diferentes dosis de biosólido,- proveniente de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la Región de la Araucanía-, 15, 30, 60, 90 y 150 ton/ha, considerando un testigo sin adición, en parcelas de 4 x 10 m. Transcurridos cuatro años se colectaron muestras del suelo y se determinó la concentración de cobre, zinc, mercurio, cadmio, selenio, plomo, níquel, fierro y la actividad microbiana a través de respirometría.

Se encontró que, principalmente, el cobre y zinc acumulado en el suelo aumentaron progresivamente con la dosis y sucesivamente con el año de aplicación, siendo los resultados estadísticamente significativos. La actividad microbiana medida por la evolución de CO₂ en sistemas cerrados y condiciones ambientales controladas(1), fue mayor en el suelo con una dosis de 90 ton/ha, mostrando una diferencia con respecto al testigo de 2314 mgC-CO₂ g⁻¹ s.s. En general, la secuencia de evolución de C-CO₂ con la dosis de biosólido aplicado, fue, 90>60>150>30>15>testigo aumentando linealmente hasta los 10 días, lo que era de esperar por el incremento de la materia orgánica con las dosis de biosólido, así también, se observó que la tasa de evolución de C-CO₂(2), disminuyó a medida que avanzaba el tiempo, debido, probablemente, a la disminución de la materia orgánica disponible para los microorganismos(3). No se encontró relación entre el nivel de metales pesados y la actividad microbiana evaluada al cuarto año después de iniciado el ensayo.

Palabras claves: Biosólido, Metales pesados, Actividad microbiana, Respirometría.

- 1.-Salazar,I., Millar, D., Lara, V., Nuñez, M., Parada, M., Alvear, M. and Baraona, J.(2012). Effect of biosolids application on some chemical, biological and physical properties of Andisol, southern Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 12(3): 441-450.
- 2.-Varnero, MT., Faundez, P., Santibañez, C. y Alvarado, P. (2004). Evaluación de lodo fresco y compostado como materia prima para la elaboración de sustratos. En: Simposio Residuos Orgánicos y su Uso en Sistemas Agroforestales. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. Pp. 477-481.
- 3.-Celis,J., Sandoval, M. y Zagal, E. (2009). Actividad respiratoria de microorganismos en un suelo patagónico enmendado con lodos salmonícolas. *Arch. Med. Vet.* 41, 275-279.

SISTEMA COMBINADO DE BIOPROCESAMIENTO DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA OLEÍCOLA PARA GENERAR BIOGÁS Y COMPOST

María Teresa Varnero; Javiera Suárez; Karina Galleguillos; Darío Guerrero

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Casilla 1004 – Santiago, Chile.

e-mail: mvarnero@gmail.com

Actualmente, el subproducto más abundante de la industria oleícola es el orujo de oliva de dos fases, denominado alperujo (AL). En Chile, se estima que un 42% de las plantaciones de olivos se orienta a la elaboración de aceites de oliva, lo que generaría unas 46.000 t AL/año. Este residuo es potencialmente utilizable en el sector agrícola como enmienda orgánica, por su alto nivel de materia orgánica. Sin embargo, existen diversas propiedades que impiden su incorporación directa al suelo, como la presencia de fitotóxicos (polifenoles hidrosolubles, lipídicos y ácidos orgánicos de bajo peso molecular), elevada relación carbono nitrógeno, alto contenido de sales solubles y de contenido de aceite. Su utilización sin un tratamiento previo induce efectos tóxicos y depresivos sobre los cultivos. El AL puede procesarse mediante técnicas de compostaje, de bajo costo y respetuosas con el medio ambiente, para su aprovechamiento agrícola como enmendante o abono orgánico. La investigación realizada sobre su aprovechamiento energético mediante digestión anaeróbica para la producción de biogás es escasa y, casi inexistente, sobre la que se refiere al acoplamiento en forma sucesiva de ambos métodos, anaerobio y aerobio, para la generación de energía y la producción final de abonos. En este trabajo se desarrolló un sistema combinado, integrando fases degradación anaeróbica y aeróbica, con el objetivo de optimizar la producción de biogás y estabilizar mediante compostaje, el digestato generado en la metanogénesis. La fase anaeróbica se hizo en digestores pilotos tipo Batch, a 30°C, con mezclas de AL y residuo vegetales para obtener relaciones C/N de 30/1; con inclusión de inoculantes metanogénicos en base a guano de bovino. Se obtiene un biogás con un 65% de CH₄; 27% de CO₂ y un 8% de gases traza, e inicio de la fase metanogénica a los 20 días. Con el digestato se construyó una pila de compostaje con volteos periódicos. Se registró y analizó diversos parámetros, para clasificar los productos según la Normativa Chilena de Compost (NCh 2880). Los resultados indican que el compost obtenido de técnicas combinadas de digestión anaeróbica seguida de aeróbica, tiene una mejor calidad pudiéndose utilizar con fines agronómicos sin restricciones de uso. Además, el proceso se optimiza en términos de duración, permitiendo el tratamiento de un mayor volumen de residuos.

Palabras Claves: Biogás, Digestato, Digestión Anaeróbica, Compostaje, Digestión Aeróbica.

Bibliografía:

Borja, R., Rincón, B., Raposo, F. 2006. Anaerobic biodegradation of two-phase olive mill solid wastes and liquid effluents: Kinetic studies and process performance. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81 (9), pp. 1450-1462.

Cayuela, M.L., Bernal, M.P., Roig, A. 2004. Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use. *Compost Science and Utilization*, 12 (2), pp. 130-136.

Agradecimientos: Los autores agradecen el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo al MINISTERIO DE ENERGÍA (Biogás y Aplicaciones) y a CONICYT (FONDEF D0711008).

ESTUDIOS DE RADIOACTIVIDAD EN SUELOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA GAMMA

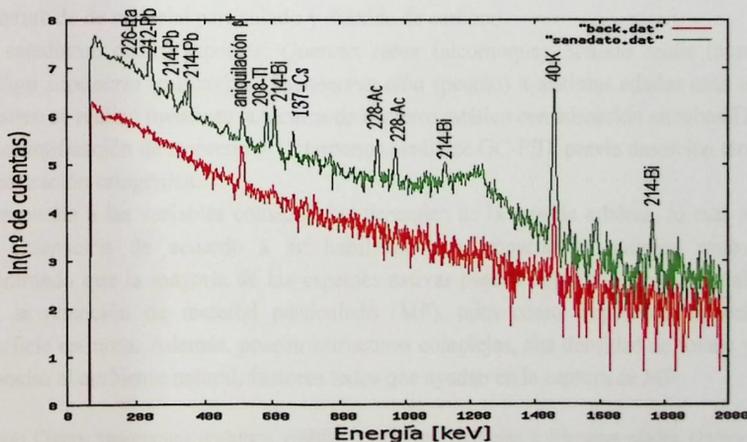
J. R. Morales, R. Correa*, S. Cancino, S. Godoy, N. Gallo, P. Miranda, P. Ortiz

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, Departamento de Física. Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago, Chile.

* Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física. Av. José Pedro Alessandri 1242, Ñuñoa, Santiago, Chile.

rmorales@uchile.cl

^{137}Cs se detectó en 14 muestras de suelos obtenidas en la cordillera de los Andes en la zona del Cajón del Maipo junto con radioisótopos de origen natural de las series de decaimiento del ^{232}Th y del ^{238}U , además de ^{40}K . La presencia de radioisótopos de origen antropogénico con vida media corta, como el ^{137}Cs en esta zona, es consecuencia de experimentos y pruebas de artefactos nucleares realizados en el hemisferio sur y fue encontrado en todas las muestras recopiladas [1]. La detección de los núcleos radioactivos se realizó con un sistema de espectroscopia gamma de alta resolución HP Ge en el Laboratorio de Física Nuclear de la Facultad de Ciencias de la U. de Chile. Los espectros se analizaron con el código AGNES, un espectro típico se muestra más abajo.



Se ha observado que la abundancia relativa de ^{137}Cs respecto a ^{40}K depende del tipo de suelo y que las concentraciones de los radionuclidos tienden a ser mayores en los granos de tamaño menor que $20\ \mu\text{m}$.

Palabras Claves: ^{137}Cs , radiactividad, espectroscopia gamma.

[1] R. Correa, J. R. Morales, L. Da Silva, S. Donoso, S. Godoy and E. Mera. Detection of ^{137}Cs in the Andes Mountains near Santrigo, Chile. AIP Conf. Proc. 1423 (2011).

¿UN ÁRBOL CONTAMINA O DESCONTAMINA EL AMBIENTE?

Karina Corada, Johanna Morales y Margarita Préndez,

Laboratorio de Química de la Atmósfera, Departamento de Orgánica y Físicoquímica,
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile
Santiago, Chile

karycorada@gmail.com, johannaiv@gmail.com, mprendez@ciq.uchile.cl

Tradicionalmente, los árboles han sido considerados eficientes herramientas de descontaminación. No obstante, la verdad es que ellos cumplen innumerables funciones ambientales, algunas más positivas que otras. A nivel internacional existe una abundante literatura científica al respecto. A nivel nacional, la situación es diferente. Los árboles han sido estudiados básicamente desde un punto de vista agronómico, pero no desde la perspectiva de su interacción en procesos químicos con el ambiente que los rodea.

El propósito de este trabajo es mostrar la necesidad del estudio químico acabado de la vegetación urbana a diferentes estadios de desarrollo de los árboles. El estudio se centra básicamente, aunque no únicamente, en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, precursores en conjunto con los óxidos de nitrógeno, del ozono estratosférico, así como en la captura de material particulado y dióxido de carbono.

Se estudiaron cuatro especies: *Quercus suber* (alcornoque), *Schinus molle* (pimiento), *Quillaja saponaria* (quillay) y *Cryptocaria alba* (peumo) a distintas edades cada una. El muestreo se realizó mediante la técnica de encierro estático con adsorción en tubos TENAX y la cuantificación de isopreno y 15 terpenos mediante GC-FID, previa desorción térmica y concentración criogénica.

La respuesta a las variables consideradas dependen de la especie arbórea, lo cual permite una ordenación de acuerdo a su habilidad para impactar la química atmosférica, encontrando que la mayoría de las especies nativas poseen hojas con mayores cualidades para la retención de material particulado (MP), tales como: rugosidad, vellosidad o superficie resinosa. Además, poseen estructuras complejas, alta densidad de follaje y están adaptadas al ambiente natural, factores todos que ayudan en la captura de MP.

Palabras Claves: compuestos orgánicos volátiles biogénicos, emisiones a diferentes edades, *Quercus suber*, *Schinus molle*, *Quillaja saponaria* y *Cryptocaria alba*

Bibliografía: CARVAJAL, V. et al, 2012. Urban Environmental Pollution 2012, Creating Healthy, liveable Cities. Junio 2012, Holanda.

EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO DE UN GRUPO SIMILAR DE EXPOSICIÓN DE AMAS DE CASA QUE UTILIZAN LEÑA COMO COMBUSTIBLE PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA VEREDA PALMITAS DEL MUNICIPIO DE EL SANTUARIO DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2012

Jhon Jaime Cárdenas, Luis Fernando Amaya, Juan Fernando Lenis

Universidad de Antioquia – Facultad Nacional de Salud Pública

Medellín – Colombia

e-mail: jflenis@hotmail.com

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), autoridad ambiental Colombiana, ha venido realizando en los últimos años la construcción de "Estufas Eficientes" en la región oriental del departamento de Antioquia a través del proyecto "Huellas", con el fin de mejorar la calidad de la vida de las personas que cocinan con leña en esta región. Esta nueva tecnología ha sido beneficiosa para la población, pero no ha sido evaluada desde la perspectiva ambiental al interior de los hogares.

El objetivo de esta investigación fue determinar la exposición a material particulado respirable para un grupo similar de exposición (GSE) de amas de casa seleccionadas que utilizan fogón tradicional de leña o estufas eficientes en la zona de la vereda Palmitas en el municipio de El Santuario en el primer semestre del año 2012. La toma de muestras se realizó de acuerdo a la metodología del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH 0600). En total se tomaron 40 muestras, 20 en el fogón tradicional y 20 en la estufa eficiente a dos niveles diferentes de humedad de la madera utilizada.

Se encuentra en la literatura diferentes estudios que han evaluado el material particulado desde el punto de vista medioambiental. Sin embargo, no se encontró un estudio de investigación que evaluara la exposición a partículas respirables en las amas de casa que cocinan con leña en fogones tradicionales o estufas eficientes.

Los resultados finales mostraron cómo el cambio tecnológico de estufas tradicionales a Estufas Eficientes disminuye los niveles de la exposición de material particulado respirable en las amas de casa en un porcentaje $\geq 88,8\%$. Otro hallazgo importante es que en las estufas eficientes, el nivel de exposición no está influenciado por el contenido de humedad de la madera ($<10\%$), mientras que en las estufas tradicionales se observó que la humedad es una variable importante, obteniendo niveles de exposición de $108,5\%$ con madera húmeda entre 35% a 45% , en comparación con el $68,8\%$ de exposición cuando la madera tiene un contenido de humedad entre 15% a 20% .

Palabras Claves: Estufa Eficiente, Exposición Material Particulado Respirable, Humedad de Madera, Combustión, Monitoreo Personal, Índice de Exposición.

Bibliografía:

1. FAO. El uso doméstico de la leña en países en desarrollo y sus repercusiones en la salud (sitio en Internet). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/a0789s/a0789s09.htm>. Acceso octubre 30 de 2011.
2. Organización Mundial de la Salud. Energía doméstica y Salud, Combustibles para una vida mejor. Francia, Organización Mundial de la Salud; 2007.

INDICADORES METEOROLÓGICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ALERTAS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE SANTIAGO

Raúl G.E. Morales¹ y Claudio H. González R².

¹Centro de Ciencias Ambientales y Departamento de Química, Facultad de Ciencias
Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, RM, Chile.

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. Campus Velásquez, Avda.
Velásquez 1775, Casilla 6-D, Arica, XV Región
e-mail: correo@raulmorales.cl

La ciudad de Santiago, localizada a 520 msnm (33.5° S y 70.8° W), en los períodos de otoño-invierno ha sido reconocida como uno de los centros urbanos de mayores niveles de contaminación atmosférica por material particulado en el país.

Nuestro grupo, sobre la base de consideraciones meteorológicas que particularmente se dan en el observatorio del cerro Lo Prado, en el sector poniente de la ciudad, ha establecido un modelo de pronósticos de episodios por contaminación atmosférica por partículas (MP-10)¹. Dicho modelo permite predecir a lo menos con 32 horas promedio de antelación como es que la contaminación por MP-10 alcanza concentraciones propias de preemergencias en la zona correspondiente a Pudahuel, en el sector nor-poniente de la ciudad.

El modelo empleado, que se basa en una consideración descriptiva de un comportamiento sigmoideo de estas variables (Humedad y Temperatura) en una serie de tiempo, se aplica al registro histórico de las Alertas ambientales constatadas durante el período 2000 – 2010. En este registro se contabilizaron un total de 75 episodios de Alerta Ambiental, la mayoría de ellos constatados en la estación Pudahuel. De estos, se examinaron 10 episodios, representativos de cada año, encontrándose que al aplicar el modelo, éste al igual que con los episodios de preemergencia, es capaz de predecir las respectivas Alertas, aun cuando éstas son menos sensibles desde un punto de vista de la concentración del MP-10. Efectivamente, en dicho trabajo anterior a este, pudimos deducir el inicio de dichos episodios mediante la observación del posicionamiento en la serie de tiempo de la humedad relativa y el gradiente de temperatura. El desfase entre este posicionamiento y el inicio del episodio alcanzó un promedio de 32 horas, observándose que el gradiente de temperatura presenta un desfase menor, siendo de 9 horas en promedio.

En la aplicación del modelo a estos episodios de alertas los niveles de predicción nos permiten determinar el inicio de cada episodio con un promedio de 28 horas de antelación, mostrando en general una mejor correlación de la humedad relativa que el de la temperatura. Se discute la calidad de ambos indicadores. Estos resultados nos permiten mostrar que se está frente a un modelo que tiene un buen nivel de predicción local de contaminación por MP-10 en el período Otoño-Invierno para la ciudad de Santiago.

Agradecimientos. *Este trabajo fue financiado por el Centro de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile y el Departamento de Química, Universidad de Tarapacá*

(1) Raúl G.E. Morales, Augusto Llanos, Manuel Merino and Claudio H. González-Rojas "A semi-empirical method of PM-10 atmospheric pollution forecast at Santiago de Chile City", *Nature Environment and Pollution Technology*, 2012 (11) 2, pp 181-186.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE EMISIÓN DE OLORES POR PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDAD EL TREBAL

⁽¹⁾ Matías Eleazar A. Núñez Lobos, ⁽²⁾ Manuel A. Leiva Guzmán

⁽¹⁾ Centro Nacional del Medio Ambiente, ⁽²⁾ Centro de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile
e-mail: matiasnl@gmail.com, manleiva@uchile.cl

A raíz de la necesidad de tratar las aguas para mejorar su calidad sin dañar el medio ambiente, es donde se genera una nueva temática dentro del área de las ciencias ambientales en nuestro país, como lo es la contaminación odorífica o contaminación por olores. Las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en cada uno de sus procesos generan olor, principalmente en las canchas de secado de lodos. La emisión de olores afecta directamente a las comunidades cercanas, deteriorando su salud y calidad de vida. Debido a esto y a la necesidad de disponer de una metodología factible en la medición de gases odorantes, se realiza una campaña de monitoreo, para evaluar el impacto de olores de la PTAS en la localidad de El Trebal y analizar factores que afectan el impacto de olor con un método de medición viable.

El método elegido es el “Monitoreo Continuo de Olores”, basado en la norma alemana VDI 3940, el cual consiste en mediciones de tiempo que se percibe un olor en 10 minutos, en puntos de monitoreo específicos en el perímetro del lugar de emisión. Luego se realiza un análisis estadístico que se compara con datos meteorológicos de la zona.

Se encontró una relación directa entre la emisión de olores y los factores meteorológicos del lugar, como velocidad de viento y dirección, con un efecto mayor en la zona centro y sur de la PTAS. Por otra parte, la cantidad de gases odorantes es proporcional al área del proceso o sector de disposición según sea el caso. También afecta la hora de la medición, donde el periodo con mayor notas corresponde a al horario compuesto entre las 15hrs y las 21hrs.

El método propuesto para la evaluación de emisión de olores es propicio, evaluando distancias, factores meteorológicos, frecuencias y horarios de emisión catastrando el profundo impacto de la PTAS en la contaminación odorífica. Esto ayudará a implementar mejores medidas de mitigación y control, optimizar y mejorar los procesos para un medio ambiente limpio y saludable.

Palabras Claves: Olor, PTAS, VDI, monitoreo continuo de olores

Bibliografía:

- Nilo Gaete, Paola. “Actualización de la información para la gestión de olores a nivel nacional”, 2010
- Norma NCh 3190. “Calidad de aire – Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”, 2010
- Norma alemana. VDI 3940, 1993

DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN DIFERENTES ÓRGANOS DE BAGRE (*Trichomycterus areolatus*) Y PEJERREY (*Basilichthys microlepidotus*)

Catalina Pérez F.^{1,2}, Gigliola Muñoz¹, David Veliz² y Sylvia V. Copaja¹

¹: Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental, Departamento de Química,

²Departamento de Ciencias Ecológicas e Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago, Chile.

e-mail: ¹scopaja@uchile.cl; ²dveliz@uchile.cl

Los sistemas hídricos dulceacuícolas han sido fuertemente alterados por la presencia del hombre y aun más por la presencia de los embalses, que modifican las características físicas, químicas y biológicas de una cuenca, afectando la calidad del agua, la vida acuática y la diversidad de las especies. Por esto, se hace necesario estudiar el efecto del embalse en el entorno antes y después (afluente y efluente) de él. Uno de los efectos posibles de los embalses es la asociada con los cambios en la distribución y concentración de metales pesados y la biodisponibilidad de éstos, los cuales pueden ser, tanto de origen litogénico como antropogénico. La distribución de metales pesados en distintos órganos de especies biológicas de peces es dependiente tanto del hábitat, de la propia especie, como de las características propias del metal, por eso se estudió el contenido de metales pesados en distintos órganos de Pejerrey Chileno y Bagre, especies colectadas en el afluente y efluente de los embalses estudiados. Un análisis estadístico de esta la distribución daría cuenta del efecto del embalse en relación a diferencias significativas en las concentraciones de los metales estudiados.

Para este estudio se seleccionó tres embalses, Cogotí, La Paloma y Corrales, que pertenecen a la IV Región de Coquimbo. Las muestras fueron colectadas en época de invierno, alto caudal (AC) 2011, en afluentes y efluentes de los embalses. Desde cada individuo se obtuvo las branquias, el hígado y un trozo de músculo de la aleta caudal, los cuales fueron secados hasta masa constante a 40°C. La extracción de los metales se realizó por digestión con HNO₃ suprapur® por microondas y optimizada material de referencia (DOLT-4). La cuantificación de los metales: Al, Cd, Cr, Cu, Mo, Mn, Fe, Ni, Pb, Zn se realizó por EAA con atomización por llama y atomización electrotérmica. Para el análisis estadístico aplicado (anova 1 vía con prueba de permutación) solo pudieron ser considerados, Al, Cu, Fe, Pb. Este análisis indica diferencias significativas ($p < 0,05$) en la distribución de metales pesados antes y después del embalse La Paloma en hígado y músculo de bagre para los metales Al, Fe y Pb, y Cu en hígado. Para pejerrey, solo Cu en branquias. En el embalse Cogotí, estas diferencias se encontraron en branquia de bagre los metales Al y Cu, para pejerrey Al en hígado y músculo, Fe en branquias y Pb solo en músculo. En el embalse Corrales, se encontró diferencias significativas en bagre para Cu en branquias, Fe y Pb en hígado; Pb y Al en músculo. Para pejerrey se encontró Al, Fe, Cu, Pb en músculo, Cu en hígado y branquias, mientras que Al y Fe mostraron diferencias en hígado. Los resultados de este análisis indican que para algunos metales hay diferencias significativas en la distribución de ellos antes y después del embalse, siendo esto dependiente de la especie en estudio y comprobatorio de la influencia del embalse.

Referencias: A. Farkas, J. Salánki and I. Varanka. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. Lakes & Reservoirs: Research and Management 2000 5: 271–279. **Agradecimientos:** Los autores agradecen al proyecto Fondecyt 1100341, ICM P05- 002 y PFB-23 al Instituto de Ecología y Biodiversidad y a la Facultad de Ciencias. Universidad de Chile, por el financiamiento de este trabajo.

CONTENIDOS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS Y AGUAS DE LAGUNAS URBANAS DE CONCEPCIÓN- CHILE

H. Sandoval¹, E. González¹, J. Neira²

¹ Facultad de Ciencias, Departamento Química Ambiental, Universidad Católica de la Santísima Concepción eligionza@ucsc.cl

² Facultad de Farmacia, Departamento Análisis Instrumental, Universidad de Concepción

Los estudios de disponibilidad y distribución de metales pesados en ambientes acuáticos son temas de interés relevante en la catalogación de las llamadas zonas de riesgo ambiental. El metal mercurio por sus características de alta persistencia, volatilidad y bio-acumulación es considerado un elemento tóxico capaz de generar graves problemas de contaminación ambiental. En este trabajo se cuantificó la concentración de Hg en agua y sedimentos (total y biodisponible) en tres sistemas acuáticos de la ciudad de Concepción que corresponden a

| | [Hg] agua superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) | [Hg] sedimento Biodisponible ($\mu\text{g g}^{-1}$) | [Hg] sedimento total ($\mu\text{g g}^{-1}$) |
|------------------------------|---|---|--|
| Laguna Tres Pascualas | | | |
| E 1 | 0,012 | 0,042 | 0,344 |
| E 2 | 0,01 | 0,03 | 0,211 |
| E 3 | 0,014 | 0,042 | 0,312 |
| E 4 | 0,008 | 0,045 | 0,275 |
| Laguna Lo Méndez | | | |
| E 1 | 0,007 | 0,042 | 0,28 |
| E 2 | 0,015 | 0,038 | 0,227 |
| E 3 | 0,011 | 0,036 | 0,246 |
| E 4 | 0,01 | 0,035 | 0,276 |
| Laguna Lo Galindo | | | |
| E 1 | 0,017 | 0,036 | 0,289 |
| E 2 | 0,01 | 0,04 | 0,302 |
| E 3 | 0,012 | 0,038 | 0,3 |
| E 4 | 0,012 | 0,034 | 0,267 |

TABLA: Concentraciones de Hg en agua superficial y contenido de mercurio biodisponible y total en sedimentos para las lagunas Tres Pascualas (LTP) Lo Méndez (LLM) y Lo Galindo (LLG)

las lagunas urbanas Lo Galindo (LLG), Lo Méndez (LLM) y Tres Pascualas (LTP). En cada una de ellas se realizaron cuatro estaciones de muestreo. Para la determinación de Hg total, las muestras de sedimento liofilizadas fueron digeridas con mezcla de $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3\text{-HF}$; las muestras de sedimento para la determinación de Hg biodisponible se sometieron a digestión con ácido acético y las muestras de agua fueron irradiadas con luz UV por 15 minutos.

La cuantificación se realizó mediante

Espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío a una longitud de onda de 253,7 nm, para las muestras de agua se utilizó malla de oro para preconcentrar. La determinación analítica se hizo mediante adición estándar.

Los valores de Hg obtenidos en los sedimentos, entre las lagunas estudiadas son similares entre sí. Debido a que los cuerpos lagunares de esta región están formados por sedimentos andinos se pueden usar esos como referentes, al comparar los resultados con trabajo de lago Laja se encontró que las tres lagunas tienen una concentración de mercurio 5 veces mayor que el informado para el lago Laja y los valores de Hg biodisponible en sedimentos son similares a los del lago Laja. Con respecto a los resultados de agua, para las tres lagunas estudiadas los resultados de Hg obtenido se encuentran dentro de los valores para aguas no contaminadas ($1,0$ y $50,0 \text{ ng L}^{-1}$).

Palabras claves: Mercurio, lagunas, biodisponible

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- Goncalves C., Favaro D. I. T., Melfi A. J., Oliveira S. M. B., Vasconcellos M. B. A., Fostier A. H., Guimaraes J. R., Boulet R. and Forti M. C. 2000. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 243(3), 789-796
- 2.- Urrutia, R.; Yevenes, M.; Barra, R.; *Bol. Soc. Chil. Quím.* 2002, 47, 457.
- 3.- González E., Retamal M., Medina V., Ahumada R., 2009. *Quím. Nova*, Vol. 32, No. 4, pp.902-907.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias y a la Dirección de Investigaciones Proyecto DIN 0610 de la Universidad Católica de la Santísima Concepción y Proyecto Fondecyt N° 1120805.

PROPUESTA DE UN INDICADOR PARA EVALUAR CUMPLIMIENTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DE AGUAS

Cortés, Isel; Muñoz, Jorge; Garrido, Erika

Laboratorio de Química Ambiental. Centro Nacional del Medio Ambiente.

Larrain 9975. La Reina. Santiago de Chile.

e-mail: icortes@cenma.cl

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) es el instrumento para evaluar la calidad de las aguas continentales superficiales, en las áreas de vigilancia, mediante un monitoreo sistemático y la verificación del cumplimiento se realiza según los criterios establecidos en cada una de las normas. Para el caso del Río Serrano, la primera norma de calidad secundaria de aguas vigente en Chile, se establece que el cumplimiento se evalúa a partir del percentil 66 móvil con dos años de mediciones. Este criterio, no obstante, resulta ser una evaluación ambientalmente tardía que no permite la conservación de la calidad de las aguas. En este trabajo se desarrolla un índice que pueda ser aplicable para evaluar la calidad de las aguas del Río Serrano y sus afluentes como herramienta representativa y que pueda incluirse en modelos para la toma de decisiones. Se evaluaron resultados obtenidos en tres campañas de muestreo desarrolladas entre 2009 y 2011, comparando las evaluaciones mediante el criterio del percentil 66 con el indicador propuesto, para todos los parámetros químicos normados por cada área de vigilancia.

Se encontró, de modo general, que el percentil 66 se supera sólo cuando hayan pasado varios años de superación simple del valor normado, en virtud del número de datos que se obtienen cada año con la frecuencia de muestreo establecida en las normas.

El indicador propuesto, consiste en una relación aritmética simple entre el valor medido y el valor normado, con escala entre 0 y 1, lo que permite detectar la proximidad de los valores medidos con los valores normados en cada área de vigilancia y estudiar sus tendencias. Por ejemplo, para el sulfato en el área de vigilancia PA-10, el sulfato se encontrado en condición de Mala calidad según el indicador durante los años 2010 y 2011. Sin embargo, la evaluación del percentil arroja que no ha sido superada la norma. Esta herramienta, también permite detectar situaciones en que el valor normado pudo haber sido fijado sin suficiente evidencia en las condiciones naturales del sistema por consiguiente, su superación no necesariamente está vinculada con contaminación antropogénica.

Palabras Claves: normas secundarias, indicador, aguas.

Bibliografía:

Cortés, I. y M. Olmedo "Apoyo al programa de vigilancia de las normas de calidad secundaria. Cuenca Río Serrano." INFORME TECNICO. 2011. 175 páginas.

Gobierno de Chile. DS N°75/2009. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Serrano. Publicación diario oficial, 19 Marzo de 2010.

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ATOYAC Y CANALES UTILIZADOS PARA REGAR CULTIVOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 030 “Valsequillo”

Ana Iris Ayala Osorio¹, Sarai González Contreras¹, M.C. Noemí Bonilla y Fernández²,
Fernando Hernández Aldana² y Dra. Sonia E. Silva Gómez².

Departamento de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla. Boulevard 14 Sur 6301. CP 72570. Puebla, México.
nohemi.bonilla@correo.buap.mx, iris_ayala.o@hotmail.com

El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad del agua mediante análisis fisicoquímico de efluentes industriales vertidos al río Atoyac y del agua que circula por el canal principal y canales secundarios, con la finalidad de identificar si el agua tiene las propiedades adecuadas para ser empleada en la irrigación de 35 000 hectáreas de superficie agrícola que comprende el Distrito de Riego 030 “Valsequillo”. Fueron muestreadas 10 estaciones correspondientes a descargas industriales vertidas al río Atoyac y 11 estaciones a lo largo del canal principal y canales secundarios, los días 11 y 12 de agosto del 2011. Se determinaron *in situ* los parámetros de: temperatura, conductividad eléctrica y pH. Se recolectaron y preservaron las muestras de agua para determinar en el laboratorio sólidos en todas sus formas, alcalinidad, cloruros, nitrógeno total, fósforo total, demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅), grasas y aceites, sulfatos, sodio, potasio, dureza total, al Ca²⁺, al Mg²⁺. Para realizar las determinaciones se implementaron las normas técnicas mexicanas NMX-AA (materia de agua), los resultados obtenidos fueron comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que las aportaciones de agua residual industrial que llegan al río Atoyac son de baja calidad, por lo que sus descargas de agua exceden el LMP que establece la normatividad mexicana en cuanto a conductividad eléctrica, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, DBO₅, grasas y aceites y fósforo total. Por su parte el agua de los canales revela contaminación principalmente por grasas y aceites y DBO₅. Comparando ambas zonas de estudio se determina que las descargas industriales presentan en general mayor contaminación en todos los parámetros determinados, sin embargo debemos considerar que los contaminantes se diluyen tanto en la presa como en su recorrido por los canales. Se recomienda realizar estudios adicionales en suelos, plantas y pozos en el Distrito de Riego 030 “Valsequillo”, para evaluar el efecto ambiental que ha ocasionado el uso del agua proveniente de escurrimientos del río Atoyac.

Palabras clave: Calidad de agua de riego, salinidad, río Atoyac.

Bibliografía:

- (1) ACEVES N., Everardo y PALACIOS V., Oscar. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola. Colegio de Postgraduados, México. 1994, página 56.
- (2) SCHROECER, Edward D. y TCHOBANGOLOUS, George. Water Quality, Addison Wesley Longman USA. 1987, página 201.
- (3) Diario Oficial de la Federación. NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 24 de diciembre de 1996.

INDICE DE BIOACUMULACIÓN (IBA) DE METALES PESADOS EN PEJERREY (*Basilichthys microlepidotus*) Y BAGRE (*Trichomycterus areolatus*) DEL EMBALSE RAPEL

Gigliola Muñoz¹, Vesna Núñez S.^{1,2}, Catalina Pérez F.^{1,2},

David Véliz² y Sylvia V. Copaja¹

¹Depto de Química, ²Depto de Ciencias Ecológicas e Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago. Chile.

E-mail ¹scopaja@uchile.cl

La acumulación de metales pesados en sedimentos, por adsorción y/o coprecipitación u otras formas de asociación natural, puede acarrear en el tiempo consecuencias negativas para el entorno eco-biológico. Las variaciones del medio circundante a los sedimentos pueden producir la transferencia de cantidades significativamente elevadas en estado soluble, y con ello accesible a los sistemas acuosos y seres vivos. El concepto de bioacumulación, se refiere a la acumulación de contaminantes en los organismos y el índice de bioacumulación (IBA), se expresa por la relación entre la cantidad de un contaminante en un organismo vivo y la concentración de ese contaminante en el medio.

En este trabajo se determinó el índice de bioacumulación (IBA), de metales pesados, en diferentes órganos de las especies Pejerrey y Bagre. Con relación al hábitat de estas especies, se consideró los metales en agua superficial, agua intersticial y la fracción lábil del sedimento. El lugar de estudio correspondió al embalse Rapel (VI región, Chile). Las muestras fueron colectadas en el afluente y efluente del embalse durante dos campañas (alto caudal y bajo caudal). Los sedimentos fueron secados a temperatura ambiente y tamizados (<63 µm), la fracción lábil fue extraída por agitación con ácido acético 0,11 M por 16 h. Las muestras de agua superficial fueron preservadas con HNO₃ suprapur al 2%. El agua intersticial fue obtenida por filtración simple desde el sedimento y luego preservadas en las mismas condiciones que el agua superficial. Los peces fueron separados en: branquias, hígado y músculo. Estos tejidos fueron secados hasta masa constante a 40°C. La extracción se realizó por digestión con ácido nítrico por microondas. Para determinar la calidad de los resultados y del método analítico empleado se utilizó una muestra certificada: Dolt-4 (hígado de pescado). La cuantificación de los metales: Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb y Zn, se realizó por EAA con atomización por llama y electrotermica.

Para la campaña de alto caudal, en el afluente, se encontró bioacumulación de los metales: Al, Cu, Fe y Zn, destacando Zn (18,78) y Al (14,4) para branquias y músculo de Bagre respectivamente, mientras que para Pejerrey destaca Zn Branquia e hígado (5,97 y 5,66), respectivamente. En el efluente ambas especies no fueron colectadas. En la campaña de bajo caudal se encontró bioacumulación de Cu, Fe y Zn, este último con mayores valores en los tres órganos de ambas especies tanto en el afluente como en el efluente del embalse. El cálculo del IBA permitió determinar la influencia del entorno en la acumulación de metales pesados en los diferentes órganos de las especies en estudio

Palabras clave: Sedimentos, Bagre, Índice de bioacumulación, Metales pesados, Adsorción atómica

Referencia: A. Farkas, J. Salánki and I. Varanka. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. Lakes & Reservoirs: Research and Management 2000 5: 271–279.

Agradecimientos: Los autores agradecen al proyecto Fondecyt 1100341, ICM P05- 002 y PFB-23 al Instituto de Ecología y Biodiversidad y a la Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

DETERMINACIÓN DE MERCURIO TOTAL EN AFLUENTES Y EFLUENTES DE EMBALSES CHILENOS

Vesna Núñez S.^{1,2}, David Véliz² y Sylvia V. Copaja¹.

¹: Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental, Departamento de Química,

²Departamento de Ciencias Ecológicas e Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago, Chile.

e-mail: ¹scopaja@uchile.cl; ²dveliz@uchile.cl

Los contaminantes que llegan a las cuencas hidrográficas, se almacenan principalmente en los sedimentos, éstos contaminantes suelen ser metales pesados que se pueden encontrar en diversas formas químicas, siendo la forma lábil de estos metales las que pueden ser transferidas a la columna de agua. De los metales pesados, el mercurio es considerado como el más tóxico, habitualmente no se encuentra en el medio natural y su presencia significa una contaminación del tipo antropogénico debido al uso de pesticidas mercuriales, minería e industrias en general.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de algunos embalses chilenos (Rapel, Cogotí, La Paloma, Recoleta y Corrales), en la distribución del mercurio total en agua superficial (AS) e intersticial (AI) de afluentes (Af) y efluentes (Ef) de estos embalses.

Las campañas de muestreo se realizaron en época de alto (AC) y bajo caudal (BC), durante los años 2010 y 2011. Para la toma de muestras, se seleccionó tres sitios antes y tres sitios después de cada embalse. Las muestras de agua superficial fueron caracterizadas *in situ*: pH, CE y Eh. Las aguas intersticiales, fueron extraídas por filtración simple desde el sedimento y caracterizadas en el laboratorio: pH, CE y sales solubles. Todas las muestras fueron estabilizadas con HCl suprapur® y almacenadas a -4°C.

Mediante la previa realización de un diseño experimental de fracción mixta, el mercurio fue determinado por generación de hidruros (vapor frío), acoplado a absorción atómica (HG-AAS). La metodología analítica fue validada considerando rango lineal, precisión, exactitud, LD y LC utilizando una muestra certificada (ERM-CA615). Bajo las condiciones óptimas obtenidas por medio del diseño experimental, las concentraciones de mercurio encontradas fueron (μgL^{-1}):

| | | Cogotí | | Corrales | | La Paloma | | Rapel | | Recoleta | |
|----|----|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | | AS | AI | AS | AI | AS | AI | AS | AI | AS | AI |
| AC | Af | 0,03±0,00 | 0,05±0,01 | <LD | 0,06±0,03 | <LD | 0,04±0,01 | * | 0,07±0,04 | 0,03±0,00 | 0,03±0,01 |
| | Ef | <LD | 0,05±0,01 | <LD | 0,04±0,02 | <LD | 0,05±0,01 | * | 0,07±0,03 | <LD | <LD |
| BC | Af | <LD | 0,08±0,03 | * | * | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,06±0,00 | 0,04±0,01 | 0,02 |
| | Ef | <LD | 0,05±0,01 | <LD | 0,04±0,01 | <LD | 0,04 | <LD | 0,06±0,02 | 0,03 | <LD |

* Indica ausencia de muestras.; LD=0,017 μgL^{-1} .

Los resultados indican que las concentraciones de Hg fueron levemente menores en el agua superficial (la mayoría <LD), que en el agua intersticial, debido a que ésta última está en contacto con el sedimento, considerado un reservorio de metales pesados.

Sólo en el agua intersticial, se observan pequeñas diferencias estacionales y entre afluente y efluente.

Palabras Claves: Generación de hidruros, Vapor frío, Metal pesado, Embalse.

Bibliografía: Alarcón Quinapanta, Cristina, 2011. "Validación del método analítico para la determinación de mercurio en muestras de agua natural, residual y de consumo por medio de espectroscopía de absorción atómica con técnica de vapor frío", Tesis de Título de Ingeniero Bioquímico, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. **Agradecimientos:** Los autores agradecen a los proyectos Fondecyt 1100341, ICM P05-002, PFB-23 y a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile el financiamiento de este trabajo.

EVALUACION DE FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN EL DESTINO DE COMPUESTOS ANTIPARASITARIOS EN SEDIMENTOS DE UN CENTRO DE CULTIVO DE SALMONES

Roberto Quiroz¹, Felipe Tucca², Eduardo Arancibia¹, Karla Pozo³, & Ricardo Barra²

¹: Departamento de Química y Bioquímica, Facultad de Ciencias. Universidad de Valparaíso. e-mail: robquiro@gmail.com

²: Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción

³Centro de Investigación para Compuestos Tóxicos en el Ambiente, Masaryk University. República Checa.

Actualmente el impacto del *caligus* en la etapa de engorda de salmones es una de las mayores causas de pérdidas en la industria salmonícola. Para su control se están utilizando diferentes compuestos como por ejemplo: el diflubenzuron (DB) y benzoato de emamectina (BE) además del compuesto a prueba teflubenzuron (TB), los cuales se aplican como aditivo en alimentos de salmonidos. El uso de estos químicos provoca que una fracción se encuentre disponible en la columna de agua y eventualmente pueda acumularse en los sedimentos. Este trabajo estudia los niveles de DB, TB y BE en sedimentos provenientes de un centro de cultivo en la región de Los Lagos, en el sur de Chile, evaluándose posteriormente las variables que determinan su acumulación en los sedimentos.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados en función de la dirección de la corriente principal. Los sedimentos fueron obtenidos utilizando una draga Van Veen, transportadas y almacenadas a -20°C, hasta su análisis. Las muestras fueron liofilizadas y la extracción de los contaminantes se realizó por ultrasonido utilizando hexano. Los sedimentos fueron caracterizados en su materia orgánica, granulometría y potencial redox.

Los resultados indican la ocurrencia de estos compuestos en los sedimentos y que los mayores niveles promedio fueron del BE, seguido del TB y DB con valores de 6.7, 3.4 y 0.6 µg/kg, respectivamente. Estos valores son relativamente más bajos al encontrado en sedimentos marinos asociados a centros de cultivos del hemisferio norte. La acumulación de estos compuestos está relacionada a las características del sedimento donde el TB muestra una relación directa con el % MO y el sedimento fino, situación inversa a la que describe el DB y BE, donde la dirección de las corrientes principales determina la mayor acumulación de antiparasitario en los sedimentos, lo cual se ve asociado a selección del material sedimentario más fino. El desarrollo de metodologías los compuestos utilizados en la acuicultura y el estudio de las variables ambientales que determinan su acumulación en el ambiente acuático permitirán entender los posibles riesgos ambientales de sustancias químicas usadas en aditivos de alimentos en zonas locales con pobre información pública.

Palabras Claves: Antiparasitarios, salmonicultura, sedimento marino

Financiado por FONDECYT N°1110719

Simulación numérica de la depuración de metales en un sistema tipo wetland

Victor Duarte¹, Roberto Santander¹, Jaime Pizarro² y Claudia Ortiz³

¹Dpto. Ing. Mecánica, Fac. Ingeniería; ²Dpto. Ing. Geográfica, Fac. Ingeniería; ³Dpto. Biología, Fac. Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, Alameda 3363, Santiago-Chile

La necesidad de disponer de agua con calidad para el consumo humano es un desafío urgente en la zona norte de Chile. El fuerte incremento de la actividad minera determina una alta demanda por recursos hídricos que está generando un rápido agotamiento y un fuerte deterioro de la calidad del agua. El objetivo de este trabajo fue simular numéricamente la capacidad fitorremediadora de metales (Cd, Cu y Zn) en aguas usadas en la minería, de dos variedades de plantas: *Phragmites Australis* y *Polypogon australis* en un sistema wetland.

Se generó una simulación computacional en dos dimensiones, usando el software COMSOL (v2) desarrollado para análisis y resolución por elementos finitos en variadas aplicaciones físicas. Se estudiaron, entre otras variables fenomenológicas, la distribución de concentraciones de metal en la solución, la dinámica de fluidos y la distribución de presiones de forma permanente como independiente respecto al tiempo. En la simulación numérica, se acoplaron dos módulos físicos: transporte de masa en especies concentradas y dinámica de fluidos, lo que permitió establecer las variables ya enunciadas.

Los resultados preliminares permiten estimar que la capacidad máxima de absorción de metales de la especie *Phragmites australis* es 1,3% y de *Polypogon australis* 0.43%; para aumentar dicha capacidad será necesario aumentar significativamente la presencia de estas plantas en el sistema de tratamiento. Las simulaciones numéricas permitieron establecer una relación lineal entre flujo de materia y el porcentaje depurado de metal.

Referencias

McCutcheon, Steve C. and Schnoor, Jerald L. (Eds) (2003). Phytoremediation: transformation and control of contaminants. USA: Willey-Interscience.

DETERMINACION DE LA VARIABILIDAD TOXICA DE ORGANISMOS HIDROBIOLOGICOS DESDE ZONAS ENDEMICAS ASOCIADAS A FLORACIONES ALGALES NOCIVAS

Pérez, Francisco; Zamorano, Rubén; Contreras, Cristóbal; Lagos, Néstor; García, Carlos

Laboratorio Bioquímica de Membrana, Programa de Fisiología y Biofísica, ICBM.
Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Código Postal 70005, Santiago, Chile
e-mail: cgarcia@med.uchile.cl

En el océano, el fitoplancton es pieza fundamental del ecosistema acuático. En ocasiones cuando los factores primarios (luz y nutrientes) y secundarios (salinidad y temperatura) son óptimos, ciertas especies producen floraciones algales nocivas (FANs), siendo estas floraciones asociadas a la producción de potentes ficotoxinas. Toxinas paralizantes de mariscos (VPM) y toxinas lipofílicas (Veneno diarreico, VDM; Azapirácidos, AZA; Pectenotoxinas, PTX y Yessotoxinas, YTX), corresponden a los grupos de ficotoxinas comúnmente identificadas como producto de FANs. Estas toxinas, son acumuladas principalmente por bivalvos filtradores (Choritos, Cholgás, Almejas y Navajuelas), pudiendo a través de la cadena trófica, producir efectos nocivos a la salud de las personas. Por ello, la definición estandarizadas de los perfiles de toxinas de VPM y lipofílicas, permiten establecer criterios básicos de identificación y biotransformaciones en organismos hidrobiológicos antes de ser expuestos a procesos de producción industrial, lo que podría alterar la toxicología de las especies.

La identificación y cuantificación de VPM se realizó a través de HPLC-FLD y las toxinas lipofílicas por HPLC-MS/MS. Los resultados fueron expresados en base al promedio \pm desviación estandar. Los resultados fueron analizados por varianza ANOVA y test de Bonferroni. Valores $p < 0,05$ fueron considerados significativos.

Todas las especies evaluadas evidenciaron la presencia de toxinas lipofílicas en niveles que promediaron los $147,8 \pm 5,6$ a $390,5 \pm 3,8 \mu\text{g OA eq kg}^{-1}$, predominado por PTX, YTX y DTX-3. Por su parte, altas concentraciones de VPM se evidenciaron en las diferentes especies, cuantificándose una concentración de $7.092 \mu\text{g STX eq } 100 \text{ g}^{-1}$ en Culengues ($p < 0,05$), con predominio de gonyautoxinas 3/2 (GTX3/2). La identificación y caracterización de toxinas paralizantes y lipofílicas en bivalvos, permitió caracterizar la variabilidad de toxinas presentes en los diferentes invertebrados que han estado expuestos a FANs. Determinando así de cómo las toxinas se pueden identificar en diferentes niveles de la cadena trófica, caracterizando su grado de bioacumulación y biotransformación en las especies evaluados. De esta forma, estas especies, aún cuando podrían cumplir con normativas sanitarias, al poseer niveles variados de toxinas y ser sometidos a procesos industriales, pueden generar perfiles tóxicos desconocidos o indeterminados actualmente.

Palabras Claves: Toxinas paralizantes, toxinas lipofílicas, bivalvos, HPLC.

Bibliografía:

Rossini GP, Hess P. Phycotoxins: chemistry, mechanisms of action and shellfish poisoning. EXS 2010, 100, 65–122.

[EU] European Commission Regulation No 15/2011. Regulation (EC) No 2074/(2005) as regards recognised testing methods for detecting marine biotoxins in live bivalve molluscs. Off J Eur Union 2011, L6/3–L6/6.

García, C., Rodríguez-Unda, N., Contreras, C., Barriga, A., Lagos, N. Lipophilic toxin profiles detected in farmed and benthic mussels populations from the most relevant production zones in Southern Chile. Food Addit Contam Part A 2012, 29, 1011-1020.

Agradecimientos: FONDECYT N° 1120030.

Detección de clorofila con imágenes satelitales Landsat

Claudio Yosumoto¹, Marcel Cabrera¹ y Jaime Pizarro¹

¹Departamento de Ingeniería Geográfica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile

El análisis de clorofila-*a*, en el monitoreo de sistemas lacustres, es un buen indicador del estado trófico. La concentración de clorofila-*a* se utiliza para estimar en forma indirecta la biomasa de las comunidades Fito-planctónicas, debido a que es el principal pigmento fotosintético presente en las algas. En este estudio se presenta una metodología sencilla para lograr este análisis a través de la utilización de imágenes satelitales Landsat. Para ello se utilizaron datos de terreno proporcionados por la Dirección General de Aguas y un set de imágenes Landsat. Se realizó un análisis estadístico de la relación de las distintas bandas puras y combinaciones de ellas con la clorofila, agregando a diferencia de varios estudios que se han desarrollado el análisis de clorofila-*a* por medio de imágenes satelitales, la búsqueda de un patrón de comportamiento para cada concentración de clorofila extraída de datos de terreno. Se obtienen varios modelos de regresión que utilizan hasta 5 variables con coeficientes de regresión en el rango 0.82 - 0.84. En paralelo se aplicó un modelo para estimar el efecto, en la redistribución de la clorofila del lago estudiado, del fuerte movimiento sísmico ocurrido en la zona de estudio. Los resultados obtenidos demuestran la potencialidad del uso de sensores remotos para la implementación de planes de monitoreo de los cuerpos de agua del país.

Referencia

Gregor J. and Marsálek B. (2004). Freshwater Phytoplankton Quantification by Chlorophyll *a*: A comparative study of in vitro, in vivo and in situ methods. *Water Res.*, 38, 517-522.

LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y LA IMPORTANCIA DE RECICLAR

Rivera-Tapia Antonio, Hernández-Aldana Fernando, Chávez-Bravo Edith

Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Edificio 103-J Ciudad Universitaria. C.P. 72570. Puebla, México.

La generación de residuos inorgánicos en las ciudades de México representa un reto respecto a su reutilización, en el caso particular en la Ciudad de Puebla durante los últimos años ha presentado un crecimiento demográfico y urbano considerable. Por lo anterior el gobierno estatal se ha dado a la tarea de implementar un sistema de reciclado para materia inorgánica, colocando una serie de contenedores en diferentes zonas comerciales. El objetivo de este trabajo fue cuantificar la cantidad de materia recolectada para su posterior reciclaje, dentro del contexto de la participación ciudadana.

Se muestreo el 25% de los contenedores emplazados en la ciudad de Puebla durante el periodo de Enero de 2011 a Diciembre de 2012, determinándose el tipo y cantidad de materia inorgánica depositada en los contenedores.

Los resultados obtenidos mostraron interés por la población debido a que durante el periodo estudiado los contenedores mostraron lleno a su máxima capacidad durante los días de recolección por parte del sistema operador de limpia del gobierno. Con respecto a la cantidad reportada promedio semanal fue de 2500 kilogramos en el total de contenedores evaluados en el presente trabajo. Respecto al tipo de residuos se presentaron en el siguiente orden de acuerdo a cantidad reportada Tetra pack 44%, Pet 28%, vidrio 15%, y pilas desechables 13%, cabe señalar que en estos contenedores no se recibe aluminio. Durante la época de lluvia la demanda en el uso de este servicio se vio disminuida en un 17%, de tal forma se esta trabajando en implementar otra estrategia durante esta época del año para mitigar el problema. En conclusión podemos destacar que la implementación de este servicio por parte del gobierno estatal ha tenido efectos positivos respecto a la concientización ciudadana en participar, sugiriéndose incrementar el número de contenedores en ciudades con un crecimiento urbano-demográfico e implementar este programa en ciudades donde no cuentan con el servicio.

ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS EN EL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

**Héctor Rodríguez Muñoz¹, Juan Alejandro Ruiz Meza², María de los Ángeles Ojeda
García³, Rosita Dinorah López Martínez³**

¹ Director de Gestión Ambiental, ² Jefe de Departamento de Manejo Integral de Residuos,

³ Analista de la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del
Gobierno del Estado de Puebla, México.

e-mail: residuos.ssaotpuebla@gmail.com

Los residuos son una consecuencia inevitable de toda actividad productiva, sin embargo al ser depositados en sitios no adecuados para su disposición final, representan una amenaza para el medio ambiente y los recursos naturales. De esta forma, la gestión integral de los residuos juega un papel importante en la prevención de los impactos ambientales negativos. La estrategia estatal en materia de residuos, se desarrolla bajo principios de reducción, valorización y responsabilidad compartida, así como en la prevención y gestión integral que incluye, entre otros puntos: finanzas sanas (para lograr un servicio sustentable); educación ambiental (para integrar la participación de la sociedad); comunicación social adecuada (para conocer los beneficios de esta gestión); y un marco legal (que permite desarrollar un estado con más solvencia y orden jurídico).

En el 2010, a principios de la administración, se estimó un porcentaje de valorización del 3%, durante el 2011 se incrementó al 16.9% y en 2012 se estima alcanzar el 23%, esto ubica al estado como un referente a nivel nacional. Este redimensionamiento se logró con la instrumentación 263 planes de manejo de residuos de grandes generadores, a través de los cuales se valorizaron más de 478 mil toneladas de residuos, la recuperación de residuos en rellenos sanitarios y la promoción del Programa de Recolección de Residuos Reciclables (PRRR) en 45 municipios del estado. Lo anterior con la regulación de prestadores de servicio: 11 centros de acopio, 600 transportistas, 7 reutilizadores y 9 recicladores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y el fortalecimiento de la infraestructura para el manejo de residuos, prueba de esto es la construcción de 5 centros composteros municipales para el manejo de residuos orgánicos.

Otro logro importante es el desarrollo de mercados ambientales a través del impulso a la iniciativa privada para el reciclaje de residuos de manejo especial, destacando las empresas dedicadas a reciclaje de llantas, desechos agropecuarios para la fabricación de alimento para aves y cerdos y residuos provenientes de la construcción, demolición y mantenimiento con la que se logró la incorporación de 101,897.66 toneladas de material reciclado a obras públicas y privadas. Así mismo se promueven alianzas estratégicas con los sectores involucrados, por lo que se han establecido convenios con 8 Sindicatos de Transportistas de Residuos de la Construcción, Demolición y Mantenimiento, Instituto Nacional de Recicladores, Cámara de la Industria Textil Puebla-Tlaxcala (CITEX) y con la Asociación de Centros Comerciales de Puebla (ACECOP).

Palabras clave: residuos, gestión, valorizable, reciclaje, administración pública.

OBTENCIÓN DE POLIÉSTER POR REACCIÓN ENTRE ÁCIDO ADÍPICO Y ETILÉN GLICOL OBTENIDO POR DESPOLIMERIZACIÓN DE POLIETILEN TEREFALATO

De León Alicia, Romero María Liliana, Palmieri Carlos, Barindelli Natalia, Soto Vanesa, Medina Pérez Martín

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Delta Departamento de ingeniería química-San Martín
1171-Campana, (2804), Buenos Aires-República Argentina - lilianaromeroocampo@gmail.com

La utilización masiva de artículos de materiales poliméricos ha provocado dos problemas: La potencial carencia de materias primas para fabricarlos, ya que básicamente, son de origen no renovable, y el pasivo ambiental que generan, dado su tiempo de degradación de muchísimos años.

Con el criterio de eliminar pasivos ambientales y fabricar polímeros nuevos con materia prima reciclada, se fabricó un poliéster, utilizando ácido adípico, y etilén glicol, proveniente de la despolimerización de polietilén tereftalato.

Se dividen en dos secciones:

1-Despolimerización de polietilén tereftalato y 2- Obtención de poliéster.

1-El polietilén tereftalato se despolimerizó mediante hidrólisis alcalina, con solución de hidróxido de sodio al 20 %, a temperaturas de 120° C y presión de 1,45 atmósferas, en reactor discontinuo. La reacción arroja tereftalato sódico y etilén glicol, según la reacción mostrada en la figura 1.

El rendimiento de la reacción se monitoreó mediante cromatografía líquida de alta presión-HPLC- El cromatograma se muestra en la figura 2.

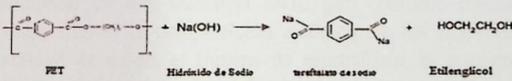


Figura 1: Reacción de despolimerización del PET por vía alcalina



Figura 2: Cromatograma de estudio de ácido tereftálico en muestra obtenida por despolimerización del PET en medio alcalino.

2- Obtención de poliéster: La reacción se hizo en reactor discontinuo a 90° C, y presión atmosférica normal. Se caracterizó el polímero obtenido midiendo la viscosidad y el punto de fusión.

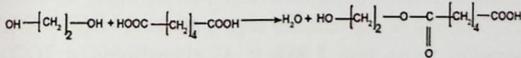


Figura 3: reacción entre ácido adípico y etilén glicol

La despolimerización de polietilén tereftalato, produjo tereftalato sódico y etilén glicol. El etilén glicol obtenido resultó apto para utilizar en la obtención de poliéster por combinación con ácido adípico.

La realización de las dos partes de la técnica es un método posible para la eliminación del pasivo ambiental por acumulación de PET, y la recuperación de materias primas para fabricar nuevos productos.

Palabras Clave: Poliéster, Despolimerización, Reciclado

Bibliografía: SHACKELFORD, James F. Introducción a la ciencia de Materiales para ingenieros, Prentice Hall 4ta edición 1998. ISBN:84-8322-047-4 374-392.

ANDERSON, Ciencia de los Materiales, Limusa 2da edición 1999 ISBN:968-18-4717-2 421-447

RICHARDSON & LOKENSGARD, Industria del Plástico, Parainfo 2003, ISBN:84-283-2569-3 500-522.

OXIDACIÓN ELECTROQUÍMICA DE UN EFLUENTE DE TEÑIDO Y ESTAMPADO DE LA INDUSTRIA TEXTIL USANDO ÁNODOS DE

Ti/PtPb(1%)Ox y Ti/PtPd(10%)Ox

Teresa Zayas^{1,2}, Maritza Morales¹, Antonio Rivera³, Fernando Hernández¹, Leonardo Salgado⁴

¹Posgrado en Ciencias Ambientales, ²Centro de Química, ³Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. A.P. 1613, Puebla (72000) México.

⁴Área de Electroquímica, Depto. de Química, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. A.P. 55-534, México D.F. (09340) México

La industria textil es una de las ramas industriales que produce un alto índice de contaminación ambiental ya que emplea una gran cantidad de agua, principalmente, en las operaciones de teñido y estampado. El proceso de teñido y estampado requiere del uso no solamente de colorantes, sino también de varios productos auxiliares especiales que permiten mejorar la calidad de ambos procesos, como la suavidad, firmeza, textura, resistencia a la luz, al lavado, sin embargo, las grandes cantidades de agua residual que se producen tienen altas concentraciones de sustancias tóxicas, las cuales son difíciles de eliminar y por tanto, constituyen un problema ambiental. La oxidación electroquímica de materia orgánica usando ánodos tipo dimensionalmente estables ha sido aplicada con éxito en la depuración de efluentes contaminados. En el presente trabajo se evaluó la eficacia del proceso de electrooxidación usando dos ánodos tipo dimensionalmente estables: Ti/PtPb(1%)Ox y Ti/PtPd(10%)Ox, en un efluente que proviene del proceso de teñido y estampado de una industria textil que contiene colorantes dispersos. Las variables de estudio fueron la composición química de los materiales de electrodo, la diferencia de potencial de celda, el tiempo de electrolisis, la concentración de electrolito y pH de la solución. La evaluación del proceso de electrooxidación sobre la depuración del agua residual en las diferentes condiciones experimentales se realizó mediante la determinación de los siguientes parámetros fisicoquímicos DQO, COT, así como espectroscopía UV-Vis y análisis microbiológicos para la determinación de microorganismos presentes en las muestras de agua antes y después de los tratamientos (por cuenta directa en placa), además de la evaluación de la posible presencia de productos tóxicos que inhiban el metabolismo microbiano (por medio de la prueba de difusión en disco). Los resultados obtenidos indican que el ánodo Ti/PtPd(10%)Ox presenta mayor eficacia que el ánodo Ti/PtPb(1%)Ox para la reducción de la DQO, COT y absorbancia ($\lambda = 428.7$ nm) en el efluente textil. El ánodo Ti/PtPd(10%)Ox a una diferencia de potencial de 7 V, 2.5 g/L de NaCl y pH = 6.7 durante 60 min. de electrolisis, se obtienen los siguientes porcentajes de remoción, 97% de DQO, 91.4% de absorbancia y del 40.5% de COT. De acuerdo a los análisis microbiológicos los resultados mostraron que el agua cruda es positiva a microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae*, y respecto a la prueba por difusión en disco se evidenció que los tratamientos químicos no generan subproductos que condicionen la inhibición microbiana.

Referencias:

1. Giavazzi, P; Reciclado del agua en la industria textil. Revista de Química Textil, Vol.147, 2000.
2. Rajkumar D, Guk Kim J, Palanivelu K; Indirect electrochemical oxidation of phenol in the presence of chloride for wastewater treatment. Chemical Engineering & Technology, Vol 28 (1), pp 98-105, 2006.

BIOPROCESAMIENTO DEL BAGAZO CERVECERO PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

Carlos Andrés Rodríguez, María Teresa Varnero.

Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED), Laboratorio de Reciclaje Orgánico
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile
crodrven@gmail.com

El bagazo cervecero es el mayor residuo de la industria cervecera, su utilización está destinada principalmente a la alimentación animal sin representar un sistema de comercialización que genere ingresos para la industria. El presente estudio evaluó generación de biogás utilizando bagazo cervecero como materia prima en un sistema de digestión anaeróbica, operando con temperaturas mesofílicas, bajo condiciones controladas. Se realizó una caracterización fisicoquímica del residuo, implementando el tratamiento Bagazo Acondicionado (BA), y se sometió a comparación con un tratamiento a base de Estiércol de Bovino (EB). El Tiempo de Retención Hidráulico (TRH) fue de 144 días para BA y de 98 días para EB; con volúmenes máximos de producción de 21,5 L. para BA y de 27,7 L para EB El volumen total promedio de producción fue de 650,14 litros para BA y de 392 Litros para EB, los cuales representan un volumen de producción de $0,0144 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ y $0,0087 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ respectivamente. Las concentraciones de biogás para EB fueron de un 55% de CH_4 y 45% de CO_2 , mientras que para BA, los elevados niveles de CO (>500 ppm), representó un valor crítico para el analizador de gases utilizado para la determinación del resto de gases generados. Los ensayos de combustión mediante flama no fueron positivos, indicando que la fracción de metano era insuficiente. Estos resultados reflejan que, dada la complejidad microbiana del proceso y las características físico químicas del residuo, es conveniente dividir el proceso en dos estanques de fermentación, de forma que en el 1º se realice la hidrólisis y formación de ácidos orgánicos, para pasar al 2º estanque y desarrollar la formación de metano previa corrección de pH e inoculación de inóculos metanogénicos, en base a estiércol de bovino.

Palabras Claves: Digestión anaeróbica, metanización, biogás.

Bibliografía:

- Mussatto S.I., Dragone G., I.C. Roberto, 2004. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications, Journal of Cereal Science 43 (2006) 1–14 p
- Santos M., Jimenez J. Bartolome B. Gómez-Cordovés C., Nozal M. 2003. Variability of brewer's spent grain within a brewery. Food Chemistry 80. 17–21 p.

Agradecimientos:

A todo al equipo del laboratorio de Reciclaje Orgánico.

RECONVERSIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PAPEL: DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE CO₂ Y VENTAJAS AMBIENTALES Y ECONÓMICAS

Silvio J. Montalvo¹, Paulina Madriaga¹, Lorna Guerrero²

¹Laboratorio de Biotecnología Ambiental, Dpto. Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile. Ave. Lib. Bdo. O'Higgins 3363, Santiago de Chile, Chile
silvio.montalvo@usach.cl

²Dpto. Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Técnica Federico Santa María Ave. España 1163, Valparaíso, Chile
lorna.guerrero@usach.cl

Los residuales líquidos industriales (RILES) generados en la producción de pulpa y papel poseen un alto potencial contaminante debido tanto a las características de los mismos así como a su gran volumen (Stoica y cols., 2009)

En la gran mayoría de los casos la unidad principal de tratamiento en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de este tipo de industria es un proceso biológico para la degradación de la materia orgánica siendo además, de preferencia procesos aerobios dada su elevada eficiencia y gran estabilidad del proceso. Sin embargo, este tipo de proceso biológico tiene varias desventajas con relación a los procesos anaerobios, en primer lugar el elevado consumo energético necesario para suministrar el aire necesario para el proceso y la emisión de CO₂ asociado a la generación de electricidad.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se realizó una evaluación técnica y económica de una planta de tratamiento de aguas residuales de una industria de producción de pulpa y papel que procesa 1000 m³/h de estos RILES y que cuenta como unidad principal de tratamiento un sistema biológico aerobio conformado por dos reactores MBBR y un lodo activado convencional. Posteriormente se realizó un estudio sobre la posible reconversión de parte del sistema aerobio a anaerobio, con producción de biogás. En la tabla se muestra una comparación para los costos operacionales del tratamiento actual y el propuesto (reconversión).

| Ítem | Sistema actual (US\$/mes) | Reconversión (US\$/mes) |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|
| Nutrientes | 21928 | 9120 |
| Lodos secundarios | 5778 | 3688 |
| Consumo energético* | 102 867 | 5266 |
| TOTAL | 130573 | 18074 |

*Sopladores de aire

La emisión de CO₂equivalente en el sistema actual, por m³ de RIL tratado es de 12,48 Kg mientras que en el proceso reconvertido será de 4,49 kg

Se concluyó que en todo caso la inversión se recupera en 2 – 3 años y a partir de ese momento se obtendrán ganancias debido a ventas de bonos de carbono y utilización de biogás

Palabras claves: proceso anaerobio, residuos de pulpa y papel

Bibliografía:

Stoica A., Sandberg M., Holby O. (2009). Energy use and recovery strategies within wastewater treatment and sludge handling at pulp and paper mills. *Bioresource Technology*, 100:3497-3505.

CONTENIDO DE FENOLES Y EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO MICELIAL DE *BOTRYTIS CINEREA* DE EXTRACTOS OBTENIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE UVA TRATADOS Y SIN TRATAR CON ENZIMAS HIDROLÍTICAS

Juan Vásquez, Jennifer Salas, Leonora Mendoza, Milena Cotoras

Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 3363, Casilla-40, Correo 33, Santiago, Chile,

e-mail: juan.vasquezv@usach.cl

Botrytis cinerea infecta las partes aéreas, como flores, hojas, tallos y frutos de más de 250 especies de plantas, provocando grandes pérdidas en la producción de frutas en Chile. En uvas y otros frutos produce una enfermedad denominada pudrición gris. El control de esta enfermedad es un constante desafío por la capacidad del hongo para adquirir resistencia a los fungicidas. Los compuestos fenólicos obtenidos de las plantas inhiben el crecimiento de este hongo. El orujo, un subproducto de la fabricación del vino presenta un alto contenido fenólico y podría ser utilizado para inhibir la infección por este hongo.

En este se determinó el contenido de fenoles totales y el efecto fungicida de extractos provenientes de orujos de distintas variedades de uvas de la Viña Miguel Torres, utilizando tres métodos de extracción, enzimático, no enzimático y una combinación de éstos.

En el método no enzimático se realizó una extracción de la matriz sólida (orujo) utilizando metanol 1% HCl en agitación. En el método enzimático, la matriz fue previamente tratada con las celulasas y pectinasas. Para optimizar las extracciones, se realizó una combinación de ambos métodos. Para separar los compuestos obtenidos se realizó una extracción líquido-líquido utilizando cloroformo, acetato de etilo y butanol.

La cantidad de fenoles totales presentes en cada fracción se determinó utilizando el método de Folin (1). Las fracciones de acetato de etilo presentaron la mayor cantidad de fenoles totales, siendo la mayor de 0,7 mg de ácido gálico equivalente/mL para la extracción no enzimática, las fracciones de cloroformo y butanol no superaron los 0,3 mg de ácido gálico equivalente/mL.

Para determinar el efecto sobre el crecimiento micelial del hongo, éste se creció en medio sólido en presencia de las fracciones a distintas concentraciones y se midió el diámetro del micelio, diariamente. Solo la fracción de acetato de etilo, obtenida del tratamiento enzimático, inhibió el crecimiento del hongo en 10% y 21% a 20 y 60 ppm, respectivamente. Las otras fracciones no afectaron el crecimiento del hongo

Palabras clave: *Botrytis cinerea*, Orujo, Fenoles

Bibliografía: (1) Mongkolsilp, S., Pongbupakit, I., Sae-Lee N., Sithithaworn, W. Radical scavenging activity and total phenolic content of medicinal plants used in primary health care. 2004, SWU J Pharm Sci, 9, 32-35.

Agradecimientos: Los autores le agradecen a los Proyectos Fondef CA12110054 y Fondecyt 1130389

CENIZA VOLCÁNICA Y SALUD PÚBLICA, CASO POPOCATÉPETL

Rivera-Tapia José Antonio, Hernández-Aldana Fernando, Hernández-Espinosa Miguel

Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Edificio 103-J, Ciudad Universitaria C.P. 72570 Puebla, México

A partir del año 1994 el volcán Popocatepetl ha presentado exhalación de vapor de agua, dióxido de azufre y ceniza. Las exhalaciones se transportan a los diferentes estados (Morelos, Tlaxcala, México, Distrito Federal y Puebla) que rodean al volcán. La emisión de ceniza se ha caracterizado por presentar diferentes calibres, siendo la partícula $< 10 \mu\text{m}$ la de importancia en salud pública por la exposición que experimenta la población. El objetivo del trabajo fue realizar el estudio granulométrico y microscópico de la ceniza exhalada por el volcán Popocatepetl.

Se muestreo la ceniza de caída libre en distintos episodios de exhalación en el periodo de 1994 a 2011 en las poblaciones de Cholula, Atlixco y Puebla. Las muestras de ceniza colectadas fueron sometidas al estudio de microscopía electrónica de barrido. Las muestras de ceniza se deshidrataron en alcohol al 30%, 50%, 70%, 90% y 100% durante una hora a cada concentración. Enseguida las muestras fueron fijadas con solución de etanol:acetona 30:70, 50:50 y 70:30 durante 20 minutos cada concentración. Las muestras fueron tratadas a punto crítico en acetona al 100% y revestidas con oro, realizándose el examen con un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM 5410-LV.

De los datos referentes a las características granulométricas y microscópicas de las muestras de ceniza exhaladas, por el volcán Popocatepetl, es importante destacar que en las localidades muestreadas se precipitaron partículas con un calibre $< 30 \mu\text{m}$, tal y como lo muestran las imágenes de microscopía electrónica de barrido, dichas partículas pueden ingresar hasta nivel alveolar provocando daño abrasivo e incrustándose a nivel de células alveolares y condicionando reacción inflamatoria. Debido a que los patrones de exposición a la inhalación de ceniza son variables entre las poblaciones se deben investigar patrones de exposición, implementar pruebas para el reconocimiento de consecuencias por la exposición a ceniza e identificar por medio de estudios clínicos y epidemiológicos la etiología posible por la asociación entre la exposición ambiental y las enfermedades, además de elucidar a nivel celular y molecular los mecanismos negativos de las enfermedades ambientales.

EVALUACIÓN DE BIOFILTROS PARA REDUCIR PÉRDIDAS DE NITRÓGENO EN PERÍODOS DE BARBECHO DE SUELOS CULTIVADOS CON MAÍZ

N. Sepúlveda¹, O. Salazar^{1,*}, F. Nájera¹, C. Rojas¹, P. Realini¹

¹ Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Casilla 1004, La Pintana, Santiago, Chile.

* E-mail: osalazar@uchile.cl

La intensificación de las actividades agrícolas, ganaderas y acuícolas en las regiones centro-sur de Chile han ocasionado impactos significativos en los ecosistemas y agroecosistemas, en lo que se refiere específicamente al uso excesivo de agroquímicos que, como consecuencia, presentan por ejemplo acumulaciones importantes de formas nitrogenadas en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. Este estudio tiene por objetivo evaluar el uso de biofiltros en campos de cultivo de maíz en periodo de barbecho, para reducir la contaminación difusa de cuerpos de agua superficiales; donde se comparó la efectividad de distintos componentes vegetales en la retención de formas nitrogenadas en escurrimiento superficial y el flujo lateral subsuperficial en dos suelos de clase textural contrastante durante el primer año de establecimiento del ensayo. Este estudio se desarrolló en la comuna de Pichidegua, Región de O'Higgins, donde se seleccionaron dos campos, San Luis (SL) y El Caleuche (CLC) en los que se cultivaba maíz grano como monocultivo, que colindaban con cuerpos de agua superficiales y que tenían además suelos con texturas gruesas en SL (Typic Xerochrepts) y finas en CLC (Typic Duraqualf). El periodo de evaluación fue durante marzo a septiembre del 2012. La metodología ocupada para esta investigación se basó en la comparación y evaluación de franjas de biofiltros de 12 m x 5 m compuestos por distintos componentes vegetales como árboles de arrayán blanco (*Luma chequen*) y canelo (*Drimys winteri*), un arbusto (*Fuchsia magellanica*) y una pradera de festuca (*Festuca arundinacea*), donde en cada sitio se establecieron cinco tratamientos: suelo en barbecho (C), pradera (G), pradera+arbusto (GS); pradera+arbusto+arrayán (GST1) y pradera+arbusto+canelo (GST2); en una estructura de bloques al azar con tres repeticiones. Para la determinación de formas nitrogenadas como: nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrógeno total (NT), se colectaron muestras de agua y suelo en la entrada y salida de cada una de las parcelas, para luego ser analizadas por métodos colorimétricos en el Laboratorio de Química de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Los resultados obtenidos indican que los niveles de NO_3^- en los flujos subsuperficiales fueron siempre más altos a la entrada que a la salida de los tratamientos, debido a que los puntos de entrada estaban más cercanos a la zona cultivada donde se aplicaron los fertilizantes nitrogenados la temporada anterior. En el caso anterior, se observó una variación entre la cantidad retenida de NO_3^- por cada uno de los bloques, lo que puede estar atribuido al tiempo de adaptación y crecimiento que tuvieron las especies en cada uno de los bloques, donde las raíces de los componentes vegetales no habían explorado la totalidad del perfil de suelo debido al breve periodo transcurrido desde el comienzo del estudio. Por otra parte no se evidenciaron eventos de escurrimiento superficial, debido principalmente a que en la zona en estudio se detectó un déficit de precipitaciones cercano al 50% respecto a un año normal.

Fuente de Financiamiento: Fondecyt de Iniciación 2011, N° 11110464.

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL SUELO DE LAS LADERAS DEL VOLCÁN RANO RARAKU DE ISLA DE PASCUA

Elsa Nahoe, Oscar Candia

Laboratorio de Análisis de la Universidad Viña del Mar

Escuela de Ingeniería, Universidad Viña del Mar.

Agua Santa 7055, Viña del Mar, Chile.

e-mail: ocandia@uvm.cl

En Isla de Pascua se presenta una situación generalizada de erosión del suelo, la cual ha ido agravándose en algunos sectores como el Poike, Maunga Tea Tea, Rano Raraku y en el sector norte del volcán Rano Kau. Por lo tanto, hay gran interés por proteger el recurso suelo tanto por parte de la comunidad y como por autoridades en el tema como es CONAF, los cuales se muestran dispuestos en contribuir y solucionar la problemática de la degradación de los suelos de la isla. Así, el objetivo de este trabajo fue cuantificar los niveles de erosión actuales que permita proponer estrategias de recuperación del suelo degradado próximo al volcán Rano Raraku.

Este estudio consideró tanto actividades de laboratorio como de terreno. La cuantificación de la erosión se estimó mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), junto con mediciones de respiración microbiana (Anderson, 1982), pH, densidad aparente, infiltración, clase textural (USDA, 1999), contenido de materia orgánica y contenido de nitrógeno (Marín *et al.*, 2002). Los resultados de los análisis de laboratorio y terreno, mostraron que el suelo del volcán Rano Raraku es de textura franca y principalmente ácido a fuertemente ácido, y se encuentra en un estado de degradación preocupante, destacando un escaso desarrollo de plantas y déficit de nutrientes. Los valores de densidad aparente indican un alto grado de compactación debido a la permanente exposición del lugar al tránsito de visitantes y ganado. Adicionalmente, el suelo presenta infiltración lenta a moderadamente lenta, y clasifica como susceptible de pérdidas potenciales de suelo y por lo tanto poco resistente a los procesos erosivos. Pese a las condiciones del suelo, se observó una alta respiración microbiana en algunos puntos de muestreo, registrándose valores desde 183 hasta 1.458 $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ de suelo, lo cual genera un interés por comprender estos altos niveles de actividad biológica y que pudieran contribuir a la recuperación del suelo. Los resultados obtenidos han aportado como herramienta de planificación y referencia para nuevas recomendaciones de manejo en la zona estudiada.

Palabras Claves: erosión, respiración microbiana, análisis de suelo.

Bibliografía:

- ANDERSON, J.P.E. Soil Respiration. En: Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Methods (Eds. A.I. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney), 1982, pp. 831-871. American Society of Agronomy, Madison.
- MARÍN, M. Aragón, P. Gómez, C. "Análisis químico de suelos y aguas: Manual de laboratorio" Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
- USDA, "Soil Quality Test Kit Guide". Soil Quality Institute. United States Department of Agriculture, 1999.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA LIXIVIACIÓN DE NITRATOS EN SUELOS DE TEXTURA GRUESA

J.F. Vargas¹, O. Salazar^{1*}, F. Nájera¹, O. Seguel¹, M. Casanova¹

¹ Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Casilla 1004, La Pintana, Santiago, Chile.

* E-mail: osalazar@uchile.cl

Los sistemas intensivos de producción agrícola se caracterizan por tener aplicaciones altas de nitrógeno (N), manejo agronómico que intensifica los riesgos de contaminación difusa de cuerpos de agua por nitratos (NO_3^-), particularmente en suelos de textura gruesa. El objetivo de este estudio fue comparar cuatro métodos para estimar la lixiviación de NO_3^- , utilizando muestreo de solución suelo desde pozos de observación (T1), cápsula de succión (T2) y detectores de frente de avance de agua (FullStopTM) (T3), además de un muestreo de suelo a través de un barreno agrológico (T0). Este estudio se desarrolló en un suelo de textura gruesa (Typic Xerochrepts) ubicado en la Comuna de Pichidegua, Región de O'Higgins, durante los meses de Abril-Agosto de 2012, posterior a un cultivo de maíz grano con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (470 kg N ha^{-1}). Los cuatro tratamientos tuvieron seis repeticiones, en una estructura de bloques. En cada método se aplicó una carga de agua constante por 240 minutos utilizando un cilindro infiltrómetro, donde en los tratamientos T1, T2 y T3 se colectaron muestras en ocho intervalos de tiempo (0-5-15-30-60-120-180-240 min) y en el método T0 al inicio (0 min) y al final (240 min) para su análisis posterior de contenido de NO_3^- en laboratorio por técnicas colorimétricas. Además en cada muestra de solución suelo se determinaron las variables químicas: CE, cloruros (Cl^-) y turbidez. También en cada aplicación de la carga de agua se estimó la conductividad hidráulica saturada (K_s), a partir de las curvas de infiltración acumulada. De los métodos evaluados, en T3 se pudo obtener muestras de solución suelo en el mayor número de intervalos de tiempo; en T2 no se obtuvieron muestras en ninguna de las fechas evaluadas cuando se aplicó una tensión máxima de 6 PSI, debido a que en los suelos de textura gruesa existe una retención de agua baja; en T1 se obtuvo un reducido número de muestras, lo que evitó su comparación con los otros métodos. La K_s fue mayor en el tratamiento T0 para todas las fechas evaluadas, donde la reducción en K_s en el resto de los tratamientos pudo deberse al efecto de la compactación del suelo generada durante la instalación de los tratamientos. En T3 se encontró una correlación alta en las mediciones de NO_3^- y CE y Cl^- en las muestras de solución suelo. Los métodos T0 y T3 mostraron tendencias similares en los montos de lixiviación de N y aparecen como los métodos más apropiados para suelos de textura gruesa.

Fuente de Financiamiento: Fondecyt de Iniciación 2011, N° 11110464.

DEGRADACIÓN DE UN EFLUENTE DE BLANQUEO ECF DE EUCALIPTUS GRANDIS POR EL SISTEMA FOTOQUÍMICO

$S_2O_8^{2-}/Fe^0/UV$

Aylin Vera y María Cristina Yeber Ortiz.

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción, Departamento de
Química Ambiental, Alonso de Rivera 2850, casilla 297

e-mail: mcyeber@ucsc.cl.

Dentro de los procesos industriales con mayor uso de recursos hídricos se encuentra la industria de celulosa Kraft en la cual se hace un uso intensivo del agua generando residuos líquidos con elevada carga orgánica, color y en algunos casos, alta toxicidad. Estos efluentes causan distintos tipos de impactos al ambiente, asociado a su contenido en materia orgánica, sólidos en suspensión, toxicidad y color. El presente trabajo de investigación busca optimizar la degradación de un efluente ECF de Celulosa Kraft de eucaliptus Grandis utilizando el sistema fotocatalítico $S_2O_8^{2-}/Fe^0/UV$, aprovechando el poder oxidante del anión persulfato el que activado con radiación UV y catalizado por hierro genera insitu radical sulfato ($SO_4^{\cdot-}$), especie altamente oxidante ($E^0 = 2,5-3,1$ V). Las cinéticas de degradación del efluente se realizaron a pH 3,0 y 3,5; utilizando en cada caso 0.9 (gL^{-1}) de Persulfato y 0.18 (gL^{-1}) de hierro. En las condiciones establecidas se logró remover el 100% del color, 99 % los fenoles totales del efluente y 55 % de DQO. Posterior a los tratamientos los efluentes fueron sometidos a crecimiento bacteriano para observar si los productos de la oxidación son biodegradables y no tóxicos. Posterior a los tratamientos se realizó cromatografía de Gases acoplado a Masa (GC/MS) donde se observa la desaparición de picks de masas abundantes y la aparición de fragmentos menores, esto comprueba que el sistema es capaz de degradar la materia orgánica de alto peso molecular presente en este tipo de efluentes y tornar el efluente más biodisponible.

Palabras Claves: Efluente ECF, Eucaliptus *Grandis*, Oxidación Avanzada, Persulfato, Hierro zero Valente

Bibliografía: Lin Ch., Lee L. T., Hsu L. J. (2013) Performance of UV/ $S_2O_8^{2-}$ process in degrading polyvinyl alcohol in aqueous solutions. Journal of photochemistry and photobiology A: Chemistry 252, 1-7.

Agradecimientos: DIN 10/2011

**APLICACIÓN DEL PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA
S₂O₈²⁻ / Fe⁰/UV PARA REDUCIR EL COLOR Y LOS FENOLES TOTALES DE UN
EFLUENTE INDUSTRIAL**

Felipe Barra y María Cristina Yeber

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción, Departamento de
Química Ambiental, Alonso de Rivera 2850, casilla 297.

e-mail: mcyeber@ucsc.cl.

En respuesta a la creciente demanda ambiental para la descontaminación de aguas residuales de la industria se han desarrollado en los últimos años nuevas técnicas de tratamiento de aguas residuales, centradas en la oxidación de los contaminantes orgánicos persistentes disueltos en el agua, compuestos difíciles de degradar mediante procesos biológicos convencionales. Este estudio se centra en la generación insitu de radical sulfato activado por Hierro Zero Valente para degradar la materia orgánica disuelta en un efluente. El anión persulfato en presencia de hierro y activado por radiación UV genera radical sulfato un poderoso oxidante ($E^0 = 2.5-3.1$ V) que no genera residuos pos tratamiento. Para la optimización del proceso se diseñó se realizó un diseño experimental 2ⁿ arrojando una matriz de 15 experimentos. Las variables estudiadas fueron pH 3,0(-1) y 6,5(+1), persulfato 0,1(-1)-1,0(+1) gL⁻¹ y Fe⁰ 0,1(+1)-1,0(-1) gL⁻¹, el tiempo permaneció constante en 75 minutos. El diseño experimental arrojó que a pH entre 3,0 y 4,75, Fe⁰ 0.2 (gL⁻¹) y Peroxidisdifato de potasio 0.9 (gL⁻¹) se logra remover el 82 % del color y 100 % los fenoles totales del efluente. Posterior a los tratamientos los efluentes fueron sometidos a crecimiento bacteriano para observar si los productos de la oxidación son biodegradables y no tóxicos. Esto demuestra que los sistemas fotocatalíticos que generan in situ especies altamente reactivas pueden degradar eficientemente en poco tiempo materia orgánica presente en aguas residuales.

Palabras Claves: Diseño experimental, Efluente ECF, Hierro Zero Valente, Oxidación Avanzada, Persulfato,

Bibliografía: Tabrizi G., Mehrvar M. (2004). Integration of advanced oxidation technologies and biological processes: Recent developments, Trends, and advances. Journal of Environmental Science and Health, 39, 3029- 3081.

Yeber M.C., Díaz L., Fernández J. (2010). Catalytic activity of the SO₄^{•-} radical for photodegradation of the azo dye Cibacron Brilliant Yellow 3 GP and 3,4- dichlorophenol: Optimization by application of response surface methodology. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 215, 90- 95.

Agradecimientos: DIN 10/2011

CIANOPOLIINOS COMO PRODUCTOS POLIMERICOS ORGANICOS DE FORMACION EN ATMOSFERAS INTERESTELARES

Raúl G.E. Morales¹ y Carlos Hernández Tapia²

¹Centro de Ciencias Ambientales y Departamento de Química,
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Nuevos modelos químicos aplicados a atmósferas que circundan estrellas ricas en carbono están siendo desarrollados para determinar la presencia y abundancia de diferentes especies moleculares. Además, la formación de largas moléculas de carbono en ambientes interestelares han comenzado a ser motivo de investigación para comprender la formación de complejas moléculas del tipo fullerenos.

En diversos estudios astronómicos, particularmente en lo que se conoce como zonas frías, ya son numerosas las especies moleculares conformadas de pocos átomos que han sido detectadas, especies que suelen tener cadenas insaturadas y conjugadas, conteniendo el grupo funcional CN. Algunas de estas especies ya han sido sintetizadas en el laboratorio, bajo condiciones altamente singulares de presión y temperatura, dado el alto índice de reactividad que presentan y dada las altas presiones que se observan en nuestra naturaleza atmosférica, las que difícilmente permiten su producción en gran escala.

Sin embargo, dada las especiales condiciones de baja densidad y temperatura, en condiciones de equilibrio térmico y largos períodos de reacción, a escala astronómica, que ocurren en el entorno atmosférico de estas estrellas, se han logrado identificar especies oligoméricas, particularmente del tipo alambres moleculares polínicos que involucran al grupo CN, en donde, mediante radiotelescopios y a partir de sus espectros rotacionales ya se han identificado especies que van desde HC₇N a HC₁₁N.

Estas últimas estructuras moleculares han sido previamente caracterizadas en nuestras investigaciones como alambres moleculares que constituyen procesos internos de transferencia de carga, y que por lo tanto, pueden presentar propiedades moleculares únicas desde el punto de vista del transporte de carga, a partir del estudio de sus momentos dipolares. De ahí que en el presente trabajo se presenta un análisis estructural de estas especies oligoméricas derivadas de cianopoliinos y su potencial campo de aplicación en la detección de nuevas especies en atmósferas estelares de estrellas de carbono. Se analiza un caso específico de la estrella CW Leonis y la formación de estos alambres moleculares, identificando rangos de concentraciones probables en los que se deberían encontrar en condiciones de regímenes del tipo equilibrio térmico. Además se presenta una extensión a nuevas especies, aún no detectadas.

1. Raúl G.E. Morales y Claudio González "Dipole moments of polyenic oligomeric systems. II. Molecular organic wire resistivities: polyacetylenes, allenes and polyyenes". JOURNAL OF PHYSICAL ORGANIC CHEMISTRY, 18, 941-944 (2005).

2. Raúl G.E. Morales and Carlos Hernández. "Cyanopolyyenes as organic molecular wires in the interstellar medium", INTERNATIONAL JOURNAL OF ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS, 2, 230-235 (2012).

EVALUACIÓN DE LA OCURRENCIA DE SEQUÍAS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Luis Morales S.¹ e Isaac Maldonado I.²

¹ Laboratorio para la Investigación en Ciencias Ambientales (LARES), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Quilamapu. Avenida Vicente Méndez 515, Chillán.

La sequía meteorológica puede definirse en relación a la disminución en las precipitaciones en comparación con los valores históricos o climatológicos en un área, la cual es caracterizada a través de estadísticos como su duración, intensidad y magnitud. Sin embargo es posible abordar el estudio de las sequías a través de índices medios mensuales o anuales. En este trabajo se caracterizan las sequías a través del índice de Precipitación Estandarizada (SPI) calculado a partir de datos de precipitación de Chile Central a nivel medio mensual sobre la serie de tiempo histórica de cada una de las estaciones meteorológicas usadas. Además se utilizaron datos de "Global Precipitation Climatology Centre" con una resolución espacial de 0,5 ° en latitud y longitud a nivel mundial, en el período 1901-210, para comparar con los valores medidos in situ.

ESTIMACION DE VARIABLES CLIMATOLOGICAS EN EL CONO SUR DE AMERICA MEDIANTE REGRESIONES CON PESOS GEOGRAFICOS

Luis Morales S.

Laboratorio para la Investigación en Ciencias Ambientales (LARES), Facultad de ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago.

Una de las aproximaciones más utilizadas para conocer la distribución espacial de datos climatológicos es mediante métodos de interpolación espacial, de modo de obtener matrices en formato SIG. Uno de los métodos usados es el de regresiones lineales múltiples con la incorporación de datos de teledetección, sin embargo los coeficientes de la regresión son únicos para todo el territorio. Este trabajo presenta un método de integración de variables fisiográficas y de teledetección usando regresiones lineales múltiples con pesos geográficos con el objetivo de obtener la distribución espacial de variables climatológicas. Los resultados muestran que este método permite estimar los campos de variables climatológicas y reducir el error entre los valores observados y estimados en comparación a otros métodos. Finalmente, al incorporar datos de sensores remotos, se ha mejorado la estimación espacial de las variables climatológicas.

OPTIMIZACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS MULTIVARIADO DEL PROCESO FOTOCATALÍTICO $\text{TiO}_2/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{UV}$ PARA LA REMOCIÓN DE COLOR DE UN EFLUENTE DE BLANQUEO ECF DE CELULOSA KRAFT DE *PINUS RADIATA* Y *EUCALIPTUS GRANDIS*

Lilian Suárez Suazo y María Cristina Yeber Ortiz.

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción, Departamento de Química Ambiental, Alonso de Rivera 2850, casilla 297.

e-mail: mcyeber@ucsc.cl.

El presente trabajo de investigación busca optimizar la decoloración de un efluente ECF de Celulosa Kraft de pino utilizando el sistema fotocatalítico $\text{TiO}_2/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{UV}$, aprovechando la eficiencia del semiconductor, dióxido de titanio, y determinando la capacidad como aceptor de electrones del persulfato.

Para la optimización de la degradación del efluente se realizó un análisis multivariado donde se utilizó el programa MODDE 7.0 para realizar el diseño experimental, se consideró las variables peroxodisulfato de potasio (0,4 (-1)– 1,0(+1) (gL^{-1})), dióxido de titanio ((0,7(-1) - 1,0(+1)) (gL^{-1}), y pH (2,0(-1) – 5,0(+1)). El tiempo se mantuvo constante a 60 minutos para cada experimento, el modelo 2^n resultó en una matriz experimental Box Benhken de 15 experimentos.

El diseño experimental arrojó que a pH 3,0, Dióxido de titanio 0,09 (gL^{-1}) y Peroxidisulfato de potasio 0,04 (gL^{-1}) se logra remover el 74,94% del color y 46,5 % los fenoles totales del efluente de pino radiata y el 100% del color y fenoles totales en el caso del efluente de eucaliptus. Posterior a los tratamientos los efluentes fueron sometidos a crecimiento bacteriano para observar si los productos de la oxidación son biodegradables y no tóxicos.

Palabras Claves: Efluente ECF, Oxidación Avanzada, diseño experimental, persulfato, TiO_2

Bibliografía: Lin Ch., Lee L. T., Hsu L. J. (2013) Performance of $\text{UV}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ process in degrading polyvinyl alcohol in aqueous solutions. Journal of photochemistry and photobiology A: Chemistry 252, 1-7.

Agradecimientos: DIN 10/2011

Influencia del uso de suelo y clima en la concentración de material particulado en suspensión, en cuencas del sur de Chile

Jaime Pizarro¹, Pablo M. Vergara², Jorge Morales², José Rodríguez¹

¹Departamento de Ingeniería Geográfica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile (Usach), Av. Lib. B. O'Higgins 3363, Santiago, Chile.

²Departamento de Gestión Agraria, Facultad Tecnológica, Usach, Av. Lib. B. O'Higgins 3363, Santiago, Chile.

El material sólido en suspensión (TSS) forma parte de la composición de las aguas e influyen en la cadena alimenticia y en el ciclo de nutrientes. El incremento de la concentración de este factor en ríos y cuencas puede tener consecuencias negativas en la calidad del agua y aumentar los costos de tratamiento para el uso como agua potable. Este trabajo tiene como objetivo el estudio de la interacción entre uso de suelo y las precipitaciones cuya comprensión puede ser crucial para predecir los cambios en la concentración de material particulado en suspensión (TSS) en ríos y cuencas. Se usaron Modelos de Efectos Lineales Mixtos (MLE) para determinar los efectos de las variables precipitación y uso de suelo en la concentración de TSS. Se evaluaron los efectos del uso de suelo y las precipitaciones anuales en el aporte de material particulado en suspensión a 19 cuencas del sur de Chile. Los resultados indican que la concentración del material particulado en suspensión se incrementa en cuencas con mayores precipitaciones anuales y donde ha habido un aumento de la superficie deforestada. Los resultados también permiten concluir que aéreas con mayor cobertura de hielos y nieves tiene menos tendencia a contribuir con aportes de material sólido en suspensión. Finalmente también se sugiere que una disminución de las lluvias acompañado de un aumento en la altitud de la isoterma cero, de acuerdo a las predicciones de cambio climático, podría tener efectos aleatorios en el aporte de material sólido en suspensión a las cuencas estudiadas.

Referencia

Odiyo J.O., Chimuka L., Mamali M.A. and Fatoki O.S. (2012). Trophic status of Vondo and Albasini Dams; impacts on aquatic ecosystems and drinking water model. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9, 203-218.

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DE LA CONTAMINACIÓN CON MERCURIO EN LA LOCALIDAD DE LAJA (REGIÓN DEL BIOBÍO) MEDIANTE EL USO DE REGISTROS SEDIMENTARIOS LACUSTRES.

Roberto Urrutia, Paulina Torres, Paz Quezada, María José Ciment, Denisse Álvarez & Alberto Araneda

Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA- Chile, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción, Chile

e-mail: rurrutia@udec.cl

El mercurio se encuentra de manera natural en el ambiente, pero el crecimiento de la población y de la actividad industrial ha provocado un aumento de la concentración de este metal pesado en el medio y la preocupación por parte de las autoridades a nivel mundial, debido a que genera severos daños en la salud de las personas y los organismos. El mercurio presenta una alta afinidad con la materia orgánica, lo cual implica que es muy probable encontrarlo asociado a los sedimentos en los ecosistemas acuáticos. Particularmente en la Región del Biobío, en la localidad de Laja se han reportado altos niveles de mercurio en el ambiente asociados a la presencia de una planta de cloro-álcali que operó durante tres décadas en la zona. Aunque se desconocen las emisiones y concentraciones de mercurio en el ambiente durante su funcionamiento, los habitantes de la zona han manifestado que los altos índices de enfermedades están relacionados a la exposición de mercurio. Por lo anteriormente señalado, el objetivo del presente trabajo fue realizar una reconstrucción histórica de la contaminación con mercurio en la ciudad de Laja. En este contexto, las herramientas paleolimnológicas son útiles para obtener un registro del contaminante a través del tiempo. Por ello, se obtuvo una columna de sedimentos de la Laguna Señoraza, cercana a la planta de cloro-álcali, la cual fue seccionada a intervalos de un centímetro para el análisis de mercurio. La edad del perfil sedimentario se determinó mediante el uso del radioisótopo ^{210}Pb y ^{137}Cs . Además se realizó un muestreo superficial de los sedimentos del lago para establecer la distribución espacial del mercurio en el cuerpo de agua.

Los resultados indicaron que durante los últimos 120 años, las concentraciones de mercurio en los sedimentos han variado, distinguiéndose tres periodos: el primero, correspondiente a los años previos a las actividades industriales, con concentraciones promedio de 111,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$; el segundo coincidente con el funcionamiento de la planta de cloro-álcali, con valores promedio de 591,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$; y, el tercer periodo que abarca los últimos 40 años, donde las concentraciones disminuyeron a 252,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Basándose en la normativa internacional, fue posible establecer que sólo durante el periodo de funcionamiento de la planta, la población se encontró expuesta a concentraciones que podrían generar efectos adversos. Las concentraciones de mercurio en los sedimentos superficiales siguen siendo mayores a las basales, sin embargo las condiciones del lago permiten que el mercurio se encuentre asociado a los sedimentos y no esté disponible para ser incorporado en la trama trófica. Financiamiento: proyecto Fondecyt N°1120807.

Palabras Claves: Mercurio, planta cloro-álcali, sedimentos lacustres, paleolimnología.

EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE FLORFENICOL EN LOS SEDIMENTOS DE LAGOS CON CULTIVO DE SALMONES: LAGOS NATRI Y HUILLINCO

Yesenia Dinamarca, María José Climent, Heriberto Moya, Ricardo Barra, Denisse Álvarez, Alberto Araneda & Roberto Urrutía

Unidad de Sistemas Acuáticos,
Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción
yesedinamarca@udec.cl

La producción del salmón es una de las principales industrias de exportación y crecimiento en Chile, es la tercera actividad en generación productiva y la segunda sobre la base de recursos renovables. Los impactos ambientales de la salmonicultura están relacionados principalmente con el alimento no consumido, que queda depositado en los sedimentos del fondo. Otro de los problemas asociados a esta actividad son las altas concentraciones de antibióticos utilizadas para combatir las diferentes enfermedades de tipo bacteriano y viral, que se estarían acumulando en los sedimentos. Dentro de los antibióticos más utilizados se encuentran el Florfenicol, Oxitetraciclina, Flumequina y ácido Oxalínico, siendo el Florfenicol el más usado en Chile. Por lo anterior la presente investigación tuvo por objetivo realizar una evaluación de la acumulación temporal de Florfenicol en los sedimentos de dos lagos con cultivo de salmones. Para ello se obtuvieron núcleos de sedimentos en los lagos Natri y Huillinco, ubicados en la isla de Chiloé. Las muestras fueron tomadas con un muestreador de gravedad marca Uwitec y fueron seccionadas en terreno cada un centímetro para el análisis de antibióticos. La edad de la columna de sedimento fue determinada con ^{210}Pb y ^{137}Cs .

Los resultados de los análisis radioisotópicos permitieron obtener una cronología del perfil sedimentario, arrojando una edad de 132 años para el Natri y 155 años para el Huillinco, con una tasa de sedimentación de 0,27 cm/año y 0,28 cm/año, respectivamente. Los análisis realizados por la técnica de HPLC/DAD mostraron la presencia de Florfenicol en el registro sedimentario en ambos lagos, fluctuando entre 0,11 – 0,19 mg/Kg y 0,31 – 0,35 mg/Kg, en los lagos Natri y Huillinco, respectivamente. En el lago Natri el antibiótico se detectó a partir del año 2001 (centímetro 3), mientras que el lago Huillinco desde el año 2005 (centímetro 2). La importancia de estos resultados radica en que este compuesto, al estar presente en los sedimentos por un periodo mayor al descrito en la literatura (vida media en sedimentos de 4,5 días), podría estar generando efectos adversos sobre los organismos presentes en los ecosistemas acuáticos del sur de Chile. Financiamiento: proyectos Fondecyt N°1120807 y N°1110719.

Palabras Claves: Antibióticos, sedimentos lacustres, acuicultura, contaminación.

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LA ZONA ALTOANDINA DE LA CUENCA DEL RÍO RAPEL

María José Climent, Carlos Mendoza, Alejandra Stehr, Alberto Araneda, Ricardo Barra & Roberto Urrutia
Unidad de Sistemas Acuáticos,
Centro de Ciencias Ambientales EULA- Chile, Universidad de Concepción
Casilla 160-C, Concepción, Chile
mcliment@udec.cl

Estudios en Europa, Canadá occidental, América del Sur y la meseta del Tíbet, han demostrado que las montañas pueden actuar como trampas de frío para aquellos contaminantes con un limitado transporte atmosférico, como es el caso de los metales pesados. Para Chile y el Hemisferio Sur en general, la información sobre la presencia y depositación de estos contaminantes en la nieve es relativamente escasa y la mayoría de los estudios se refieren a la acumulación de plaguicidas organoclorados, PAHs, PCBs y metales traza en suelos y sedimentos lacustres de altura. Es por esta razón que el presente estudio tuvo como objetivo analizar la presencia y concentración de Cu, Pb, V, Cd, Ni y Mo en muestras de nieve colectadas en la zona altoandina de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, ya que dicha región que se caracteriza por una intensa producción agrícola y minera, actividades que podrían afectar la calidad del recurso hídrico en la zona altoandina de la cuenca del río Rapel. Al mismo tiempo se colectaron muestras de referencia en la zona altoandina de la novena región.

Se colectaron por duplicado aproximadamente 2 kg de la nieve superficial (primeros 5 cm) presente un metro cuadrado de cobertura nival. Las muestras fueron colectadas con una pala de plástico, utilizando de guantes de látex y almacenadas en bolsas Ziploc, previamente lavadas con HNO₃ suprapur al 10% Merck y enjuagadas con agua milliQ. Las muestras se guardaron congeladas hasta su posterior análisis en laboratorio. Los metales fueron cuantificados en el material particulado y en la fase disuelta mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito, en equipo Shimadzu AA6300 y Autosampler modelo ASC6100. Las longitudes de onda de trabajo fueron: Cd 228,8 nm; V 318,4 nm; Pb 217,0 nm; Ni 232,0 nm; Cu 324,8 nm y Mo 313,3 nm.

Los resultados muestran que los metales pesados provenientes de las actividades productivas en la VI región se depositan en la nieve de la zona altoandina en la cuenca del río Rapel. Los metales que presentan una mayor concentración fueron Cu, Cd, Pb, Ni y Mo. Comparado con la zona de referencia, se observa que los metales se encuentran en una mayor proporción en la Región de O'Higgins, a excepción del vanadio que presenta mayor concentración en la región de la Araucanía.

Palabras Claves: Metales pesados, nieve, contaminación, transporte atmosférico.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN CHILE: ACTUALIZACIÓN Y NECESIDADES DE ESTUDIO

Fernanda Olivares¹, Roberto Quiroz¹ & Ricardo Barra²

¹: Departamento de Química y Bioquímica, Facultad de Ciencias. Universidad de Valparaíso.

²: Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción
e-mail: robquiro@gmail.com

En las últimas décadas se ha realizado un esfuerzo por caracterizar la dinámica y destino global de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) debido a su amplia distribución en el ambiente y la necesidad de conocer si las medidas establecidas por el Convenio de Estocolmo están siendo efectivas. En este sentido en Chile se han llevado una serie de estudios orientados a la evaluación de la presencia de los COPs en zonas remotas en las cordilleras de los Andes, fiordos, gradientes altitudinales y latitudinales.

Este trabajo tiene el objetivo de recopilar la información existente en una perspectiva de crear una imagen de la información existente e identificar los capítulos pendientes. Para esto se realizó una revisión selectiva de las publicaciones indexadas en ISI WEB OF KNOWLEDGE-Web of Science y SCIELO, sin carácter de revisión sistemática ni metanálisis utilizando los términos *Persisten Organic Pollutans (POPs)*, *Organochlorine pesticides* y *Chile*. Además se incluyeron los informes técnicos registrados en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

En general esta búsqueda indica que el número de estudios de zonas urbanas es menor a los desarrollados en zonas remotas, tanto en cantidad, áreas geográficas abarcadas y compuestos analizados. En zonas urbanas los estudios con muestreadores pasivos se han centrado en COPs presentes en el aire. En tanto para los COPs en material particulado se han sido realizados solo un par de estudios en zonas costeras. Las principales conclusiones de estos estudios señalan la existencia de transporte a largas distancia en sentido altitudinal y latitudinal. Históricamente, con la utilización de testigos para sedimentos lacustres, se ha visto un incremento de las concentraciones a partir de los años 90s.

De este análisis es posible extraer que hay una carencia de información referente a la valoración de las fuentes en los centros urbanos e industriales y lo que ocurre en la zona central de Chile.

Palabras Claves: Contaminantes Orgánicos Persistentes, COPs, Chile.

Financiado por FONDECYT N°1110719 y 1120765.

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN EN ARCO A LA DETERMINACIÓN DE METALES EN LA MINERÍA DEL COBRE

Juan Pasten S.⁽¹⁾, Pablo Sakamoto⁽²⁾,

(1) Laboratorio Kobatsu Analítica Ltda.(2) SAGU LTDA. (3) Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, UPLA

Centro Estudios Avanzados (CEA) – Laboratorio Kobatsu Analítica Ltda – Camino Internacional km 28, Copiapo, Chile

e-mail: jpasten@kobatsuanalitica.cl

Chile país es productor de cobre 5.750.000 ton de cobre en el año 2012, de los cuales 4.785.000 ton corresponde a concentrados de cobre. La composición promedio de un concentrado de cobre se encuentra en los siguientes rangos:

| Elemento | % en peso |
|----------|-----------|
| Cobre | 25 to 35 |
| Hierro | 20 to 30 |
| Azufre | 30 to 35 |

De estos datos se puede inferir que entre estos 3 elementos suman aproximadamente el 95 % de un concentrado, la composición restante es la que determina el precio ya sea por un aumento por elementos de interés económico como oro, plata, molibdeno, renio, germanio u otros u una disminución de los precios por elementos contaminantes como el arsénico selenio antimonio etc.

La técnica de espectroscopia de emisión en arco, proporciona un método simple, rápido y sensible para la determinación tanto de los elementos de interés como de los contaminantes, para la elaboración del método, se realizaron las mediciones de los diferentes parámetros que inciden en la medición de los elementos, entre los que se destacan: selección de líneas analíticas, tiempos de medición y corrientes de arco.

En el presente trabajo se muestran dichos resultados y se discuten su aplicación en la minería del cobre.

Palabras Claves: concentrados de Cobre, minería, espectroscopia emisión arco

Bibliografía:

Evolución de la Industria Mundial de Fundiciones y sus Perspectivas en Chile en el Período 2004 – 2012, Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO

Informe del Cobre 2011 y perspectivas 2012-2013: Minería de Chile, <http://mineriachile.com>. Prodigy DC Arc C Arc Operators Manual: Teledyne Leeman Labs.

Method for the Quantitative Spectrochemical Analysis of Rocks, Minerals, Ores, and Other Materials by a Powder D- C Arc Technique. Harry Bastro, Pail Bernett, y K. J. Murata. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN 1084-G, USA 1960.

Agradecimientos: Comercial y Asesora Internacional SAGU Ltda.