



Facultad de Ciencias
UNIVERSIDAD DE CHILE



AÑO 2002

4, 5 Y 6 DE DICIEMBRE

III^{ERAS} JORNADAS

Chilenas de Física y Química ambiental

Centro Nacional del Medio Ambiente

Avd. Larraín 9975

La Reina, Santiago, 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



**III^{ERAS}. JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y
QUIMICA AMBIENTAL**

4,5 y 6 Diciembre de 2002

Organiza

SOCIEDAD DE QUIMICA AMBIENTAL DE CHILE

Fundada el 29 de Septiembre del 2000

Fono: (56-2) 678 7274, Fax: (56-2) 276 9143, E-mail: cqa@uchile.cl

Lugar del Evento

Centro Nacional del Medio Ambiente

Avda. Larrain 9975

La Reina, Santiago



***IIIERAS. JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y
QUIMICA AMBIENTAL***

4,5 y 6 Diciembre de 2002

Organiza

SOCIEDAD DE QUIMICA AMBIENTAL DE CHILE

Fundada el 29 de Septiembre del 2000

Fono: (56-2) 678 7274, Fax: (56-2) 276 9143, E-mail: cqa@uchile.cl

Lugar del Evento

*Centro Nacional del Medio Ambiente
Avda. Larrain 9975
La Reina, Santiago*

Sociedad de Química Ambiental de Chile

Fundada el 29 de Septiembre de 2000
Casilla 653, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 678 7274 - Fax: (56-2) 276 9143
cqa@uchile.cl

Comité Directivo Ejecutivo

Dr. Raúl G.E. Morales, *Presidente*
Dr. Itilier Salazar, *Vicepresidente*
Q.A. Paola Cofré, *Secretaria*
M.Cs. Carlos Hernández, *Tesorero*

Consejo Directivo Nacional

Ramón Ahumada, Universidad Católica de la Santísima Concepción
Paola Cofré, Centro Nacional del Medio Ambiente
Sylvia Copaja, Universidad de Chile
Jaime Cornejo, Universidad de Santiago de Chile
Juan Cortés, Universidad de Tarapacá
David Fuentes, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente
Carlos Hernández, Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación
Raúl G.E. Morales S., Universidad de Chile
Jaime Pizarro, Universidad de Santiago de Chile
Domingo A. Román, Universidad de Antofagasta
Itilier Salazar, Universidad de La Frontera
Celia Torres, Universidad Arturo Prat

Comité Organizador

Dr. Raúl G.E. Morales S. - Dr. Carlos Hernández T.
Qco. Ambiental Paola Cofré C. - Dr. Claudio González R.
Lic. Manuel Leiva G. - Lic. Patricio Jara A.
Sra. Luzmira Carreño M.

EDITORIAL

Al iniciar estas III^{er}as Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental, con regocijo podemos constatar el interés creciente, tanto de académicos como de estudiantes, por establecer un espacio de análisis y discusión de trabajos científicos originales y particularmente atingentes a nuestra realidad nacional, en torno a las Ciencias Ambientales del Medio Ambiente Físico.

Desde que nos iniciáramos en Jahuel en el año 1997, hemos gradualmente ido constatando la consolidación de nuevas disciplinas como la Biología, Física y Química Ambiental, tanto a nivel de investigación científica como del establecimiento de nuevas carreras profesionales en el Sistema de Educación Superior de nuestro país.

Ya en diferentes instituciones universitarias hemos observado el surgimiento de centros, institutos y núcleos orientados al desarrollo y cultivo de alguna de las especialidades que tienen relación con el Medio Ambiente. Estos organismos no sólo se han centrado en el área de servicios o gestión, sino que también se han orientado al desarrollo de estudios e investigación científica en temas ambientales de escala local, regional y planetaria.

Es así que hoy inauguramos este tercer encuentro en el Centro Nacional del Medio Ambiente, institución creada por el Gobierno de Chile y del Japón para dotar a nuestro país de infraestructura básica en técnicas fisicoquímicas y biológicas para enfrentar los enormes desafíos pendientes en nuestro país en cuestiones de materias ambientales. Es por ello que agradecemos al Centro Nacional del Medio Ambiente el acogernos en esta oportunidad y así dar un realce significativo a este encuentro que reúne al principal grupos de científicos chilenos en materia de investigación en Medio Ambiente Físico.

Por nuestra parte, como Sociedad de Química Ambiental de Chile, nos resulta alentador constatar el creciente interés por el cultivo de esta nueva disciplina en nuestro país, así como del creciente número de nuevos profesionales egresados de diferentes universidades, quienes ya han comenzado a integrarse a nuestra Sociedad científica. Sin embargo, a pesar del alentador panorama que representa el contar con cuadros de futuros jóvenes investigadores, vemos con honda preocupación las escasas

diligencias y esfuerzos por parte del sector gubernamental, atingente a los organismos de financiamiento, en materia de crear fondos prioritarios tanto para investigación como para la formación de postgrado en materias ambientales. Particularmente, resulta fundamental que, frente a los nuevos desafíos que nos impone el crecimiento económico del país, específicamente en materia de los nuevos convenios internacionales como las asociaciones con el Mercosur y Europa, y próximamente, las futuras alianzas con E.E.U.U. y el sector asiático de Corea y Japón, exista una real preocupación por parte de nuestras autoridades de gobierno, así como del sector empresarial público y privado, para llevar adelante un crecimiento económico asociado a un desarrollo sostenible. Este crecimiento debe necesariamente respaldarse en una significativa inversión en materia de Ciencia y Tecnología, particularmente en lo relativo al estudio y conocimiento de nuestro patrimonio natural, a objeto de asegurar a la población actual y a las generaciones venideras, que lo que hoy estamos realizando en materia de crecimiento productivo, no va a comprometer la seguridad nacional presente ni futura. Por el contrario, con el conocimiento profundo de nuestra naturaleza, vamos a poder enfrentar de mejor manera el desarrollo de nuestro país, logrando alcanzar las metas propuestas en las próximas décadas, sin poner en peligro nuestra propia existencia generacional ni venideras.

Es por ello que, al iniciar estas terceras jornadas, hacemos un llamado a nuestras autoridades de gobierno, especialmente a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), a redoblar sus esfuerzos por atender un área deficitaria y estratégica para nuestro país en el corto plazo, pues, a diferencia de otras áreas, ésta al estar ligada al patrimonio natural nacional resulta ser prioritaria, dado que nuestro patrimonio está siendo permanentemente y sistemáticamente diezmado y alterado tanto a nivel urbano como rural, y por ello, el tiempo es una variable que juega en contra de nuestra propia tardanza. Sin duda que, con programas de fortalecimiento de las Ciencias Ambientales del Medio Ambiente Físico y Biológico, tanto a nivel de financiar la puesta en marcha de grupos de investigación, como de consolidar programas de doctorado afines, estaremos en condiciones de ir preparando los cuadros de científicos del futuro, y que hoy sólo descansa en un pequeño puñado de investigadores pioneros, que con su talento, vocación y dedicación, han dado muestras suficientes de abnegación para iniciar esta nueva etapa, en una temática trascendental para nuestro país, tal como lo fue el descubrimiento, no hace mucho, de que nuestro planeta es finito y único, y que sin el compromiso mundial de preocuparnos por los altos índices de contaminación que traía asociado el progreso desde los tiempos de la revolución industrial, habríamos de colapsar.

Finalmente, deseo agradecer a los conferencistas plenarios y participantes provenientes de las diferentes latitudes de nuestro país, su presencia en esta nueva cita que nos hemos dado bajo los auspicios de nuestra Sociedad de Química Ambiental de Chile. Esperamos que durante estos tres días alcancemos un mejor conocimiento del estado del arte de nuestras disciplinas, así como podamos compartir y estrechar lazos de amistad que nos permitan facilitar nuestra propia cooperación científica futura.

El Presidente de la Sociedad de Química Ambiental de Chile

desea expresar sus agradecimientos a todos quienes

colaboraron en cada una de las etapas que hicieron

posible la realización de este evento.

Dr. Raúl G.E. Morales Segura

Presidente

En particular a las instituciones que

Sociedad de Química Ambiental de Chile

propusieron dar un realce al desarrollo de estas jornadas.

Santiago de Chile, 4 de Diciembre de 2002.

*ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD (ACHS)
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)
UNIVERSIDAD DE CHILE
ARQUIMED*

AGRADECIMIENTOS

*El Presidente de la Sociedad de Química Ambiental de Chile,
desea expresar sus agradecimientos a todos quienes
colaboraron en cada una de las tareas que hicieron
posible la realización de este evento.*

*En particular a las Instituciones que con su colaboración
permitieron dar un realce al desarrollo de estas Jornadas.*

**ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD (ACHS)
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)
UNIVERSIDAD DE CHILE
ARQUIMED**

PROGRAMA

Santiago, Miércoles 4 de Diciembre de 2002

10:00 a 13.00 hrs. *Inscripciones e Instalación de Póster*

14.30 *Conferencia Plenaria de Conmemoración del Día de la Tierra*

Prof. Itilier Salazar, Universidad de La Frontera

"Suelo, vida y medio ambiente"..... 1

15.30 *Ceremonia Inaugural*

Dr. Raúl G.E. Morales S., Presidente Sociedad de Química Ambiental

Dr. Luis Riveros C., Rector de la Universidad de Chile

16:00 *Presentaciones Orales*

Presidente. Prof. Carlos Hernández

Vice-Presidente: Dr. Claudio González

Lucrecia Brutti, Claudia Santibañez, María Teresa Varnero y Pablo Alvarado

"Utilización de aceleradores de compostaje"..... 2

16:20 *Esparza Rodríguez Jaime*

"Uso de lodo biológico proveniente del tratamiento de aguas de la industria de celulosa como mejorador de suelos con alto grado de degradación"..... 3

16:40 *Café*

17:00	Inés Ahumada, Paula Escudero, Adriana Carrasco, Angélica Sadzawka y Gabriela Castillo "Efecto de la aplicación de un biosólido en el fraccionamiento de metales pesados en suelos".....	4
17:20	Itilier Salazar "Efecto del cambio de uso de suelos del sur de Chile sobre el efecto invernadero".....	5
17:40	Claudia Ortíz, Eduardo Mujica y Julia Li Kao "Remoción de cobre en solución mediante rizofiltración".....	6
18:00	Marijana Tomjenovic, María Cecilia Concha y Flora González "Química en el contexto de la Educación Ambiental".....	7
18:20	Jaime J. Cornejo, J. Martínez, R. Muñoz, E. Flores, A. Urrutia "Environmental City: Bases de un sistema de información para gestión ambiental y sustentabilidad".....	9
18:40	Jaime J. Cornejo "Sistema de información para gestión y educación con nuevos conceptos de protección ambiental. Estudio de caso : La Química Sustentable".....	8
19:00	Discusión de Pósters (P-1 al P-15)	
20:00	Cóctel de Bienvenida	

Santiago, Viernes 6 de Diciembre de 2002

9:30 Presentaciones Orales

Presidente: Prof. Itilier Salazar

Vice-Presidente : Prof. Ramón Ahumada

Betsabet Sepúlveda, Rodrigo Oliva, Katia Calderón y Pablo Richter

"Método de Screening y cuantitativo para la extracción eficiente de pesticidas en suelo utilizando agua subcrítica en continuo y GC-MS"..... 22

9:50 Loreto Donoso, E. Fernández, J. Romero y E. Sanhueza

"Flujos Biogénicos suelo-atmósfera de Co₂, CO y NO en Bosques y Sabanas de la Gran Sabana, Venezuela"..... 31

10:10 Paulina Schuller, Gabriele Voigt, Aage Krarup, Flavio Ojeda y Alejandra Castillo

"Transferencia de 134Cs y 85Sr Suelo-Beta vulgaris var.cicla L. En un umbric andosol de la X Región"..... 24

10:30 Ch. Lovengreen, J.L. Alvarez, H. Fuenzalida

"Rol de las nubes en alzas y atenuación de radiación ultravioleta y visible"..... 25

10:50 Manuel Merino Th. y Augusto Llano E.

"Análisis comparativo de condiciones meteorológicas asociadas a episodios de contaminación atmosférica en Santiago, Chile, para el período 1997-2002"..... 26

11:10 Laura Gallardo Klenner

"Aerosoles sulfatos y estratocúmulos"..... 30

11:30 Café

11:45 Premiación de Posters

12.00 Conferencia Plenaria

Prof. Eugenio Sanhueza, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Venezuela.

"Compuestos orgánicos volátiles en la atmósfera de la Sabana Tropical"... 27

Almuerzo Clausura

Mex. María Isabel Ornelas

"Las actividades agrícolas modernas"..... 10

9:25 Prof. Pablo Muñoz Salazar

"Estudio ecológico del fitoplancton de la Zona Central de Chile, con énfasis en las formaciones de diatomeas y de dinoflagelados"..... 11

10:10 Dra. Patricia Miller

"Tratado del clima de las Llanuras sobre la actividad de *Ascaris suum*"..... 12

10:30 Prof. Benjamin Salazar, Chile

"Tratado sobre las parasitosis y enfermedades en las Llanuras de Chile. Nuevas estrategias farmacológicas y experiencias recientes de manejo"..... 13

10:30 Oradora Moderada: M.C. María Isabel Ornelas

11:30 Cofe

12:00 Conferencia Plenaria

Prof. Gabriela Castilla, Universidad de Chile

"Avances en Ecotoxicología Ambiental: Diagnóstico y Priorización en el País"..... 14

14:30 Almuerzo

Santiago, Jueves 5 de Diciembre de 2002

9:30 SIMPOSIO MAREA ROJA

Mcs. María Isabel Olmedo
"Florecimientos algales nocivos"..... 10

9:50 Prof. Pablo Muñoz Salazar
"Estudio ecológico del fitoplacton de la Zona Central de Chile, con énfasis en las floraciones de diatomeas y de dinoflagelados"..... 11

10:10 Dra. Paulina Uribe
"Estudio del efecto de las bacterias sobre la toxicidad de *Alexandrium catenella*"..... 12

10:30 Prof. Benjamín Suárez Isla
"Toxinas marinas paralizantes y amnésicas en las Costas de Chile. Nuevos ensayos funcionales y experiencias recientes de manejo"..... 13

10:50 Discusión. Moderador : M.Cs. María Isabel Olmedo

11:30 Café

12:00 Conferencia Plenaria

Prof. Gabriela Castillo, Universidad de Chile
"Bioensayos en Ecotoxicología Acuática: Desarrollo y Perspectivas en el País"..... 14

13:30 Almuerzo

15:00 **Presentaciones Orales**

Presidente: Prof. Sylvia Copaja

Vice-Presidente : Prof. Juan Cortés

Ramón Ahumada y Lorena A. Gerli

"Determinación de metales pesados en organismos bentónicos colectados en la zona de Campos de Hielos Sur (48°-52° Lat. S), Chile"..... 15

15:20 **Ramón Ahumada y Anny Rudolph**

"Metales Trazas en los sedimentos de la Laguna San Rafael, Chile (46,5 Lat. Sur)..... 16

15:40 **Jaime Pizarro, María Angélica Rubio, Paulina Pizarro, Marcela Orellana, Julio Henríquez, Mauricio González y Ximena Castillo**

"Estudio de multiaproximación de la dinámica de componentes metálicos en la Laguna Caren (Santiago, Chile)"..... 17

16:00 **Jaime J. Cornejo, A.L. Fauquet, J. Gautier, C. Hurtado, R. Schmidt**

Metodología para química sustentable: Síntesis eficiente de líquidos iónicos y aplicaciones a síntesis inorgánicas y sistemas electroquímicos"..... 18

16:20 **Manuel Ellahueñe, Patricia Pérez, Cristian Riquelme ,Patricio González y María Isabel Olmedo**

"Respuesta genotóxica de arsénico, evaluada mediante el ensayo de micronucleo"..... 19

16:40 **G. Castillo, A. Durán, I. Ahumada, I. Herrera, A. Carrasco**

"Evaluación de la calidad sanitaria y toxicológica de biosólidos"..... 20

17:00 **Muñoz J., Mudge S.M. y Sandoval A.**

"Efecto de la fuerza ionica (0.5 a 30 M) en la producción de compuestos volátiles orgánicos de cadena corta por *Dunaliella salina* (Teodoresco) Conc. 006"..... 21

17.20 **Rodrigo Seguel, Rubén Verdugo, Yasuyuki Shibata y Pablo Richter**

"Distribución de arsénico en componentes ambientales de la zona central del país"..... 23

17:40 *Café*

18:00 *Discusión de Póster (P-16 al P-31)*

19:00 *Reunión de la Sociedad de Química Ambiental*

20:00 *Cena de Camaradería*
Comedor Cenma

POSTERS

- P-1** *Jorge Mendoza, Gabriela Castillo, Tatiana Garrido, Inés Ahumada y Paula Escobar*
"Efecto de biosólidos sobre la sorción de cobre en suelos de la sexta región"..... 32
- P-2** *Chelvy Carvajal Hidalgo, M. Cristina Diez y Felipe Gallardo A.*
"Evaluación del comportamiento de lodo proveniente de una planta de celulosa en mezclas suelo/lodo"..... 33
- P-3** *Marta Arias, Felipe Gallardo, Gladys Vidal y Marcia Zambrano*
"Estudio del efecto de la aplicación de Dregs y Grits a suelos ácidos para el cultivo de trigo"..... 34
- P-4** *J. Neira, C. Pacheco y U. González*
"Confirmación y diferenciación de origen de aguas minerales chilenas basada en la determinación de cationes y aniones"..... 35
- P-5** *Christian Moraga, Viccelda Domínguez y Gladys Vidal*
Adsorción de Edta provenientes de nuevos procesos de blanqueo de la industria de celulosa"..... 36
- P-6** *Viccelda Dominguez, Miguel Martínez y Gladys Vidal*
"Adsorción-Desorción de 2,4,6-TCP y PCP en sedimentos de ríos de origen volcánico, expuestos a descargas de efluentes de industrias de blanqueo de celulosa kraft"..... 37
- P-7** *E. González, J. Neira, R. Riveros y R. Ahumada*
"Aplicación de la espectrofotometría de absorción atómica con tubo en la llama en la determinación directa de Cd, Pb y Zn en aguas de mar y de desechos"..... 38

P-8	Flavia Fontecilla y María E. Hidalgo "Análisis de actividad de catalasa en <i>Chitón granosus</i> "	39
P-9	Sylvia V. Copaja, Elizabeth Fernández y Julio Hidalgo "Determinación del índice de fenoles en riles"	40
P-10	Jaime Pizarro, María Angélica Rubio, Julio Henríquez, Mauricio González y Ximena Castillo "Distribución de metales en sedimentos superficiales de la Laguna Caren (Santiago, Chile)....."	41
P-11	M. Pacheco, L. Donoso y E. Sanhueza "Nitrógeno orgánico en lluvias de Venezuela"....."	42
P-12	Raúl G.E. Morales, Víctor Vargas, Igor Osorio "Determinación e identificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) a través de fluorescencia sincrónica"....."	43
P-13	Juan Cortés, Elisa Santander, Miguel Rivas y Elisa Rojas "Caracterización de aerosoles en términos de los coeficientes alfa y beta (Angstrom) en el período primavera 2000-verano 2001. Arica. Norte de Chile"....."	44
P-14	Juan Cortés, Elisa Santander, Miguel Rivas y Elisa Rojas "Comparación de los niveles de irradiación UV-B en el período primavera y verano 2000-2001. Arica. Norte de Chile"	45
P-15	Araya-Hernández C., Jara A. G.P., Morales S. R. "Heterociclos aromáticos como actinómetros de radiación UV"	46
P-16	Ch. Lovengreen, J.L. Alvarez y H. Fuenzalida "Comparación de la radiación eritemática medida in situ en Valdivia con aquellas obtenidas en inferencias satelitales y de un modelo de transferencia radiativa"	47

P-17	Andrés Cabello y Pablo Ulriksen "Impactos a escala regional de las emisiones a la atmósfera del complejo industrial ventanas, Región de Valparaíso, Chile"	48
P-18	Gerardo Alvarado Z. y Pablo Ulriksen "Episodios críticos de contaminación atmosférica en Santiago, características observadas en la zona de Pudahuel y posibles causas"	49
P-19	Gregorio P. Jara, Ariela Lavados, Manuel A. Leiva y Raúl G.E. Morales S. "Calidad de aire en la Región Metropolitana. Línea base en ausencia de locomoción colectiva (Agosto 2002)"	50
P-20	Rafael Castro y Raúl G.E. Morales "Fotooxidación solar de arsénico en soluciones acuosas"	51
P-21	Christian Lafuente, Gladys Vidal y Carolyn Palma "Análisis de la factibilidad de utilizar microorganismos filamentosos en la degradación de efluentes de la industria de pasta y papel post tratamiento anaerobico"	52
P-22	Lorena A. Levet, Gladys X. Vidal y M. Cristina Diez Selección y crecimiento de bacterias sometidas a un agente quelante (EDTA) presente en efluente sintético TCF"	53
P-23	Víctor Vargas y María Alejandra Ríos "Determinación de metales a nivel trazas mediante quimio-luminiscencia"	54
P-24	Sylvia V. Copaja, Roxana Tessada y Julio Hidalgo "Análisis crítico del método SAAM para la determinación de detergentes aniónicos en riles"	55
P-25	Sylvia Copaja, Carolina Barra y Julio Hidalgo "Método alternativo para determinación de plomo en matrices ambientales"	56

P-26	<i>Aída Acevedo López, J.L. Pérez Pavón y B. Moreno Cordero</i> <i>"La utilización del fenómeno de punto de nube como vía alternativa a las técnicas de extracción convencionales en el análisis medio ambiental"....</i>	57
P-27	<i>Katia Calderón, Yukio Susuki, Hiroshi Nishie, Verónica Muñoz y Pablo Richter</i> <i>"Determinación de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en muestras atmosféricas colectadas en la ciudad de Santiago".....</i>	58
P-28	<i>Geraldine Ihja Q., Carlos Hernández, María Rosa González y Raúl G.E. Morales S.</i> <i>"Determinación de Niveles de NOx y Ozono en Santiago por Métodos Pasivos".....</i>	59
P-29	<i>Oswaldo Andrés Molina Navarro, Luis Osorio Escrich y Raúl G.E. Morales S.</i> <i>"Implementación de un sistema de gestión ambiental basado en la Norma ISO 14001 Superintendencia Ingeniería Mantención Mina División Radomiro Tomic-Codelco Chile".....</i>	60
P-30	<i>Silvia Quintanilla y Ximena Molina</i> <i>"Sistemas de gestión ambiental según ISO 14001 en el Puerto de San Antonio, Sector Espigón".....</i>	61
P-31	<i>M. Cristina Gallardo, M. Cristina Diez</i> <i>"Implantación de un sistema de aseguramiento de calidad en Laboratorios de análisis de aguas residuales según Nch-ISO 17025".....</i>	62

SUELO, VIDA Y MEDIO AMBIENTE

Itilier Salazar Quintana
Dpto. Ciencias Químicas
Facultad de ingeniería, Ciencias y Administración
Universidad de La Frontera
Casilla 54-D Temuco - Chile
E-mail: Itilier@ufro.cl

El suelo constituye la capa superior de la corteza terrestre, formada por meteorización de las rocas junto a restos de la descomposición de seres vivos, en la que pueden estar enraizadas las plantas y que constituyen un medio ecológico para ciertos tipos de seres vivos.

El suelo es un cuerpo natural y, como tal, nace, evoluciona y muere. Su nacimiento tiene lugar a partir de una roca preexistente, conduciendo a la estabilización de la superficie, fenómeno en el que juega un rol importante el clima. Las alternancias frío-calor y humedad-sequedad van atacando la roca inicial y haciendo posible que sea colonizada por líquenes y musgos. En ese momento existe la posibilidad de interacción de material mineral y orgánico por lo que es cuando el suelo nace. Como todo nacimiento va precedido de una gestación, que según la roca madre puede durar desde unos años a varios miles e incluso superar el millón. Así que la concepción tendría lugar cuando hay una estabilización de la superficie y el nacimiento cuando se produce la colonización vegetal.

Tras ese nacimiento, y con el transcurso del tiempo, el suelo va pasando por diferentes estados, que van forjando su carácter. En ese desarrollo influyen sobre él todos los factores ambientales, siendo de especial importancia, el relieve. Un relieve abrupto le va a provocar dificultades en el crecimiento, mientras que uno llano va a facilitararlo. También el clima, que va a regir la velocidad de los procesos de alteración del material mineral y de los restos vegetales, diferentes a la vez, según aquel pues es un condicionante esencial de la vegetación.

Cuando el suelo alcanza el equilibrio con los otros componentes de su medio, es cuando su carácter se manifiesta decididamente y podemos hablar de madurez del suelo. De ahí que todas las características del mismo estén condicionadas por la serie de factores externos que hemos venido enumerando, tales como roca original, clima, organismos vivos, relieve y tiempo.

La muerte del suelo va seguida de la generación de otro. Cuando la muerte es natural, porque llega a una situación en que el equilibrio de su madurez se hace imposible por el cambio de las condiciones que le dieron origen, sobre ese suelo viejo surge otro joven mas adaptado a las nuevas condiciones y cuyo carácter se amolda a ellas. La vida del suelo puede ser por tanto muy larga llegando a millones de años.

Otras veces su muerte es por accidente, un volcán, un terremoto o simplemente un deslizamiento de materiales, pueden acabar sepultándolo y haciéndole perder su condición esencial de "parte superior de la corteza terrestre". Todos ellos fenómenos que podrían considerarse como verdaderos accidentes y más, por otro lado, su muerte podría ser violenta por acción del hombre, quien modifica las condiciones establecidas llevándole al envenenamiento lento por efecto de la contaminación o a la rápida desaparición por erosión.

UTILIZACIÓN DE ACELERADORES DE COMPOSTAJE

Lucrecia Brutti¹, Claudia Santibáñez², María Teresa Varnero y Pablo Alvarado³

EMERES (Empresa Metropolitana de Tratamiento de Residuos Sólidos) y UNIVERSIDAD DE CHILE- Facultad de Ciencias Agronómicas, e-mail: lbrutti@emeres.cl

Son bien conocidos, incluso a nivel de opinión pública, los problemas que generan los residuos tanto orgánicos como inorgánicos que se producen en grandes cantidades día a día en las ciudades. Por otra parte, también es conocida la necesidad de contar con materiales orgánicos estabilizados para ser utilizado como enmienda en parques y jardines o en cultivos de invernadero y macetas. Los residuos orgánicos pueden transformarse mediante el proceso de compostaje. El compostaje, es un proceso biooxidativo controlado, en el que intervienen numerosos microorganismos, con una adecuada humedad. Utiliza sustratos orgánicos diferentes los que se degradan pasando por distintas etapas, generando una materia orgánica estabilizada, susceptible de aplicarse al suelo con efectos benéficos para las plantas (Costa y col, 1997). Los microorganismos existentes en esta materia orgánica son los que contribuyen a la realización del proceso utilizando los nutrientes existentes (Matzusaki, 1985). Hay productos formulados a base de microorganismos y soluciones nutritivas que favorecen el proceso y se denominan aceleradores del compostaje. El objetivo del presente trabajo fue comprobar el beneficio de agregar aceleradores de compostaje a las pilas que contengan residuos lignocelulósicos. Se usó el método de pilas trapezoidales que incluye un sistema de aireación provisto por caños de plástico perforado que se colocan paralelos al piso en contacto con otros en posición vertical. Se efectuó un volteo a los tres meses de armada la pila. Se compostaron residuos de las podas de los árboles previamente chipeados y cortes de césped. Se controló la temperatura, humedad, pH y conductividad eléctrica de las pilas. Se hicieron dos repeticiones por cada uno de los tratamientos: un testigo sin inoculante, pilas regadas con líquido percolado del exrelleno sanitario "Lo Errázuriz", pilas inoculadas con productos comerciales elaborados a base de *Trichoderma viridae* sola (5 g.m⁻²) o acompañada de *Candida sp* y solución nutritiva (1 L.6 m⁻²). En todos los casos se regó con solución nutritiva durante la reinoculación. Los productos se incorporaron en dos oportunidades, al armado de la pila y al volteo de los 3 meses. Como vehículo se usó aserrín de pino para la *Trichoderma* y dilución acuosa con máquina pulverizadora para la *Cándida* y la solución nutritiva. La utilización de aceleradores del compostaje mejoró la productividad del sistema y al cabo de 4 meses se obtuvo un compost clase A (CONAMA 2000) en todos los casos en que se utilizó acelerador de compostaje; en cambio, el producto obtenido sin acelerador correspondió a un compost clase B.

¹ Técnico del Departamento de Estudios de EMERES Las Rejas Sur 1616. Comuna Estación Central. Santiago Chile, ². Estudiante del Programa Doctorado de Ciencias Silvo Agropecuarias y Veterinarias. Campus Sur - Universidad de Chile, ³. Docentes e Investigadores de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile

Nota: El presente trabajo se realizó con la colaboración de la empresa PROBICAL Ltda.

USO DE LODO BIOLÓGICO PROVENIENTE DEL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA COMO MEJORADOR DE SUELOS CON ALTO GRADO DE DEGRADACIÓN

Jaime P. Esparza Rodríguez

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración,
Universidad de la Frontera Temuco

Casilla 191, Pucón, Chile

J_esparzar@Yahoo.es

La implementación y la entrada en vigencia de normas chilenas estrictas, de acuerdo a estándares internacionales, en relación al tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas, traerá como consecuencia la generación de grandes cantidades de lodo, de diferentes características de acuerdo a las tecnologías empleadas y al tipo de agua a tratar. La disposición de lodos para fines agrícolas, como una de las alternativas viables se hace por lo tanto, extremadamente importante.

Las prácticas agrícolas, ha llevado a tener suelos deteriorados y con una baja disponibilidad de nutrientes. Existen en Chile 3.182.148 ha de suelo de origen volcánico (Andisoles y Ultisoles) y cuyas principales características es su alta capacidad de fijación de P y su pH ácido. El incorporar lodos provenientes de plantas de tratamiento domésticos como industriales al suelo, significa un aporte de materia orgánica, a los agregados del suelo, mejorando su estructura. El lodo puede proporcionar macronutrientes como el fósforo, nitrógeno y potasio, como la incorporación de microelementos Zn, Cu, Fe, aumentando el rendimiento en los cultivos. El incorporar lodo proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales de una industria de celulosa Kraft, permitirá disminuir parcialmente la acidificación de los suelos, como a su vez un aporte de materia orgánica. Este mecanismo de disposición final de estos lodos pretende mejorar y recuperar las condiciones físicas, químicas y biológicas de suelo degradados, lo que permitirá además reducir los costos de producción.

El objetivo general del presente estudio es evaluar el efecto de la adición de lodo biológico de plantas de tratamiento de aguas residuales de la industria de celulosa Kraft sobre las características químicas en suelos volcánicos y su efecto en la producción de biomasa de plantas de ballica.

Se incubará el suelo de forma de evaluar alteraciones en las propiedades químicas y biológicas del suelo derivados de cenizas volcánicas por aplicación de distintos niveles de lodo, proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales de celulosa. Se realizó una caracterización química de un suelo Ultisol y del lodo biológico. Se estudiará el efecto de la adición al suelo de diferentes dosis de lodos sobre la biomasa en plantas de ballica. Al término del ensayo, se analizarán los contenidos de elementos (P, Ca, Mg, K, Al) en la planta completa y en el suelo, también se analizarán las propiedades químicas del suelo de las macetas.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN BIOSÓLIDO EN EL FRACCIONAMIENTO DE METALES PESADOS EN SUELOS

Inés Ahumada, Paula Escudero, Adriana Carrasco, Angélica Sadzawka
y Gabriela Castillo

Laboratorio de Química Ambiental.
Departamento de Química Inorgánica y Analítica, Facultad de Ciencias Químicas y
Farmacéuticas, Universidad de Chile.
Casilla 233, Santiago, Chile
e-mail: iahumada@ciq.uchile.cl

Las aguas servidas domésticas contienen básicamente materia orgánica, nutrientes y organismos patógenos que es necesario remover mediante un tratamiento adecuado, previo a su descarga final. Al 2009 se espera que el total las aguas servidas de la Cuenca de Santiago puedan descontaminarse. El aumento del número de plantas para el tratamiento de aguas servidas conlleva un incremento de la generación de lodos, cuya disposición puede producir impactos negativos en el medio ambiente. Una posibilidad de re-uso de estos lodos, es su aplicación en la agricultura, opción más conveniente y menos costosa. El lodo contiene nutrientes indispensables para las plantas, su contenido de materia orgánica ayuda a mejorar la estructura del suelo e incrementa su capacidad de retención de agua. Sin embargo, su aplicación puede presentar ciertos inconvenientes, tanto desde el punto de vista sanitario como ambiental, por la posible presencia de organismos patógenos, metales pesados y compuestos tóxicos¹. El objetivo del presente estudio, fue determinar la influencia de la aplicación de un lodo estabilizado, en la distribución de las formas químicas de algunos metales pesados en suelos agrícolas.

Se utilizaron tres suelos: Santiago, Machalí y Cauquenes. El lodo fue aplicado en una relación de 0 y 30 t ha⁻¹. Para determinar las formas químicas de los distintos metales (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) se utilizó la metodología de Howard y Shu², obteniéndose las formas del metal: intercambiable, carbonato, asociado a los óxidos de Mn, unido a la materia orgánica, asociado a óxidos de Fe y residual. Además para evaluar el efecto del tiempo en la distribución de las formas químicas de los metales en estudio, los suelos fueron incubados a 25°C por 45 días.

El contenido de metal total en el lodo, con excepción de Ni, estuvo bajo lo contemplado por la norma chilena para aplicarse a suelos agrícolas. Las formas predominantes para todos los metales fueron la residual y la del metal asociado a los óxidos de Fe. En el caso de Cd, también es importante la forma intercambiable. Cuando el lodo fue aplicado a los suelos, se observó sobre todo en el caso del Zn, un aumento de las cuatro primeras formas extraídas secuencialmente. Después de la incubación, para la mayoría de los metales, se observó un incremento de la fracción residual.

¹ Suman, L.M., S. Dudka, and K. Das. 2001. Air and Soil Pollution 128: 1-11. (2001)

² Howard, J.L. and J. Shu. Environ. Pollut. 91:89-96. (1996)

Agradecimientos: Financiado por FONDECYT, Proyecto N° 1020129

EFFECTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELOS DEL SUR DE CHILE SOBRE EL EFECTO INVERNADERO

Itilier Salazar Quintana

Dpto. Ciencias Químicas

Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración

Universidad de La Frontera

Casilla 54-D

Temuco - Chile

E-mail: Itilier@ufro.cl

Los flujos de C-CO₂ a la atmósfera se estiman en 68 - 75 Pg C-CO₂ año⁻¹(1) y, parte de este valor es producto de la pérdida de materia orgánica del suelo. La tala de bosques y el cambio de uso de los suelos contribuye a la pérdida del equilibrio entre las emisiones y secuestro de C-CO₂(2). El suelo es un importante depósito de carbono. Se estima que la cantidad de C contenido en los suelos es el doble que en la atmósfera, i.e. 1500 Pg de C en los suelos vs 759 Pg de C en la atmósfera.

Los flujos de C-CO₂ por cambio de uso de la tierra son del orden de 1-2 Pg C año⁻¹ y que es equivalente a los flujos de C-CO₂ producto de la combustión en Europa, siendo el flujo total mundial de C-CO₂ producido en la combustión, 5-6 Pg C año⁻¹(3,4)

El C orgánico es importante para la calidad de los ecosistemas y es muy sensible al uso y manejo del suelo, es así como una fracción de la materia orgánica es fácilmente mineralizada a C-CO₂ por la biomasa microbiana del suelo.

Mayoritariamente los suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas son Andisoles y Ultisoles, representando un área del 2,15% y 0,07% de los Andisoles y Ultisoles mundiales, respectivamente, y el aporte potencial global de C-CO₂ a la atmósfera es de 52,2 Gk C año⁻¹ por los Andisoles y 44,5 GkgCaño⁻¹ los Ultisoles, bajo sus diferentes usos.

Agradecimientos: Dirección de Investigación y Desarrollo, DIDUFRO, Proyecto N° 140210
Universidad de La Frontera. Temuco

- 1.-Raich, J. W. and C. Potter. 1995. Global pattern of carbon dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 9:23-36
- 2.-Eswaran, H. E., van den Berg and P. Raich. 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of American Journal*, 57:192-194
- 3.-Schimel, D.S. Terrestrial ecosystems and the carbon cycle, 1995. *Global Change Biology*, 1: 77-91
- 4.-Smith, P., D. S. Powlson, J.U. Smith, P. Falloon and K. Coleman, 2000. Meeting Europe's climate change commitments: Quantitative estimates of the potential for carbon mitigation by agriculture. *Global Change Biology*, 6: 525-539

REMOCION DE COBRE EN SOLUCION MEDIANTE RIZOFILTRACION

Claudia Ortíz¹ C., Eduardo Mujica², y J. Li Kao²

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

cortiz@usach.cl

² Departamento de Química y Biología, Facultad de Ciencias Naturales
Universidad de Atacama, Copiapó, Chile

ilikao@ciencias.uda.cl

La rizofiltración es el uso de raíces vegetales para absorber, concentrar y precipitar metales pesados desde sistemas acuosos. La habilidad para absorber diferentes iones metálicos es una propiedad común a todas las raíces vegetales pero varía entre especies de plantas. Así, por ejemplo, las raíces de girasoles han sido usadas para tratar aguas con plomo, cesio, cobalto y zinc, reduciendo el contenido de los metales a niveles bajo los estándares aceptados.

La utilización de un sistema basado en la rizofiltración dependerá de aspectos económicos tanto como de las ventajas técnicas que éste presente. El uso de rizofiltración debe considerar el tratamiento de grandes volúmenes, el uso mínimo de compuestos químicos, un volumen pequeño de residuos secundarios, la posibilidad de reciclar el agua recuperada y aspectos regulatorios y de aceptación pública.

Se implementó un sistema de rizofiltración en tanque o "batch", con plántulas de alfalfa cultivadas hidropónicamente por aproximadamente un mes, usando soluciones de Cu^{2+} de 5ppm, con un volumen de 300 ml. Se determinó que el porcentaje de remoción de Cu^{2+} en los tanques de tratamiento llegó a 40% a los 15 días de tratamiento.

Por otra parte, las plantas usadas en el tratamiento no presentaron diferencias significativas en el crecimiento de raíces, tallos y número de hojas desarrolladas respecto a las plantas control crecidas en ausencia de cobre. La determinación del contenido de cobre en plantas, directamente proporcional a la remoción del metal desde las soluciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos a la fecha, la rizofiltración puede ser propuesta como una tecnología adecuada y económicamente ventajosa para la remoción de Cu^{2+} desde sistemas acuosos contaminados con bajos niveles del metal.

QUIMICA EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACION AMBIENTAL

Marijana Tomljenovic, María Cecilia Concha, Flora González
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Química
José Pedro Alessandri 774, Santiago, Chile
mtomlj@umce.cl

Las crecientes exigencias humanas de recursos provocan variados cambios y desequilibrios en la naturaleza. Muchas de las actividades humanas implican la contaminación del agua y la contaminación y destrucción del suelo. Se producen dificultades que caen en el tema de lo que se denomina actualmente, la problemática ambiental.

La respuesta que se pide al ámbito de la educación científica es abordar este tema en forma interdisciplinaria. Cada disciplina aporta los conocimientos y habilidades propios de su área, con el fin de que se logren los objetivos de la educación ambiental y que son: toma de conciencia, conocimiento, habilidades, valores y cambio de actitud. Sin pretender llegar a ser un especialista, al lograr estos objetivos, el futuro ciudadano estaría en condiciones de participar en las decisiones que incidan en soluciones de los problemas ambientales de su comunidad.

Con este fin se propone material didáctico en términos de guías de aprendizaje que permitan al alumno relacionar conceptos propios de la química con su entorno, la contaminación de las aguas y la contaminación y degradación de los suelos. Cada guía consta de una introducción, un trabajo de tipo experimental y un cuestionario cuyas respuestas impliquen un trabajo de indagación y relación interdisciplinaria, orientado a la solución de una problemática ambiental.

Los títulos de los temas abordados son:

- 1.- ¿Es un fertilizante o un contaminante el nitrato?
- 2.- ¿Es relevante la solubilidad de un compuesto químico para el medioambiente?
- 3.- La erosión, un problema ambiental.
- 4.- Reciclaje de la materia orgánica-

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN Y EDUCACIÓN CON NUEVOS CONCEPTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. ESTUDIO DE CASO: LA QUÍMICA SUSTENTABLE.

Jaime J. Cornejo

Sustentabilidad y Medio Ambiente (SUMA), Departamento de Química de los Materiales,
Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile
Casilla 40, Correo 33, Santiago, Chile.85
ima@lauca.usach.cl

El Desarrollo Sustentable -un concepto ampliamente difundido y aceptado a nivel mundial desde la cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992), y refrendado en la reciente Cumbre de Johannesburgo en 2002- es el valor a desarrollar como eje central de la protección ambiental. En tal contexto, durante los últimos cuatro años la **química sustentable** ha surgido en el entorno mundial como la forma más sofisticada de producción limpia, estableciendo como paradigma que los procesos y métodos que involucran uso o producción de sustancias químicas se lleven a cabo con cero emisión, vale decir, sin contaminación de ningún tipo, lo cual debe ser sustentado, validable y explicable a nivel molecular, esto es, el ámbito que es de dominio específico de la química. Este solo hecho ubica a la Química como una disciplina central en el quehacer moderno de protección ambiental, lo que nos obliga a replantearnos las prioridades en educación, investigación científica, transferencia tecnológica e infraestructura para protección ambiental.

Recientemente hemos desarrollado un sistema en base Internet para representación y manejo de información, el cual está orientado a facilitar el acceso a conocimiento y métodos de gestión y educación para medio ambiente y sustentabilidad. Al centro del sistema está una herramienta intelectual que facilita ejecutar la **transversalidad** del conocimiento ambiental para permitir su aplicación a diferentes campos del conocimiento. Describiremos aquí cómo la herramienta opera para aplicar los principios de la química sustentable a través de las subdisciplinas de la química, los sectores de la industria química, o los programas de estudio de carreras relacionadas con química. En este último caso, se hace posible integrar transversalmente los grandes tópicos de medio ambiente a los cursos y mallas de carreras de química, crear experimentos no contaminantes, gestionar laboratorios limpios, y ejecutar una efectiva gestión ambiental y de salud y seguridad en el campus. La nueva herramienta -que ha sido exitosamente aplicada vía Internet para proporcionar recursos de educación ambiental estado-del-arte a los profesores de Chile¹ - establece una conectividad estructurada, con todas las combinaciones informáticas posibles, entre los componentes de las cuatro variables que operan en cualquier tarea intelectual relacionada a medio ambiente, a saber, el nivel intelectual del usuario, el gran tópico de medio ambiente involucrado, el campo del conocimiento de interés o especialidad del usuario, y el ámbito de aplicación ambiental específica buscado.

(1) J.J. Cornejo et al. (2002) *Environment across the curriculum, A novel Internet-based conceptualization and methodology for environmental education*. Submitted to **The Journal of Environmental Education**.

ENVIRONMENTAL CITY: BASES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN AMBIENTAL Y SUSTENTABILIDAD

Jaime J. Cornejo*, J. Martínez, R. Muñoz, E. Flores, A. Urrutia

Sustentabilidad y Medio Ambiente (SUMA), Departamento de Química de los Materiales,
Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile
Casilla 40, Correo 33, Santiago, Chile. ima@lauca.usach.cl

A partir de nuestra experticia en informática y ciencia ambiental en formato web, hemos desarrollado *Environmental City*, un sistema en base Internet para representación y manejo de información, con acceso a conocimiento específico y métodos de gestión y educación para medio ambiente y sustentabilidad. En el corazón del sistema, una herramienta intelectual permite ejecutar la *transversalidad* del conocimiento ambiental y facilitar su aplicación *multidisciplinaria*, haciendo posible el manejo metodológico de temas y problemas ambientales que son transversales a los distintos campos del conocimiento.

Las bases del modelo, el cual no tiene parangón conocido en el contexto que se plantea, actúan en el ámbito epistemológico dentro de un portal Internet *ad hoc* proporcionando procesamiento, asimilación y aplicación de conocimiento ambiental en el entorno del usuario, en armonía con sus necesidades y nivel de experticia en medio ambiente.

El sistema es presentado como una ciudad virtual cuyo diseño urbano consta de *vecindades* o barrios que contienen los diferentes temas y problemas ambientales que son susceptibles de un manejo transversal y multidisciplinario, entre los que se incluyen medición ambiental, gestión y educación ambiental, desarrollo sustentable en el campus, química sustentable, y el proyecto ISEE. Cada vecindad alberga los *edificios* que contienen el conocimiento estructurado que es posible de ser manejado por los diferentes sectores de la comunidad de usuarios, esto es, existe un edificio para cada nivel de usuario posible. Al entrar a “su” edificio virtual, el usuario encuentra un entorno informático muy local y especializado que se maneja en Internet sobre la base de una novedosa herramienta intelectual que es una generalización de una reciente aplicación específica y exitosa.¹

La nueva herramienta proporciona conectividad estructurada, -con todas las combinaciones informáticas posibles-, entre los componentes de las cuatro variables que definen la actividad intelectual que relaciona integralmente al usuario con la tarea ambiental, a saber,

- el *Tópico* de interés (cambio climático, recursos naturales, biodiversidad, agua, aire, salud, energía, producción limpia, suelos),
- el *Nivel* operacional del usuario (académico, estudiante universitario, profesional, funcionario de gobierno, integrante de ONG, profesor de escuela o liceo),
- el *Campo* del conocimiento en el cual el usuario es un científico, un experto profesional o tiene un interés especial (química, biología, ingeniería, economía), y
- el *Ambito* de aplicación, esto es, el dominio que contiene las actividades específicas o tareas y sus contextos (seminarios, trabajo en terreno, diseño e implementación de proyectos, tesis de grado, transferencia tecnológica, búsqueda de información).

(1) J.J.Cornejo et al. (2002) *A novel Internet-based conceptualization and methodology for environmental education*. Submitted to **The Journal of Environmental Education**.

SIMPOSIUM “FLORECIMIENTOS ALGALES NOCIVOS”

Mcs. María Isabel Olmedo
CENMA

Las mareas rojas, término generalmente para referirnos a los florecimientos algales nocivos o FAN, han aumentado su frecuencia, distribución y toxicidad en los últimos años, llegando a cubrir zonas en las cuales nunca se habían registrado, como fue el dramático caso en las costas de Chiloe en el último periodo estival. Esto, además de los problemas de salud intrínsecos a la toxicidad, involucra una gran pérdida de recursos al país. Solo el año pasado las pérdidas directas por este concepto alcanzaron los 140 mil dólares, si a esto se agregan las pérdidas no directas la cifra se incrementa en varios miles de dólares, conllevando problemas sociales, en especial escasez de empleos.

Uno de los principales problemas radica en la predicción de estos fenómenos. Esto es fundamental para un adecuado manejo de los recursos y, además, para evitar el riesgo asociado al consumo de bivalvos. Existen en el mundo tres maneras de predecir los florecimientos algales a) Boyas oceanográfica, b) Imágenes satelitales y c) Modelación numérica, y dependerá de la zona en particular cual modelo sea el mas apropiado.

Otro de los problemas con que nos encontramos es la alta diversidad de las toxinas producidas por las microalgas. Estas corresponden a metabolitos secundarios, diversos estructural y funcionalmente, pero la gran mayoría proviene de una vía biosintética común. Además, en los pocos casos en los cuales se conocen los genes responsables de su síntesis, estos se ubican en cluster, lo que nos sugiere que probablemente han estado bajo presión selectiva.

La evolución de la producción de toxinas no parece ser similar en todos los casos, por ejemplo la expresión de poliesteres en dinoflagelados no esta directamente relacionada con la filogenia, sin embargo existen otras toxinas que parecen ser consecuencia de un traspaso horizontal de genes.

Dentro de los florecimientos algales nocivos existe un tema del cual se conoce muy poco y corresponde a las cianobacterias productoras de toxinas. Se han encontrado mas de 40 especies de agua dulce y últimamente también han sido descritas un par de cianobacterias marinas. La importancia radica en que son capaces de colonizar las reservas de agua dulce para consumo humano, como en 1996, en Brasil, donde murieron 26 personas por tomar agua contaminada con este tipo de toxinas. Además se ha podido demostrar correlación positiva entre la exposición crónica a hepatoxinas de cianobacterias con cáncer al hígado.

El estudio de los FAN, es un tema de múltiples aristas por lo cual las soluciones deberían provenir de grupos interdisciplinarios donde converjan gran parte del conocimiento adquirido por los connotados grupos de científicos que han trabajado en el área para así dar una respuesta al País.

ESTUDIO ECOLÓGICO DEL FITOPLANCTON DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE, CON ÉNFASIS EN LAS FLORACIONES DE DIATOMEAS Y DE DINOFLAGELADOS.

Pablo Muñoz Salazar

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar
e-mail: pablomunoz@uv.cl

Durante períodos de primavera de los años 1996 y 1997, se realizaron estudios del fitoplancton marino en la bahía de Valparaíso, Chile (33°01'S, 71°38'W), con la finalidad de conocer la respuesta estacional de esta comunidad, estableciendo relaciones entre la composición de especies, valores de biomasa y parámetros físicos y químicos del agua de mar.

En puntos seleccionados de la bahía se realizaron determinaciones de clorofila "a" mediante espectrofotometría, recuento de células del fitoplancton por el método de Utermöhl e identificación de los fitoplanctones por medio de microscopía fotónica. Adicionalmente se dispuso de información de temperatura obtenida *in situ*, en la columna de agua de superficie a 50 metros, apoyada por registros satelitales NOAA. Se complementa este estudio con datos de salinidad y micronutrientes. Las prospecciones del fitoplancton, junto a la temperatura superficial del mar registrada por satélite, demostraron un alto dinamismo de esta comunidad durante eventos de surgencia costera, y baja respuesta biológica en condiciones de estabilidad de la columna de agua. La mayor respuesta del fitoplancton coincidió con procesos de surgencia, observándose altos valores de biomasa y presencia de especies de diatomeas r-estrategas. Estos valores decrecieron en la medida en que el proceso fue evolucionando, registrándose una menor respuesta del fitoplancton cuando la temperatura del agua de mar se elevó y los micronutrientes disminuyeron.

Es recomendable realizar estudios interanuales del fitoplancton, particularmente en períodos de primavera, para determinar la variabilidad y su capacidad de respuesta ante condiciones normales, y frente a situaciones de perturbación del ecosistema marino, tales como fenómeno El Niño, mareas rojas y otras floraciones de algas, sean estas inocuas o nocivas.

Dado que en los últimos años las floraciones de microalgas se han caracterizado por un aumento en el rango de distribución normal de las especies involucradas, particularmente en la zona sur de Chile, es muy necesario contar con estaciones de vigilancia permanente en áreas de interés, para mejorar el conocimiento sobre la dinámica del fitoplancton.

La percepción remota o teledetección es una herramienta muy valiosa en el estudio oceanográfico de los ecosistemas de surgencia y de la zona costera en general, debido a que complementa la baja sinopticidad de la información obtenida desde buques de investigación, entregando información de mayor frecuencia y cobertura espacial. La utilización de esta tecnología es especialmente útil en el estudio de la temperatura superficial del mar (NOAA/AVHRR), y en la distribución de la clorofila (SeaStar/SeaWiFS). En Chile existe escasa información de teledetección aplicada a los estudios del fitoplancton, entre la que se cuenta la asociada a fenómenos de marea roja (1985 y 1987) y ecología fitoplanctónica (1997 y 2000), en la bahía de Valparaíso. Destaca, además, la obtenida durante floraciones algales nocivas observadas en Chiloé (1977 y 2002).

Se entrega información satelital de la zona central de Chile y del área de Chiloé, tanto de temperatura superficial del mar como de clorofila, incluyendo en el último caso registros *in situ* del pigmento e información oceanográfica de la bahía de Valparaíso, obtenida en 1997. Las imágenes han sido proporcionadas por el Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile y el Laboratorio CARSAT de la Universidad Católica de Valparaíso.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS SOBRE LA TOXICIDAD DE *Alexandrium catenella*.

Dra. Paulina Uribe

Los florecimientos de dinoflagelados *Alexandrium catenella* son los principales productores de toxinas paralizantes o Saxitoxinas encontrados en mariscos de consumo humano. Debido a que en general, los florecimientos algales van acompañados del crecimiento de un gran número de bacterias, la interacción de estos dinoflagelados con la comunidad bacteriana que los circunda, puede ser un factor determinante en las propiedades, o la actividad de éstos, particularmente en su capacidad de producir estos compuestos tóxicos. Este efecto puede ser ejercido tanto mediante una modificación de su crecimiento, como por un efecto directo en su toxicidad específica.

Para determinar el efecto de las bacterias en la toxicidad de *A. catenella* en cultivos, se comparó el crecimiento y toxicidad de este dinoflagelado en condiciones de total axenicidad, con lo observado en los cultivos originales con la totalidad de la comunidad bacteriana asociada. Este estudio comparativo requirió el desarrollo de una metodología apropiada para la eliminación de bacterias de los cultivos sin dañar los dinoflagelados, por una parte, y también el uso de métodos adecuados y con alta sensibilidad, para la detección de bacterias en los cultivos y su monitoreo. Estas metodologías debían ser capaces de detectar las bacterias no cultivables. La toxicidad se midió mediante diferentes ensayos, que incluían el efecto de las toxinas en canales de Sodio y en un modelo mamífero. Además se determinó la composición de los diferentes compuestos tóxicos derivados de la Saxitoxina.

De acuerdo a los resultados obtenidos las bacterias acompañantes de *A. catenella* en cultivos no tienen un efecto en su crecimiento pero sí en la conservación de los dinoflagelados en la fase estacionaria. En la fase exponencial y en ausencia total de bacterias en los cultivos, el crecimiento de *A. catenella* fue indistinguible del obtenido en los cultivos originales no tratados, con la totalidad de la microflora bacteriana asociada. En la etapa estacionaria, sin embargo, se pudo observar el efecto de la presencia de bacterias en la tasa de mortalidad y desintegración de las células del dinoflagelado. Estos resultados se confirmaron al intercambiar las comunidades bacterianas entre dos aislados de *A. catenella* provenientes de sitios geográficos diferentes. El intercambio de bacterias no afectó el crecimiento de ambos aislados en ninguna de sus etapas

Las observaciones del crecimiento de *A. catenella* y las bacterias asociadas en las diferentes fases de su cultivo, indicaron que las interacciones de *A. catenella* con las bacterias acompañantes serían de tipo simbiote comensal, y que las bacterias asociadas a *A. catenella* en los cultivos sólo consistirían en bacterias saprofitas, que se alimentarían a partir de células muertas y de los desechos de los dinoflagelados, lo que es más evidente en la fase estacionaria de los cultivos. Las bacterias asociadas a *A. catenella* pueden tener un importante rol en la fase final de los florecimientos de estos dinoflagelados.

De acuerdo a los resultados presentados aquí se puede afirmar que la presencia de bacterias no constituye un requisito para la producción de las toxinas paralizantes de *A. catenella*. En ausencia total de las bacterias autóctonas asociadas a *A. catenella*, las células del dinoflagelado continúan siendo tóxicas aunque su toxicidad específica disminuye aproximadamente cinco veces.

"TOXINAS MARINAS PARALIZANTES Y AMNÉSICAS EN LAS COSTAS DE CHILE. NUEVOS ENSAYOS FUNCIONALES Y EXPERIENCIAS RECIENTES DE MANEJO".

Benjamín Suárez Isla.

Laboratorio de Toxinas Marinas, Universidad de Chile.

En las últimas décadas se han detectado niveles tóxicos de veneno paralizante (VPM) y amnésico (VAM) en varias zonas del sur de Chile (41°- 55° L.S.). La primera intoxicación paralizante causada por dinoflagelados tóxicos del género *Alexandrium* fue detectada en Bahía Bell, región de Magallanes en 1972 (52° LS). La intoxicación paralizante es generada por la presencia de saxitoxinas producidas por los dinoflagelados del género *Alexandrium*. Estas células son filtradas y acumuladas por los moluscos bivalvos. Las saxitoxinas se unen con alta afinidad a canales de sodio dependientes de voltaje presentes en células excitables, causando el bloqueo de la conducción de iones sodio y la interrupción de los impulsos nerviosos. Entre 1972 y 2002 se han registrado 458 intoxicaciones y 31 fallecimientos por VPM. Solamente durante 2002 se registraron 71 intoxicados, la mayoría de ellos en la Isla de Chiloé.

Las floraciones de diatomeas pennadas potencialmente tóxicas del género *Pseudo-nitzschia* son frecuentes y se distribuyen ampliamente en las costas de Chile (18° to 54° LS). Algunas especies de estas diatomeas pueden sintetizar ácido domoico, un ácido tricarbónico análogo al ácido kaínico, que se une a receptores glutamatérgicos en neuronas del sistema nervioso central. El ácido domoico (AD) puede producir la Intoxicación Amnésica de los Mariscos. Este compuesto fue detectado en Chile por primera vez en enero de 1997 por técnica HPLC-UV en fase reversa. Las concentraciones de AD excedieron el nivel regulatorio de $20 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de tejido en varios casos y su presencia estuvo asociada a florecimientos con alta dominancia (>90%) de la diatomea *Pseudo-nitzschia australis*. No se reportaron intoxicaciones humanas.

Los brotes tóxicos de Veneno Paralizante (VPM) y de Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM) han ocurrido de manera crecientemente frecuente en áreas de gran importancia comercial para la acuicultura de moluscos filtradores en Chile. Hasta 1994 el país exportaba sobre 140 millones de dólares anuales en moluscos potencialmente transvectores de toxinas marinas. Los brotes de VPM y VDM en Aysén y Magallanes determinaron una extensa y prolongada veda cautelar desde 1994 que afectó la extracción desde bancos naturales. Posteriormente la ampliación significativa de la acuicultura de recursos como ostión y chorito, la explotación más intensa de bancos naturales de zonas del centro y norte del país no afectadas por mareas rojas y la puesta en marcha de Programas de Sanidad de Moluscos Bivalvos lograron impedir el cierre de esa importante industria. En 2001 las exportaciones superaron los 85 millones de dólares, con participación de especies cultivadas como el ostión y el chorito. El brote VPM de la Isla de Chiloé en 2002 afectó a una zona responsable del 62 % de toda la producción nacional (almejas, ostras, locos, navajas, caracoles, machas, entre otros).

La complejidad y la dispersión geográficas han demandado el desarrollo de métodos de mayor sensibilidad y rendimiento para la detección de saxitoxinas que los métodos de certificación sanitarias actuales. Estas nuevas metodologías serán presentadas en el marco de experiencias recientes en el manejo de brotes tóxicos de VPM y VAM.

CONFERENCIA PLENARIA DE HOMENAJE

SOCIEDAD DE QUIMICA AMBIENTAL DE CHILE

*"Bioensayos en Ecotoxicología Acuática:
Desarrollo y Perspectivas en el País"*

Prof. Gabriela Castillo
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

“DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN ORGANISMOS BENTÓNICOS, COLECTADOS EN LA ZONA DE CAMPOS DE HIELOS SUR (48°-52° LAT. S), CHILE.”

Ramón Ahumada y Lorena A. Gerli.

Depto. de Química Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad Católica de la Santísima Concepción. ✉rahuma@ucsc.cl

RESUMEN

Campos de Hielos Sur es una extensa región (i.e., 12.000 Km²), ubicada entre los 48° - 52° Lat. S. Sus características topográficas y dinámicas están dominadas por erosión glacial, con fiordos conectados indirectamente a través de canales con el océano. Se informa contenido de metales en tejidos de: *Aulacomya ater*, *Choromytilus chorus*, *Protothaca thaca*, *Loxechinus patagonica*, *Mytilus chilensis* y *Clamys patagonica* (n=69), colectados en 13 localidades de la región. Las muestras fueron colectadas mediante buceo autónomo y congeladas. Para el análisis el tejido liofilizado, molido y homogeneizado fue atacado mediante digestión ácida. En la fracción sobrenadante fue analizado el contenido de: Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn por Espectrofotometría de Emisión con acoplamiento Inductivo de Plasma. Los resultados permitieron reconocer patrones de distribución de la concentración de metales para las diferentes especies de las cuencas estudiadas. El ranking de abundancia en los tejidos fue semejante al de otros fiordos de la región para las distintas especies estudiadas, e independiente de los valores absolutos de concentración: Zn > Ba > Cu > Co > Cd > Cr > Ni > Pb. El ranking para los metales de los tejidos de los organismos fue distinto del ranking de abundancia de metales para los sedimentos submareales de los mismos fiordos: Ba > V > Zn > Cr > Cu ≥ Ni > Co > Pb > Cd. Estos antecedentes permiten afirmar que los organismos incorporan activamente algunos de los metales del ambiente de acuerdo a las concentraciones naturales biodisponibles. Se determinó Factores de Enriquecimiento (FE), (i.e., relación entre la concentración del metal en el agua / concentración del metal en los tejidos), los que muestran una tendencia a la acumulación de Zn y Cu. Finalmente se establece que las relaciones encontradas en el presente trabajo corresponden a un sistema sin alteraciones antrópicas evidentes.

Financiamiento Proyecto: CIMAR FIORDO 2.

METALES TRAZA EN LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA SAN RAFAEL, CHILE (46,5 Lat. Sur).

Ramón Ahumada y Anny Rudolph

Depto. de Química Ambiental.

Facultad de Ciencias. Universidad Católica de la Santísima Concepción.

✉ anny@ucsc.cl.

Resumen.

Laguna San Rafael (46° 40' S; 74° 56' W) es una cuenca asociada a un glaciar activo que forma parte de Campos de Hielo Norte en los fiordos australes chilenos. Es una cuenca con máximos de 140 m de profundidad, conectada indirectamente a la zona costera. La influencia del glaciar San Rafael y la alta pluviosidad determinan sus bajas salinidades (*i.e.*, 16 -18 UPS); temperaturas (*i.e.*, < 6,5 °C) y alta cantidad de material particulado fino (*i.e.*, harina de glaciar). Se analizan dos testigos de sedimentos de 1,60 m de longitud, recolectados a 135 m una profundidad, en la Laguna San Rafael. Los testigos fueron fraccionados en seis fracciones (*i.e.*, 0-2; 5-6; 9-10; 25-26; 40-41 y 52-53 cm). En cada fracción se analizó contenido de C y N orgánico, P total y los metales: Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn mediante EEA-ICP. El sedimento de las distintas fracciones resultó constituido por arcillas de color verde grisáceo, relativamente homogéneas, con bajos contenidos de C y N orgánico. Los valores absolutos de concentración para los distintos metales analizados fueron bajos, si se comparan con el contenido de metales de los sedimentos del Seno Aysén. La excepción fue el alto contenido en los sedimentos de Ba y Cr. Valores altos en Ba son propios de cuencas con fuerte influencia glaciar. El contenido de Cr en cambio, podría ser atribuirlo a una característica local por su condición de área con rocas de origen volcánico. En razón a las características de los sedimentos de Laguna San Rafael, esta podría ser clasificada como un sistema oligotrófico.

Contribución al Proyecto CIMAR 7 FIORDOS.

ESTUDIO DE MULTIAPROXIMACION DE LA DINAMICA DE COMPONENTES METALICOS EN LA LAGUNA CAREN (SANTIAGO, CHILE)

Jaime Pizarro¹, María Angélica Rubio², Paulina Pizarro³, Marcela Orellana², Julio Henríquez¹, Mauricio González¹, Ximena Castillo²

¹Depto. de Ingeniería Geográfica, Fac. Ingeniería, USACH, ²Fac. Química y Biología, USACH, ³Depto Química, Fac. Ciencias, UCh
jpizarro@lauca.usach.cl

El deterioro creciente de la calidad de las aguas, hace que este recurso sea cada vez más escaso, situación agravada por una distribución altamente heterogénea. La laguna Carén es uno de los pocos cuerpos de agua con que cuenta la región metropolitana cuyos usos principales son turísticos y agrícolas. Este cuerpo de agua recibe impactos provenientes de aguas domiciliarias, agrícolas, industriales y eventualmente de actividades mineras. No se conocen estudios de los posibles efectos de lo señalado previamente. Este estudio está orientado a la determinación de metales en sedimentos superficiales, al estudio del transporte de iones a través de la interfaz sedimento-agua y a la determinación de la capacidad de intercambio catiónico en estos sedimentos.

La distribución de metales en sedimentos superficiales, indica presencia mayoritaria de Fe, Mn, Zn, Cu y a niveles traza de Cr, Mo y Cd. En estudios de difusión de iones, mediante el uso de dializadores y placas de difusión en geles de capa fina (DGT), muestran que especies lábiles de hierro, manganeso, molibdeno y cobre difunden hacia la columna de agua, mostrando que la composición de la columna de agua estaría influenciada por la actividad diagenética de la interfaz sedimento-agua del sistema. Por su parte, estudios preliminares de la capacidad de intercambio catiónico de los sedimentos de la laguna Carén indican una afinidad preferente por calcio. Estos resultados formarán parte de una caracterización global del cuerpo de agua analizado.

Referencias

1-Taillefert, M.; Lienemann, C.-P.; Gaillard, J.-F. and Perret, D. (2000) Speciation, Reactivity, and Cycling of Fe and Pb in a meromitic lake. *Geochim.Cosmochim Acta*, 64 (2), 169-183

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por DICYT, Universidad de Santiago de Chile

METODOLOGÍAS PARA QUÍMICA SUSTENTABLE: SÍNTESIS EFICIENTE DE LÍQUIDOS IÓNICOS Y APLICACIONES A SÍNTESIS INORGÁNICAS Y SISTEMAS ELECTROQUÍMICOS

Jaime J. Cornejo*, A.L. Fauquet, J. Gautier, C. Hurtado, R. Schmidt
Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología
Universidad de Santiago de Chile
Casilla 40, Correo 33, Santiago, Chile. ima@lauca.usach.cl

En los últimos cuatro años la *química sustentable* ha surgido en el entorno mundial como la forma más sofisticada de producción limpia, estableciendo como paradigma que *los procesos y métodos que involucran uso o producción de sustancias químicas se lleven a cabo con cero emisión, vale decir, sin contaminación de ningún tipo, lo cual debe ser sustentado, validable y explicable a nivel molecular*, esto es, el ámbito que es de dominio específico de la química. Los *líquidos iónicos* y su uso como solventes tienen las características exigidas por el paradigma *química sustentable* dado que son estables frente al aire y la humedad, son líquidos en un alto rango de temperaturas, son en general buenos disolventes de solutos tanto iónicos como covalentes, y dado que están formados por unidades estructurales que son iones presentan una presión de vapor muy baja y prácticamente no se evaporan bajo las condiciones típicas de reacción¹.

Reportamos aquí resultados con *líquidos iónicos* (LIs) concebidos como solventes ambientalmente correctos y alternativos a los solventes orgánicos volátiles -todos de elevada toxicidad- tradicionalmente utilizados en procesos químicos. Específicamente consideramos dos objetivos: a) disponer de nuevos protocolos de síntesis y purificación de una serie de LIs derivados del metilimidazol, para obtener alto rendimiento de cantidades importantes (50 a 100 mL) de cada LI, y b) explorar aplicaciones de alto impacto ambiental en que el tipo de solvente es clave, tales como el uso de LIs como electrolito en baterías de litio recargables, y en síntesis inorgánicas que no ocurren en otros solventes.

Disponemos ahora de metodologías superiores en rendimiento, tiempo y eficiencia energética a las reportadas en literatura para tetrafluoroboratos de 1-alkuil-3-metilimidazonio, en que los dos pasos clave aportan rendimientos de 99% y 80% para un tiempo total de dos horas de proceso, lo que se compara muy favorablemente con los procedimientos antes reportados que involucraban entre 24 y 48 horas, grandes dificultades experimentales en la síntesis y en la purificación, además de bajos rendimientos.

Los LIs de una serie tipo *tetrafluoroborato de 1-alkuil-3-metilimidazonio* fueron probados como potenciales electrolitos de baterías de litio recargables, midiéndose su conductividad, ventana electroquímica, inserción-deinserción en diferentes electrodos, respuesta con otros electrolitos, y respuesta como componente en la batería.

En la preparación a temperatura ambiente de compuestos auríferos del tipo AuX_3L (X=halógeno, L= ligante orgánico) -muy difíciles de preparar por métodos establecidos de síntesis inorgánica, y de potencial aplicación en la quimioterapia el cáncer-, obtuvimos alentadores resultados en comparación con equivalente proceso en solventes clásicos.

1. Reviews: a) Welton, T. *Chem. Rev.* 1999, 99, 2071-2083; b) Sheldon, R.A et al. *Green. Chem.* 2002, 4 (2):147-151
Agradecemos el apoyo de DICYT-USACH, Proyecto 01-0142CP

RESPUESTA GENOTÓXICA DE ARSÉNICO, EVALUADA MEDIANTE EL ENSAYO DE MICRONÚCLEO

**Manuel Ellahuéne, Patricia Pérez, Cristian Riquelme,
Patricio González y María Isabel Olmedo.**

Laboratorio de Eco-genotoxicidad, Centro Nacional del Medio Ambiente,
Larraín 9975, Santiago, Chile
Mellahuene@cenma.cl

El arsénico (As), un metaloide presente en forma natural en diversas partes del mundo, ha sido asociado a una alta incidencia de cánceres, sobre todo la ingesta crónica en el agua de beber. Sin embargo al inducción de cánceres en animales de experimentación ha sido muy difícil de demostrar, sugiriéndose que el As sería un promotor de tumores más que un inductor directo de carcinogénesis.

La mayoría de los agentes carcinogénicos son a la vez genotóxicos, por lo que muchas veces para evaluar el potencial carcinogénico de una sustancia química se estima su potencial genotóxico. Respecto al As se ha demostrado que da negativo algunos ensayos de mutagenicidad como es por ejemplo el test de Ames. Por otra parte sí induce otros efectos tales como quiebres de DNA, inhibición de síntesis de DNA y retardo en la replicación. También se ha demostrado que el As inorgánico induce alteraciones cromosómicas estructurales, en células de mamíferos en cultivo, mostrando un efecto sinérgico con la luz UV o con agentes aniquilantes. Donde existe menos información es sobre los efectos del As en animales de experimentación "in vivo". El presente trabajo tiene por objeto evaluar la genotoxicidad del As en ratón, mediante el ensayo de micronúcleo, uno de los ensayos más ampliamente usado, como un primer paso para comparar la sensibilidad de este ensayo con otro procedimiento menos invasivo y que permiten la sobrevivencia del animal, lo que posibilitaría otros tipos de estudios como por ejemplo la reparación del daño. Para esto se utilizó ratones de la cepa CF1 inyectados intraperitonealmente con dosis de 5, 8 o 10 mg/kpc de óxido de arsénico. Los ratones fueron sacrificados 30 horas post-tratamiento, para evaluar la presencia de micronúcleo en eritrocitos policromático de médula ósea de ratón. Se discuten los resultados en el contexto de la sensibilidad de los sistemas de ensayo utilizado.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA Y TOXICOLOGICA DE BIOSÓLIDOS

G. Castillo¹, A. Durán¹, I. Ahumada¹, L. Herrera¹, A. Carrasco¹,

¹Universidad de Chile¹ · Casilla 228-3, Santiago, Chile.

e-mail: gcastilo@cec.uchile.cl

El tratamiento convencional de las aguas servidas genera como subproducto una gran cantidad de lodo constituido por un concentrado de los sólidos decantables presentes en el agua en tratamiento. Es preocupación universal la disposición segura de este material, tanto para evitar efectos nocivos a la salud humana, como a los ecosistemas naturales. Por otro lado, dado el contenido de nutrientes y materia orgánica, se recomienda el uso de lodos previamente acondicionados (biosólidos) para fines agrícolas, tanto como fertilizante como para recuperación de suelos degradados. En esta alternativa, hay que considerar la presencia de patógenos y compuestos ecotóxicos. En este trabajo se presentan antecedentes sobre la calidad sanitaria y toxicológica de lodos generados en sistemas de lodos activados sometidos a digestión aeróbica y anaeróbica, como también de lodos digeridos en lagunas de estabilización. Respecto a la calidad sanitaria, determinada mediante indicadores clásicos y organismos patógenos, se demuestra que independiente de su origen y tratamiento aplicado, la remoción es escasa y dependiente del contenido de humedad. En cuanto a su ecotoxicidad, determinada mediante una batería de bioensayos compuesta por organismos pertenecientes a tres niveles tróficos, los biolodos clasifican como extremadamente tóxicos ($CL/CI/CE_{50} < 2\%$). Se encuentra en estudio el origen de la toxicidad, que se asocia a la presencia de metales, sales disueltas, y otros componentes.

(Proyecto FONDECYT 1020129)

EFFECTO DE LA EFECTO FUERZA IONICA (0.5 A 30. M) EN LA PRODUCCION DE COMPUESTOS VOLATILES ORGANICOS DE CADENA CORTA POR *Dunaliella salina* (Teodoresco) Conc. 006

Muñoz, J.¹ Mudge, S.M.² & Sandoval, A.¹ Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile..

²School of Ocean Sciences, University of Wales – Bangor, Menai Bridge, Anglesey, LL59 5EY, UK. e-mail: jmunoz@ucsc.cl

Se estudió el efecto de la fuerza iónica (0.5 a 3 M NaCl) sobre la producción de Compuestos Volátiles Orgánicos (VOC's) de cadena corta de *Dunaliella salina*. El estudio sobre la producción de hidrocarbonados volátiles, se realizó en cultivos axénicos de *D. salina* a diferentes grados de fuerza iónica de 0.5, 2 y 3 M de NaCl en medio Johnson (J/1) (Johnson et. Al., 1968) con las siguientes condiciones de crecimiento: 12:12 h de fotoperíodo, iluminado con $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luz fotosintéticamente activa (PAR) producida por tubos fluorescentes de 40 Watts combinado con una luz incandescente de tungsteno de 100 Watts, temperatura de $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, a pH 7.5, La determinación de C1 a C5, se realizó mediante la técnica de Head Space y la detección mediante GC-FID.

La tasa de crecimiento relativo fue mayor en las células cultivadas a 2M de NaCl en un periodo de 15 días. La mayor producción de Hidrocarbonados Volátiles Orgánicos se observó en las células cultivadas a 0.5 M de NaCl, que correspondió a la solución de menor fuerza iónica. El principal compuesto producido fue Pentano a 0.5 M, pero en cultivos de 2 y 3 M fue Etano.

Se sugiere que la habilidad de *D. salina* para producir y liberar Compuestos Volátiles Orgánicos, es asociada a la condición osmótica establecida por la fuerza iónica del medio de cultivo.

Este estudio fue financiado con fondos del Proyecto Mecsup USC 9901 de Química Marina.

MÉTODO DE SCREENING Y CUANTITATIVO PARA LA EXTRACCIÓN EFICIENTE DE PESTICIDAS EN SUELO UTILIZANDO AGUA SUBCRÍTICA EN CONTINUO Y GC-MS

Betsabet Sepúlveda, Rodrigo Oliva, Katia Calderón y Pablo Richter
Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile
Av. Larráin 9975, la Reina, Santiago, Chile.

Actualmente es indudable la necesidad de desarrollar métodos screening que puedan proporcionar información analítica rápida. Los métodos analíticos convencionales consumen generalmente mucho tiempo, porque están diseñados para proporcionar información cualitativa y cuantitativa detallada, la cual no es tan requerida para decisiones rápidas. En este contexto, el desarrollo de metodologías más rápidas y más eficientes para el tratamiento previo de la muestra es una tendencia importante en química analítica moderna.

Por otra parte, desde la perspectiva ambiental y de la salud, es aconsejable la reducción o la eliminación de solventes en los procesos analíticos. Los métodos convencionales utilizan tradicionalmente hexano o diclorometano para la lixiviación de los analitos desde las muestras sólidas. El uso del agua para la extracción de compuestos de baja polaridad no ha sido muy explotado desde un punto de vista analítico, ya que a temperatura ambiente y presión normal este solvente es extremadamente polar. Sin embargo, el fuerte decrecimiento de su constante dieléctrica con la temperatura, hace al agua un solvente eficaz para lixiviar un número de compuestos orgánicos que presentan un amplio espectro de polaridad en muestras sólidas. Por otra parte, la temperatura también reduce la viscosidad y la tensión superficial, y aumenta la difusividad del agua favoreciendo la transferencia de los analitos desde la fase sólida a la líquida. Además, el agua no exhibe problemas de toxicidad como los solventes orgánicos y sus propiedades subcríticas se pueden alcanzar fácilmente con dispositivos de bajo costo para el laboratorio.

En el presente trabajo evaluamos la eficiencia del agua bajo condiciones subcríticas para la extracción de los pesticidas que tienen una amplia gama de polaridades. Los pesticidas evaluados fueron los siguientes: Carbofurano, Hexaclorobenceno, Dimethoatho, Simazina, Atrazina, Pentaclorophenol, Lindano, Diazinon, Methylparathion, Alachlor, Aldrin-R, Metolaclor, Clorpyrifos, Heptacloroepoxydo, Dieldrin, Endrin, 4,4 DDT y Metoxicloro los cuales fueron inmovilizados en un suelo blanco (Non-Polluted Soil#1, Cln-1, RTC). Para llevar a cabo el proceso de lixiviación con agua subcrítica se utilizó un horno de aluminio construido en el laboratorio con un controlador de temperatura, donde se coloca un precalentador y una celda de extracción. El agua para la extracción se hace fluir con una bomba HPLC Waters 600. Se optimizaron las siguientes variables para una muestra de 300 mg., manteniendo la presión sobre 1000 psi: la temperatura de la extracción, el tiempo de la extracción estática, el tiempo de extracción dinámica y el flujo del agua.

Después del proceso de extracción, los analitos son transferidos cuantitativamente a 5 ml de hexano, antes de la determinación por GC-MS. Los resultados indican que bajo las condiciones optimizadas los analitos son extraídos cuantitativamente en 90 minutos. Alternativamente, usando una tiempo de extracción de 30 minutos, el método se puede utilizar como screening para todos los analitos, obteniendo recuperaciones entre 40100%, dependiendo de su polaridad.

Los autores agradecen la ayuda financiera a FONDECYT (proyecto 1000757).

DISTRIBUCIÓN DE ARSÉNICO EN COMPONENTES AMBIENTALES DE LA ZONA CENTRAL DEL PAÍS

Rodrigo Seguel⁽¹⁾, Rubén Verdugo⁽¹⁾, Yasuyuki Shibata⁽²⁾, Pablo Richter⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), Universidad de Chile, Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile.

⁽²⁾ National Institute for Environmental Studies (NIES), 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki Studies 305-0053.

La química ambiental se define como el estudio de las fuentes, reacciones, transportes, efectos y destinos de especies químicas en componentes acuáticas, de suelo y aire y los efectos que las tecnologías ejercen en estas. En este contexto y con la finalidad de contribuir a esta disciplina se inserta el siguiente proyecto de investigación que busca establecer las concentraciones de diversas especies químicas de arsénico distribuidas en matrices ambientales y biológicas de las regiones V, VI y metropolitana.

Un parámetro crítico para nuestro entendimiento de la respuesta molecular a arsénico, en humanos, como también su distribución en componentes ambientales, es la especiación. Es así, como en el medio ambiente la exposición a arsénico es principalmente en la forma de especies inorgánicas, además, el estado de oxidación dominante del arsénico en el ambiente corresponde a As (III) y As(V). Bajo condiciones oxidantes y sobre pE + pH > 8, As(V) es la especie redox más estable. Los parámetros de terreno (pH y pE) correspondiente a las campañas de noviembre y marzo indican que las aguas no tienen un comportamiento reductor, y por tanto predicen un favorecimiento del As en su mayor estado de oxidación lo cual fue ratificado por los análisis de laboratorio.

Durante la campaña de muestreo de marzo 2002 se pudo observar una disminución notoria del caudal del río Coya y un gran aumento de la concentración de arsénico en este río (354 ppb) con respecto al periodo de noviembre 2001. En el río Coya, además se encontraron valores muy altos de otros metales, correspondiendo el valor más alto al cobre, 8.3 ppm.

Los sedimentos que presentan las mayores concentraciones de arsénico corresponden a los del río Coya (27 ppm) y luego el Estero Alhue (7.4 ppm). El río Cachapoal mantiene la concentración de arsénico en sus sedimentos relativamente constante en torno 6,8 y 5.0 ppm. Los puntos correspondientes a Ranque y Pintue en la laguna Aculeo poseen las concentraciones más bajas, menores que 1 ppm

Con relación a la matriz suelo, este estudio permitió determinar una alta variación de las concentraciones de arsénico en suelos de la zona central. Las localidades con las mayores concentraciones corresponden a Coya, Machalí y Graneros.

Finalmente se analizaron especies marinas tales como congrio negro (25.8 As mg/kg) y almejas (23.0 As mg/kg) correspondiendo la especie mayoritaria a arsenobetaina por sobre el 85% del total.

Los autores agradecen a la agencia de cooperación internacional del Japón (JICA) por el financiamiento parcial de esta investigación.

Palabras Claves: Arsénico, Especiación, Medio Ambiente.

TRANSFERENCIA DE ^{134}Cs y ^{85}Sr SUELO-*Beta vulgaris var. cicla* L. EN UN UMBRIC ANDOSOL DE LA X REGION

Paulina Schuller¹, Gabriele Voigt², Aage Krarup³, Flavio Ojeda¹, Alejandra Castillo¹

¹Instituto de Física, Facultad de Ciencias, ³Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

²OIEA, Laboratorio Seibersdorf, P.O. Box 100, A-1400 Viena, Austria
pschulle@uach.cl

Radiocesio y radioestroncio han sido emitidos profusamente a la atmósfera a través de ensayos y accidentes nucleares. Desde la estrata superficial del suelo, donde se depositan y acumulan, migran a la cadena trófica del humano. Areas de las Regiones IX, X y XI de Chile son zonas de alto depósito de contaminantes radiactivos en el hemisferio sur y, por lo tanto, de alto riesgo potencial en caso de emisiones radiactivas a la atmósfera.

La dosis que afecta al humano por ingestión de radionucleidos se estima utilizando modelos matemáticos en los cuales la migración hacia y en la cadena trófica se expresa a través de factores de transferencia. La migración desde el suelo a las plantas se cuantifica a través de factores de transferencia suelo-planta (FT_{sp}) específicos para cada radionucleido, los cuales son altamente dependientes de parámetros edáficos y climáticos.

A nivel mundial la información respecto a FT_{sp} para vegetales de interés alimenticio en suelos alofánicos es deficitaria y se hipotetiza que deberían ser diferente en estos suelos. Por ello, en el marco de un proyecto de investigación coordinado por el OIEA se investiga en un Umbric Andosol de la X Región la dependencia temporal de los FT suelo-*Beta vulgaris var. cicla* L. (que permite cosecha escalonada) para ^{134}Cs y ^{85}Sr y el efecto de la fertilización con K y Ca sobre estos FT_{sp} , respectivamente.

Durante el año siguiente a la fecha de incorporación de los radionucleidos al suelo, la vida media efectiva de la concentración de ^{134}Cs observada en *Beta vulgaris var. cicla* fue de 87 d en suelo no fertilizado con K y de 102 d en suelo fertilizado con K. El FT_{sp} para ^{134}Cs fue inicialmente mayor en el suelo no fertilizado con K que en el suelo fertilizado con K. Análogamente, el FT_{sp} para ^{85}Sr fue inicialmente mayor en suelo no fertilizado con Ca que en suelo fertilizado con Ca. La concentración de ^{134}Cs y ^{85}Sr observada en *Beta vulgaris var. cicla* fue mayor en hojas y tallos externos que internos y a su vez mayor en hojas que en tallos.

Los resultados obtenidos se discuten y comparan con los reportados para diferentes tipos de suelo. Con ello, constituyen un aporte para la predicción global de FT_{sp} en base a propiedades edáficas y en particular para la identificación de áreas radioecológicamente sensibles en Chile.

Financiamiento: VW I/76 524; OIEA CHI-10457; DID UACH-200118

ANÁLISIS COMPARATIVO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS ASOCIADAS A EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN SANTIAGO, CHILE, PARA EL PERÍODO 1997-2002

Manuel Merino Th. y Augusto Llano E.
Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile
Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile

Durante la época de otoño-invierno, se observan episodios de contaminación atmosférica por PM10 en Santiago, Chile, asociados a condiciones meteorológicas de mala ventilación y gran estabilidad vertical en capas bajas de la atmósfera. Los niveles de contaminación atmosférica han disminuido en los últimos años, por las medidas de control de emisiones aplicadas a diferentes fuentes emisoras. Sin embargo, la comparación entre años debe tomar en cuenta las diferencias de condiciones meteorológicas observadas en cada período.

Se analizan las condiciones meteorológicas asociadas a episodios de contaminación en Santiago, incluyendo las configuraciones de escala sinóptica y algunos indicadores de escala local, como la estabilidad vertical sobre la cuenca, características de la inversión térmica de subsidencia, y advecciones de aire proveniente de la costa. Se describe un índice de Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica, utilizado en Santiago para el análisis y pronóstico de ocurrencia de episodios.

Se analizan las condiciones meteorológicas observadas en los años 1997 a 2002 en la cuenca, y su relación con los niveles de contaminación atmosférica registrados en Santiago. Esto permite evaluar las tendencias de variación en la calidad del aire a lo largo del período, descontando los efectos de las condiciones meteorológicas características de cada año.

**CONFERENCIA PLENARIA
TERCERAS JORNADAS CHILENAS DE FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL
SANTIAGO, 3-5 DICIEMBRE, 2002**

**COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES EN LA ATMOSFERA DE
LA SABANA TROPICAL**

Eugenio Sanhueza, Lab. Química Atmosférica, IVIC, Venezuela

Debido a la gran versatilidad del carbono para enlazarse, existen literalmente miles de compuestos orgánicos, muchos de los cuales son volátiles y juegan un importante rol en la química atmosférica. El balance atmosférico de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) está controlado por las emisiones, que pueden ser naturales (frecuentemente biogénicas) y/o antrópicas, y por su remoción de la atmósfera, en la mayoría de los casos por reacciones fotoquímicas con oxidantes atmosféricos (i.e., OH, NO₃, O₃). A escala local sus concentraciones pueden afectar la calidad del aire (e.g., formación del smog fotoquímico). A escala regional y global afectan el potencial oxidativo de la troposfera, contribuyen al balance de los aerosoles, debido a la conversión gas-partícula, son precursores de la formación de ozono troposférico y una fuente importante de monóxido de carbono. En este trabajo las mediciones de los COVs se realizaron en dos regiones de características contrastantes: en una sabana productiva cerca de Calabozo, Estado Guárico y otra poco productiva en Parupa, La Gran Sabana, Estado Bolívar. Calabozo está ubicado en un área rural y Parupa en un área prístina remota. El análisis cuantitativo de la mayoría de los COVs se realizó por la técnica de espectrometría de masa con transferencia de protones (PTR-MS). Los ácidos fórmico y acético y el formaldehído fueron determinados utilizando técnicas por vía húmeda, recolección con nebulizadores seguido de análisis por cromatografía de iones en el caso de los ácidos y por colorimetría para el formaldehído.

Hidrocarburos Aromáticos (HAs)

Los HAs son importantes constituyentes de las atmósferas contaminadas. Debido a su reactividad con el radical OH juegan un rol en la fotoquímica de la troposfera. Todas las fuentes importantes conocidas son antrópicas; e.g., las concentraciones promedio durante el día en la ciudad de Caracas de benceno y tolueno son 1.1 ppbv y 3.2 ppbv, respectivamente. En el sitio rural (Calabozo) las proporciones (radios) entre los HAs son consistentes con una pluma urbana "añejada" (e.g., benceno 0.08 ppbv; tolueno 0.09 ppbv). Utilizando los radios [benceno]/[tolueno] de las áreas urbana y rural se estima una concentración promedio regional del radical OH de 2.6×10^6 moléculas cm⁻³ para la estación de lluvia. Por su parte, utilizando estos radios, para el sitio prístino (Parupa: benceno 0.031, tolueno 0.015) se estima que la masa de aire urbano debe viajar ~800 km antes de llegar al lugar de medición. Durante la estación seca la quema de vegetación hace una contribución significativa a los niveles atmosféricos de HAs.

Isopreno y sus Productos de Oxidación

El isopreno (2-metil-1,3-butadieno; $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$) es el COV más estudiado. Tiene una alta emisión biogénica ($\sim 500 \text{ TgC año}^{-1}$) y, a pesar del corto tiempo de vida atmosférico (pocas horas), su concentración es relativamente alta.

En ambos lugares estudiados, la concentración de isopreno en la madrugada es muy baja, debido a su consumo dentro de la “estrecha” capa de dispersión nocturna. A la salida del sol la concentración empieza a aumentar, debido a la mezcla hacia abajo del isopreno que queda en la capa planetaria “residual” y principalmente a la emisión de esta olefina por la vegetación, la cual es catalizada por el aumento de la radiación solar y la temperatura. Los niveles de isopreno son más altos en la sabana más productiva de Calabozo, en donde las máximas concentraciones se observan a las horas de mayor irradiación solar (e. seca 0.81 ppbv; e. lluvia 1.62). Por su parte, en Parupa se observaron niveles de $\sim 0,49$ ppbv a medio día y $\sim 0,8$ ppbv a $\sim 19:00$. Esto se explica en función de las emisiones locales y del transporte desde los bosques ubicados vientos arriba. Utilizando la técnica de balance de masa se estima la emisión de isopreno desde la vegetación.

Los productos de oxidación del isopreno (e.g., MVK+MACR), en ambos lugares, presentan un ciclo diurno similar al observado para el isopreno, respectivamente. En Parupa, la presencia de cantidades significativas de hidroperóxidos de isopreno (0,08 ppbv), indica que la oxidación del isopreno se produce en presencia de niveles muy bajos de NO. Lo cual concuerda con el consumo de ozono observado durante la tarde en este sitio.

Hidrocarburos Oxigenados

Los compuestos orgánicos volátiles oxigenados (COVOs) son una fuente de radicales libres y, por lo tanto, juegan un importante rol en química atmosférica. Los COVOs son emitidos a la atmósfera por fuentes naturales y antrópicas. Las plantas emiten metanol, acetona y otras especies oxigenadas. Además, la oxidación atmosférica de los hidrocarburos produce una amplia variedad de COVOs. Sin embargo, se han hecho muy pocas mediciones de estos compuestos en ambientes no contaminados.

En ambas sabanas se registraron niveles relativamente altos de COVOs (ver Tabla), siendo mayores las del área más productiva. Esto es explicable en función de una significativa producción natural y de sus respectivos tiempos de vida atmosféricos, los cuales son controlados por fotoquímica y deposición seca. Basado en los tiempos de vida se estima la producción regional de estos compuestos. En Parupa, al igual que con el isopreno, las mayores concentraciones de metanol y acetona se producen entre 18:00 y 20:00, que correspondería al transporte de estos gases desde los bosques de la Guayana Esequiba; los bosques serían una fuente mayor comparada con la vegetación de sabana.

La vegetación no emite cantidades significativas de HCHO y la presencia de este compuesto en la atmósfera se debería a su producción por reacciones químicas. Por ejemplo, en Parupa, entre 20% y 40% del HCHO se produciría como producto primario de la oxidación del isopreno iniciada por OH. En este lugar, el potencial de producción de radicales OH debido a la fotólisis del HCHO puede ser estimado en $\sim 0.23 \text{ ppbv hr}^{-1}$, que es muy superior a la producción de OH debido a la fotólisis del ozono ($0.06 \text{ ppbv hr}^{-1}$).

Los ácidos orgánicos, especialmente fórmico y acético, son importantes componentes de la atmósfera natural y contribuyen en forma fundamental al equilibrio ácido-base de las lluvias de las regiones prístinas. Muy posiblemente la fuente natural más

importante sería la oxidación de hidrocarburos. Durante la época de lluvia la producción de ácidos es mayor que en la época seca y los niveles mas bajos durante la época de lluvia se deben a una mayor remoción (menor vida media). La reacción con el radical OH es relativamente lenta y su remoción de la atmósfera se produce por deposición (húmeda y seca). En ambas sabanas existe una buena correlación entre el ácido acético y el fórmico con un radio $[HCOOH]/[CH_3COOH] \sim 2$, sugiriendo una fuente común o relacionada de ambos ácidos. Las relativamente altas concentraciones atmosféricas de ácidos deben jugar un role importante en las interacciones atmósfera biosfera en las sabanas estudiadas.

Tabla 1. Concentraciones en la capa de mezcla planetaria de COVOs.

	Calabozo Est. Lluvia (ppbv)	Calabozo Est. Seca (ppbv)	Parupa (ppbv)	Tiempo de Vida (días)
Metanol	4.55	5.29	1.54	2.2 ^c
Acetona	2.95	4.23	1.49	7.9 ^c
Formaldehído	1.5	-	1.0	0.1-0.2
Acetaldehído	2.08	1.66	0.85	0.33 ^c
MEC	0.55	0.6	0.15	3.1 ^c
Ácido fórmico	0.82-1.84	1.32-3.28	0.41 ^a	2-6 ^b
Acido acético	0.67-1.51	0.82-1.64	0.23 ^a	2-6 ^b

^aPeríodo muy lluvioso; ^bEpoocas de lluvia y seca, respectivamente; ^cEstación de lluvias

Acetonitrilo (CH₃CN)

Solo se han reportado fuentes antrópicas de este compuesto y su vida media sería mayor a 6 meses. Sin embargo, en este estudio, las concentraciones de acetonitrilo presentaron una variación diurna, con concentraciones menores durante la noche y las concentraciones en ambas sabanas no son muy diferentes a las de las áreas urbanas. Todo esto sugiere una vida media relativamente corta y que existiría una fuente natural de CH₃CN.

Se concluye que ambas sabanas están muy poco afectadas por emisiones antrópicas, especialmente Parupa, y que las variaciones observadas de las concentraciones de los COVs se deben fundamentalmente a las interacciones entre la biosfera y la atmósfera. Además, en Parupa existe un transporte significativo de varios COVs (e.g., isopreno, metanol), desde los bosques de la Guayana Esequiba. El isopreno es el COV de mayor emisión desde la vegetación. La fotólisis del HCHO es la mayor fuente de radicales. Por otra parte, los ácidos fórmico y acético deben jugar un importante role en el equilibrio ácido-base de estos ecosistemas de sabana.

AEROSOLES SULFATO Y ESTRATOCÚMULOS

Laura Gallardo Klenner

Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile (UMR-CNRS), Casilla 170, Correo 3, Santiago, Chile, lgallard@dim.uchile.cl

Los estratocúmulos que se encuentran costa afuera de Chile norte y central son la capa nubosa más extensa y persistente del mundo y tienen un rol crucial en el clima regional y global (e.g., Hartmann, 1994). En esta región tienen lugar grandes emisiones de azufre oxidado (SO_x) tanto debido a procesos biogénicos naturales (e.g., Scholes et al, 2002) como a procesos antrópicos (Lefohn et al, 1999; Olivares et al, 2002). Estas emisiones dan lugar, a través de procesos de oxidación en fase gaseosa y heterogénea, a la formación de aerosoles sulfato. Tales aerosoles actúan, entre otras cosas, como eficientes núcleos de condensación de nubes determinando, según la disponibilidad de vapor de agua y de otros aerosoles, las propiedades ópticas de las nubes, conocido como efecto indirecto y la probabilidad de formación de precipitación, conocido como efecto semi-indirecto (e.g., Hayworth y Boucher, 2000). Además, los aerosoles sulfato son eficientes reflectores de luz solar causando un efecto de enfriamiento sobre el sistema atmósfera-tierra, conocido como efecto directo. Los estudios realizados con modelos globales (e.g., IPCC, 2001) sugieren, en efecto, que los aerosoles sulfato presenten costa afuera de Chile tienen un impacto sustantivo sobre el balance radiativo, tanto directo ($< -1.5 \text{ W/m}^2$) como indirecto ($< -2 \text{ W/m}^2$) de la región. No obstante, se ha mostrado que estas estimaciones son sensibles a fenómenos de escalas espaciales y temporales que los modelos globales no representan adecuadamente (e.g., Ekman, 2002) y por lo tanto, requieren ser analizados regionalmente. Esto es particularmente importante en la zona subtropical de Chile dados: la magnitud y variabilidad de las emisiones, incluyendo la presencia de una megaciudad (Santiago) de la cual emanan aerosoles orgánicos e inorgánicos; los gradientes térmicos entre océano y continente y su marcada variabilidad interanual asociada al fenómeno El Niño Oscilación del Sur; la abrupta topografía que impone la cordillera de Los Andes; y los complejos patrones de circulación de la zona (e.g., Rutllant et al, 1998). Aquí se presentan resultados de un trabajo exploratorio respecto de la dispersión de azufre oxidado antrópico y su potencial impacto sobre la capa de nubes estratiformes costa afuera de Chile (Gallardo et al, 2002). Además, se esboza una propuesta de investigación integrada para abordar las interacciones entre aerosoles, nubes y clima en la zona subtropical de Chile, destacándose el aporte esperado de la comunidad de químicos ambientales.

Referencias

- Ekman, A. M. L., 2002. Small-scale patterns of sulfate aerosol climate forcing simulated with a high-resolution regional climate model. *Tellus*, 54, 143-162.
- Gallardo, L., Boucher, O. and Huneus, N., 2002. Potential impacts of Sulfur Aerosols Off the Coast of Central and Northern Chile: A preliminary Assessment. "Atmospheric chemistry within the earth system: from regional pollution to global climate change", 18-25 September, 2002, Crete, Greece.
- Haywood, J. and Boucher, O., 2000. Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: A review. *Rev. Geophys.*, 38, 513-543.
- IPCC, 2001: The scientific basis. Summary for policy makers. IPCC WGI Third assessment report (Available from www.ipcc.ch).
- Hartmann, D., 1994. *Global physical climatology*. Academic Press, 411 pp..
- Lefohn A.S., Husar J.D., and Husar R.B. (1999). Estimating Historical Anthropogenic Global Sulfur Emission Patterns for the Period 1850-1990. *Atmos. Environ.*, 33,21, 3435-3444.

FLUJOS BIOGÉNICOS SUELO-ATMÓSFERA DE CO₂, CO y NO EN BOSQUES Y SABANAS DE LA GRAN SABANA, VENEZUELA.

L. Donoso, E. Fernández, J. Romero y E. Sanhueza
Lab. Química Atmosférica, IVIC, Caracas, Venezuela
e-mail: edonoso@ivic.ve

Para determinar la contribución de los suelos de un área remota tropical, La Gran Sabana, a la composición química de la atmósfera global y regional, se han determinado los flujos suelo-atmósfera de CO, NO y CO₂. El CO₂ es uno de los gases de efecto de invernadero más importantes, y el CO y NO contribuyen a la capacidad oxidativa de la atmósfera. Los flujos se midieron utilizando la técnica de cámara cerrada, sobre núcleos¹ de suelos extraídos de parcelas experimentales de sabana sin quemar y quemadas; y en gradientes bosque/sabana durante campañas del año 2001.

Las emisiones de CO₂ se determinaron utilizando un analizador continuo de infrarrojo no dispersivo. Los flujos de CO₂ son altamente variables espacial y temporalmente. Las emisiones mayores se obtuvieron para los bosques (30–2020 CO₂-C m⁻² h⁻¹) seguido de las áreas de transición bosque/sabana (30-1300 CO₂-C m⁻² h⁻¹), siendo los valores obtenidos para las sabanas los menores. No se encontró diferencia significativa entre los flujos de las sabanas sin quemar recientemente (60-150 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹) y las sabanas quemadas (30-150 CO₂-C m⁻² h⁻¹); por tanto, la quema de vegetación no estaría afectando de modo significativo la “respiración del suelo”. Los flujos de sabana son comparables con los medidos en las sabanas de los Llanos Centrales de Venezuela²; en cambio, los bosques presentaron flujos mayores que los encontrados en ecosistemas similares³.

Las concentraciones de CO se midieron utilizando un cromatógrafo de gases equipado con un detector de reducción. Aunque, los suelos son reconocidos como consumidores de CO atmosférico, una emisión neta de CO ha sido observada en ecosistemas tropicales². Para la Gran Sabana, los resultados preliminares indican que no habría un intercambio neto de CO entre la atmósfera y los suelos (0,2 ± 0,3 ng CO m⁻² s⁻¹). En cambio, para los bosques se obtuvo emisión de CO; estando los flujos dentro de los intervalos de 60-89 y de 42-69 ng CO m⁻² s⁻¹ para bosques perturbados y altamente fragmentados, respectivamente.

La determinación de los flujos de NO, por quimioluminiscencia, se realizó en forma simultánea con los flujos de CO₂. Al igual que los flujos de CO₂, las emisiones de NO son altamente variables. Las mayores flujos (4-65 ng NO-N m⁻² s⁻¹) se produjeron en un bosque poco perturbado. En el bosque perturbado los flujos estuvieron dentro rango (0,5-49 ng NO-N m⁻² s⁻¹). Estas emisiones se podrían incluir entre las mayores medidas en diferentes ecosistemas del mundo⁴. Las sabanas quemadas (2,6±0,5 ng NO-N m⁻² s⁻¹) mostraron flujos promedios mayores que las no quemadas (0,9±0,7 ng NO-N m⁻² s⁻¹), lo cual concuerda con lo encontrado para las sabanas de los Llanos Centrales⁵.

¹Quiva, D (2000). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, LUZ.

²Sanhueza, E., Donoso, L., Scharffe, D., and Crutzen, P.J. (1994). *J. Geophys. Res.*, **99**, 16,421-16,427.

³Raich, J.W. y Schlesinger, W.H. (1992). *Tellus*, **44B**, 81-99.

⁴Davidson, E.A. y W. Kingerlee (1997). *Nutrient Cycling in Agroecosys.* **48**, 37-50.

⁵Johansson, C., Rodhe, H., y Sanhueza, E., (1988). *J. Geophys. Res.*, **93D**, 7180 - 7192

EFFECTO DE BIOSÓLIDOS SOBRE LA SORCIÓN DE COBRE EN SUELOS DE LA SEXTA REGION

Jorge Mendoza¹, Gabriela Castillo², Tatiana Garrido¹, Inés Ahumada¹ y Paula Escudero¹

¹Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. ²Facultad de Ingeniería. Universidad de Chile. Casilla 233, Santiago. Chile. e-mail: jmendoza@ciq.uchile.cl

Introducción: La aplicación de lodos (biosólidos) provenientes del tratamiento de aguas servidas domésticas a los suelos constituye una fuente importante de nutrientes para las plantas. Sin embargo, su aplicación conlleva la incorporación de metales pesados. En nuestro país el cobre es uno de los elementos que puede estar en concentraciones importantes en los lodos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un lodo obtenido por un proceso en lagunas de estabilización sobre la sorción de cobre en dos suelos de la Sexta Región.

Materiales y Métodos: Se consideró el horizonte superficial (0-20 cm) de dos suelos de la VI Región recolectados en las zonas de Rapel y Pichilemu. El lodo utilizado fue obtenido por un proceso de lagunas de estabilización en una planta de tratamiento de aguas servidas de la III Región. El lodo y los suelos fueron caracterizados de acuerdo a los métodos estándar para suelos. Para la sorción de cobre se prepararon mezclas de suelo con lodo equivalente a la aplicación de 0, 20 y 100 Ton/Ha de lodo seco. Las mezclas se llevaron a 20% de humedad y se incubaron en oscuridad a 25°C. Se obtuvieron muestras a tiempo 0, 30 y 60 días, las cuales se secaron al aire para su análisis. Para la sorción de cobre se usó la relación suelo:solución 1:20. Las concentraciones iniciales del metal fueron 0; 0,5; 3; 5; 8; 10; y 12 mM con fuerza iónica ajustada a 0,1 M y pH 5,0. La suspensión se agitó por 24 horas, se centrifugó y se separó el sobrenadante. El cobre se midió en la solución mediante espectroscopia de absorción atómica con llama. Cada punto se midió en triplicado. Los datos obtenidos para la relación entre $Cu_{\text{equilibrio}}$ y Cu_{sorbido} se analizaron estadísticamente, ajustándose a un modelo de isoterma de Langmuir.

Resultados: El contenido de Cu para el suelo Pichilemu, suelo Rapel y lodo fue de 34, 82 y 831 mgKg⁻¹, respectivamente. Con respecto a la sorción, comparando los suelos sin aplicación de lodo, el suelo Rapel presentó una mayor sorción de cobre que el suelo Pichilemu. A los 60 días de incubación el Cu sorbido por el suelo Rapel ha disminuido un 25%, en cambio la sorción en el suelo Pichilemu no presentó cambios. La aplicación de lodo a los suelos produjo un incremento de la sorción de cobre en ambos suelos probablemente debido al aporte en materia orgánica que hace el lodo. Sin embargo, dicha sorción fue disminuyendo con el tiempo de incubación. Cuando la dosis fue de 20 Ton/Ha la sorción a los 60 días, en ambos suelos, alcanzó el nivel que tenía sin aplicación de lodo. En el caso de 100 Ton/Ha a los 60 días la disminución en la sorción del metal para ambos suelos fue entre un 60 y 70%. Si bien no se observaron cambios en el contenido de materia orgánica transcurrido el tiempo de incubación, los resultados obtenidos para la sorción del metal se podrían atribuir a la alta actividad microbiana producida por microorganismos heterótrofos presentes en el suelo, los cuales degradarían la materia orgánica disminuyendo así los sitios para la adsorción de Cu.

Agradecimientos: El presente trabajo fue financiado por el proyecto TNAC018-02 del Departamento de Investigación y Desarrollo (DID) de la Universidad de Chile.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LODO PROVENIENTE DE UNA PLANTA DE CELULOSA EN MEZCLAS SUELO/LODO

¹Chelvy Carvajal Hidalgo, ¹M. Cristina Diez J, ²Felipe Gallardo A.
Departamento de Ingeniería Química¹, Departamento de Ciencias Químicas²
Universidad de La Frontera, Temuco.
chelvy@sumet.cl, cdiez@ufro.cl

La generación de lodo proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales hoy en día ha llegado a ser un problema importante debido a su aumento y acumulación. Una de las disposiciones más efectivas para el lodo, ha sido la incorporación al suelo como abono, sin embargo, es necesario verificar su grado de estabilización, ya que al no estarlo, podría llegar a ser tóxico para el crecimiento de la planta y el suelo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la estabilidad del lodo a través de ensayos de actividad respiratoria y determinar su comportamiento en distintas proporciones de mezclas con el suelo.

Para estudiar la estabilidad del lodo, se realizarán ensayos de actividad respiratoria microbiana, la cual consiste en cuantificar la evolución del CO₂ durante un determinado periodo de tiempo. Estos ensayos se realizarán al lodo, al suelo y a las mezclas suelo/lodo. Se utilizó lodo obtenido de una laguna aerobia que trata efluente de celulosa kraft, dispuesto en un landfill por aproximadamente un año, y suelo de la serie Gorbea que presenta características ácidas con un pH de 5,12.

El procedimiento para el desarrollo del montaje del ensayo fue el siguiente: Se acondicionó el suelo y el lodo, para lo cual las muestras se secaron al aire y se tamizaron en mallas de 2mm de abertura. Se aplicaron mezclas de 25, 50 y 75 g de lodo adicionando la cantidad de suelo necesaria para un volumen final de 1,5 kg de mezcla. Para los ensayos de actividad respiratoria se tomaron 50 g de cada mezcla, 50 g de lodo y 50 g de suelo y se colocaron en frascos de vidrio de 1 L. En el interior de cada frasco se colocó un vaso con solución de 10 mL de NaOH 0,5N para capturar el CO₂ liberado, se colocó además un depósito con agua para mantener la humedad de las muestras en torno de 50% de su capacidad de campo. Los frascos son cerrados herméticamente (se realizaron en triplicado) y se incubaron a una temperatura entre 20-25° C. Periódicamente se retiró el vaso con hidróxido de sodio y se tituló con HCl 0,5 N. Los resultados se expresaron como mg de CO₂/100 g suelo seco y la actividad respiratoria se calculó en el décimo día de incubación.

Los principales resultados indican que a medida que aumenta la cantidad de lodo adicionada, aumenta la actividad respiratoria de las mezclas obteniéndose valores de 48,4; 80,7 y 103,9 mg CO₂/100 g suelo seco para las mezclas que contienen 25, 50 y 75 g de lodo, respectivamente. La actividad del lodo solo y del suelo fue de 849,1 y 39,4 mg CO₂/100 g suelo seco, respectivamente. Estos resultados indican que la adición de lodo al suelo mejora la actividad biológica de éste, y que a pesar de disminuir inicialmente el pH de las mezclas éste aumenta levemente a medida que se aumenta la cantidad de lodo en las mezclas.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto Fondecyt N° 1010529.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DREGS Y GRITS A SUELOS ÁCIDOS PARA EL CULTIVO DE TRIGO

Marta Arias⁽¹⁾, Felipe Gallardo⁽²⁾, Gladys Vidal⁽³⁾, Marcia Zambrano⁽¹⁾.

(1) Departamento de Ingeniería Química. (2) Departamento de Ciencias Químicas.

Universidad de La Frontera. Av. Francisco Salazar 01145. Temuco. Chile

E-mail: mzambra@ufro.cl

(3) Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. Universidad de Concepción.

La industria de celulosa Kaft, en su proceso de caustificación genera residuos sólidos con características alcalinas denominados dregs y grits, los cuales son acumulados dentro de los terrenos de la empresa, constituyendo una preocupación económica y ambiental aún sin solución. Sin embargo, para solucionar este problema ya se ha estudiado la aplicación de estos residuos a un suelo acidificado, con el objeto de mejorar sus propiedades físicas y químicas. Antecedentes preliminares han determinado que los dregs y grits (mezcla en proporción 1:1) no son tóxicos y que su principal composición corresponde a 27 % Ca, 1,5 % Mg y 2,21% Na. Además, se ha concluido que estos residuos permiten corregir el pH de un suelo ácido, lo que mejoraría la fertilidad de éstos suelos.

La acidez del suelo limita el crecimiento de las plantas debido a una combinación de factores, de los cuales se destacan: toxicidad por Al^{+3} y deficiencia de elementos esenciales (Ca, Mg, N y P, principalmente).

En este contexto, este trabajo plantea la utilización de una mezcla de residuos sólidos (dregs y grits) para mejorar la acidez de suelos degradados, siendo el objetivo principal evaluar los efectos correctivos de la mezcla de residuos en el pH, a través del crecimiento y acumulación de elementos en las plantas. Con este fin, el ensayo se realizó con una mezcla de suelo acidificado y dregs-grits (1:1) en dosis de 2000 ppm (equivalentes a cal); como control se utilizaron: suelo acidificado, suelo normal y suelo acondicionado con cal comercial (2000ppm). Los tratamientos antes señalados fueron dispuestos en macetas de 1,5 Kg (en triplicado y para 4 etapas de evaluación), utilizando como planta indicadora trigo. El ensayo se llevó a cabo en una sala de crecimiento donde se controlaron parámetros como: luz, humedad y temperatura. En cada etapa de evaluación (30, 60, 90 y 120 días) se evaluó la longitud aérea y radical de las plantas, además se determinó la materia seca y algunos elementos en el material vegetal. Mientras, que el substrato fue analizado con respecto a: pH, P, Ca, Mg y Al (al inicio, en cada etapa evaluación y al final del ensayo).

Con esta investigación se demostró que con la mezcla suelo ácido y dregs-grits se obtiene un notable mejoramiento en las propiedades del suelo degradado, lo que se refleja en un mayor rendimiento vegetal. Obteniéndose una posible alternativa para la reutilización de éstos residuos.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero a través del Proyecto DIUFRO-2108.

CONFIRMACION Y DIFERENCIACION DE ORIGEN DE AGUAS MINERALES CHILENAS BASADA EN LA DETERMINACION DE CATIONES Y ANIONES

J. Neira¹, C. Pacheco¹ y U. González²

- 1 Departamento de Análisis Instrumental, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, Casilla 237, Concepción-Chile. yneira@udec.cl
- 2 Departamento de Estadísticas, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción-Chile.

Las aguas minerales no son las mismas en todas partes¹. Los distintos minerales y sales predominan en las diferentes zonas geográficas y le dan un sello particular (denominación de origen). En Chile no hay estudios acabados de diferenciación de aguas minerales que permita confirmar o verificar que un agua mineral proviene de un determinado lugar geográfico.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en la confirmación de origen de aguas minerales Chilenas basada en la determinación de cationes (Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} y Sr^{++}) y aniones (SO_4^- , Cl^- y NO_3^-). En la determinación de los cationes se utilizó la técnica de la espectrofotometría de absorción atómica utilizando un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo Analyst 300, una llama de acetileno aire y longitudes de ondas recomendadas por el manual del equipo. Para la determinación de sulfato se utilizó KIT de reactivos Merck N° 1.104548.0001 a 550 nm y para nitrato KIT de reactivos Hach N° 21061-69 a 525 nm. Cloruro fue determinado por potenciometría directa utilizando un electrodo selectivo ISE-cloruro. Para el estudio de diferenciación de las aguas se coleccionaron muestras en cuatro período distintos de las aguas minerales Cachantun, Porvenir, Villa Alegre, Rari, Vital, Soccas, Chillán y Chusmiza.

Los resultados confirman que el sulfato es un buen indicador químico en la confirmación y diferenciación de origen de aguas minerales Chilenas. Se encontró también que tanto las concentraciones de litio como estroncio podrían servir de buenos indicadores químicos para la confirmación y diferenciación de origen de las aguas estudiadas. Basadas en las determinaciones de las concentraciones de sulfato, litio, cloruro y sodio es posible confirmar el origen las aguas minerales del norte Chileno (principalmente agua mineral Chusmiza) respecto de las aguas de la zona central de Chile (aguas Cachantun, Porvenir, Villa Alegre, Rari y Vital). Mayores antecedentes se proporcionarán en la presentación de éste trabajo.

Referencia

- 1.- Scarminio, I., S. and Bruns, R. E., *Energ. Nucl. Agric.*, Piracicaba, 4(2):99-111, Jul. / Ago., 1982.

Agradecimientos: Se agradece el Apoyo de la Dirección de Investigación de la Universidad Concepción a través del proyecto DIUC N° 201.071.045-1.0.

ADSORCION DE EDTA PROVENIENTES DE NUEVOS PROCESOS DE BLANQUEO DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA

Christian Moraga, Vicelda Domínguez y Gladys Vidal*

Centro de Ciencias Ambientales EULA – Chile, Universidad de Concepción. Casilla 160 – C. Concepción-Chile. E-mail: glvidal@udec.cl.

En el proceso de blanqueo de celulosa TCF (Total Chlorine Free) se utilizan compuestos quelantes como agentes complejantes de metales pesados. Los efluentes generados de este tipo de procesos, poseen carga orgánica, color y los compuestos antes señalados. Dentro de los compuestos quelantes se pueden destacar compuestos tales como EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y/o DPTA (ácido dietilentriaminopentaacético). Se ha demostrado que estos tipos de compuestos son pobremente biodegradables en los actuales sistemas de tratamiento biológico instalados en las industrias. Desde esta perspectiva, la investigación de tecnologías alternativas para la eliminación de estos compuestos es altamente necesaria. Por otra parte, el carbón activado ha sido utilizado universalmente como material de adsorción debido a sus propiedades superficiales. Sin embargo, el costo de implementación es elevado. El estudio de adsorbentes alternativos de bajo costo y con buenas propiedades de adsorción es altamente necesario. Desde esta perspectiva, la utilización de compuestos naturales de origen volcánico, puede ser altamente ventajosa. El objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad de adsorción del EDTA por carbón activado y compuestos de origen volcánico.

Los ensayos de adsorción se realizaron considerando un diseño factorial de tres variables: pH (4 y 10), temperatura (20 °C y 60 °C) y concentración de EDTA (40, 80, 100 y 150 mg/L). Al mismo tiempo, se evaluó la relación entre concentración de adsorbato/adsorbente (SS) (1/100 g/mL y 0,1/100 g/mL). Se utilizaron dos sorbentes: carbón activado y roca volcánica. Los ensayos se realizaron en sistema batch en matraces de 250 mL (volumen útil de 100 ml) que se mantuvieron agitados en forma orbital (150 r.p.m.) durante el periodo de experimentación. En paralelo se llevaron ensayos de control (sin EDTA). Cada ensayo se realizó en duplicado. Con el fin de determinar la isoterma de adsorción del EDTA, se realizó muestreos periódicos (tiempo: 0, 2, 6, 10, 24 y 48 horas) durante 48 horas. La determinación de EDTA se realizó mediante espectrofotometría de acuerdo a Bhattachryya and Kundu (1971). Se usó el modelo de Freundlich para determinar la isoterma de adsorción, de acuerdo a las distintas condiciones de trabajo.

Los resultados indican que la adsorción de EDTA es mayor en el carbón activado a pH 10 y a 60 °C de temperatura. El diseño factorial indica que la adsorción se vuelve crítica a bajas relaciones de SS, pH y temperatura y elevadas concentraciones de EDTA.

Este trabajo fue financiado por el Proyecto FONDECYT N° 1010644.

ADSORCION-DESORCION DE 2,4,6-TCP Y PCP EN SEDIMENTOS DE RIOS DE ORIGEN VOLCANICO, EXPUESTOS A DESCARGAS DE EFLUENTES DE INDUSTRIAS DE BLANQUEO DE CELULOSA KRAFT

Vicelda Domínguez^a, Miguel Martínez^b y Gladys Vidal^a

^aCentro de Ciencias Ambientales-EULA-Chile, ^bDepartamento de Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción, Casilla 160-C. Concepción, Chile. E-mail:glvidal@udec.cl

Los efluentes provenientes de las industrias de celulosa kraft, dependiendo de su proceso de blanqueo, contienen distintos compuestos fenólicos clorados, los cuales son descargados al ambiente. Entre los principales mecanismos que dominan el destino y transporte de los clorofenoles, se encuentra la adsorción-desorción en los sedimentos del río. Para verificar dicho fenómeno, en este estudio se utilizarán: la isoterma lineal, por considerar el coeficiente de partición del soluto entre la fase sólida y la solución (K), y la isoterma de Freundlich, porque además de representar la cinética a través de una constante de distribución (K_f), considera un coeficiente capaz de determinar la extensión o intensidad del fenómeno ($1/n$).

El objetivo de este trabajo es investigar el comportamiento de adsorción y desorción del 2,4,6-TCP y PCP en un sedimento de origen volcánico de un río. Considerando los principales efectos de interacción de las variables relación adsorbato-adsorbente, la hidrofobicidad en la adsorción y la capacidad de desorción del sedimento.

Los ensayos adsorción-desorción se realizaron en dos partes. La primera fue la determinación de la influencia de relación adsorbato-adsorbente y la hidrofobicidad en la adsorción. Es trabajo se realizó en matraces de 250 mL y dos relaciones distintas de adsorbato-adsorbente ($SS = 0,2$, y $0,042$). Se estudiaron distintas concentraciones (5, 10, 20 y 25 mg/L) de 2,4,6-TCP y PCP. Los ensayos se realizaron a 22 °C, 150 r.p.m., pH = 7.0 y en ausencia de luz. La determinación de la capacidad de desorción del sedimento, se realizó una vez finalizados los ensayos de adsorción. En este caso, se reemplazó la solución con los distintos clorofenoles por una solución de $CaCl_2$ (0.01 N), bajo las mismas condiciones de la primera parte. La determinación de 2,4,6-TCP y PCP se realizó mediante espectrofotometría y HPLC.

Los valores de K determinados tanto para 2,4,6-TCP (0.579 y 0.663), como para PCP (0.852 y 0.673) indican que existe una relación directa, entre dicha constante y la hidrofobicidad de los clorofenoles. Del mismo modo, los valores de $1/n$ para PCP (0,712 y 0,972) y 2,4,6-TCP (0,373 y 0,437) indican que la extensión o intensidad del fenómeno es directamente proporcional a la hidrofobicidad. Del diseño factorial se concluye que existe un efecto del log Kow sobre K (0,142) y $1/n$ (0,438).

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos Fondecyt 1010644 y DIUC 200.091.028-1.0.

III^{er}as. JORNADAS CHILENAS DE FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL



APLICACIÓN DE LA ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON TUBO EN LA LLAMA EN LA DETERMINACIÓN DIRECTA DE Cd, Pb Y Zn EN AGUAS DE MAR Y DE DESECHOS

E. González¹, J. Neira², R. Riveros¹ y R. Ahumada¹

eligonza@ucsc.cl

1.- Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, casilla 297, Concepción-Chile.

2. Departamento de Análisis Instrumental, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, casilla 237, Concepción-Chile

La toxicidad de los metales pesados Cd, Pb y Zn, debido a la biomagnificación en la cadena alimentaria y su posterior acumulación en los tejidos humanos, suscitan preocupaciones medioambientales y sanitarias^{1,2}. De aquí el interés de determinar las concentraciones de éstos metales en aguas marinas, aguas residuales domésticas e industriales.

El incremento en la sensibilidad de la Espectrofotometría de Absorción Atómica logrado por el uso del tubo en la llama como fuente de atomización³, nos ha llevado a investigar la aplicación de ésta metodología para la determinación directa de la concentración de Cd, Pb y Zn a niveles traza en agua de mar y agua de desecho. Para ello, se validó la metodología usando los materiales certificados de agua de mar (CASS-3) y agua de desecho (SRM 1643 C) (ver Tabla I). Los resultados demuestran que es posible determinar satisfactoriamente Cd, Pb y Zn en muestras de agua de mar provenientes del sector de Lengua de la Bahía de San Vicente en Concepción-Chile.

TABLA I: Determinaciones de Cd, Pb y Zn en certificados de agua de mar y agua de desecho

METAL	MATERIAL CERTIFICADO DE AGUA DE MAR, CASS-3		MATERIAL CERTIFICADO DE AGUA DE DESECHO, SRM 1643C	
	VALOR ENCONTRADO (µg/L)	VALOR CERTIFICADO (µg/L)	VALOR ENCONTRADO (µg/L)	VALOR CERTIFICADO (µg/L)
Cd	BLQ	0,030 ± 0,005	13,2 ± 0,8	12,2 ± 1,0
Pb	BLQ	0,012 ± 0,004	38,9 ± 0,7	35,3 ± 0,9
Zn	1,63 ± 0,05	1,24 ± 0,25	68,4 ± 0,6	73,9 ± 0,9

σ desviación estándar promedio de 3 medidas de adición estándar independientes.

BLQ: Bajo límite de cuantificación

Referencias

1.- Sherman M. Ponder, John G. Darab, and Thomas E. Mallour, *Environ. Sci. Technol.*: **34**, 2564-2569 (2000).

2.- Lorenzo Chicán, Trabajo de Investigación del Programa de Doctorado en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Málaga. (2000).

3.- Neira, J., and Berndt, H., *Fresenius J. Anal. Chem.*: **368**, 649-655 (2000).

Agradecimientos: Se agradece el Apoyo de la Universidad Católica de la Santísima Concepción a través del proyecto DIN 6/2001 y a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción a través del proyecto DIUC N° 201.071.045-1.0

ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE CATALASA EN *Chitón granosus*.

Flavia Fontecilla¹, María E. Hidalgo²

¹Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso, Avda. Borgoño s/n Montemar

²Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Avda. Gran Bretaña 1111 P. Ancha,
Valparaíso, Chile.
maria.hidalgo@uv.cl

Análisis realizados en la especie marina *Chiton granosus*, reveló una marcada diferencia del nivel de estrés oxidativo entre machos y hembras, siendo las hembras las que demostraron mayor nivel de lipoperoxidación que los machos (Cabello, 2000). El daño lipoperoxidativo mostró dependencia con los sectores de recolección de esta especie, siendo menor en Caleta Montemar, área protegida, menos expuesta a contaminantes y, mayor en Playa Torpederas que se ve afectado por la contaminación (datos CONAMA).

Ante los resultados de los análisis ya mencionados, se realizó una nueva colecta de la especie *Chiton g.*, para determinar el nivel de defensa que estos organismos poseen para controlar el estrés oxidativo causado de forma natural, y los producidos por la contaminación. Para ello se midió la actividad de la enzima catalasa en individuos de ambos sexos, colectados en los sectores de Caleta Montemar y Playa Torpederas.

Los resultados de dichos análisis evidenciaron una significativa diferencia en la actividad de la catalasa entre ambos sexos, siendo la de machos superior a la respuesta de las hembras, con un promedio de $4,35 \cdot 10^{-3} \pm 0.0068$ U para los machos, y un promedio de $8,07 \cdot 10^{-4} \pm 0.00065$ U para las hembras de Playa Torpederas. Los resultados promedio obtenido del sector de Caleta Montemar fueron, para machos, $3,13 \cdot 10^{-3} \pm 0.00641$ U, y en hembras, $1,36 \cdot 10^{-3} \pm 0.0013$ U.

Posteriormente se realizó una comparación de la actividad de la catalasa promedio dentro del mismo sexo pero de los diferentes sectores, lo que mostró que no hay diferencia significativa ante este parámetro. De los resultados se puede atribuir el mayor daño lipoperoxidativo encontrado para hembras de la especie (Cabello 2000) a la menor actividad enzimática de éstas en relación a los machos. La actividad enzimática no resultó ser un buen indicador del efecto de contaminantes oxidativos sobre la especie *Chitón g.*

Referencia

"Evaluación del grado de estrés oxidativo en *Chitón granosus* Frembly, 1828 (Mollusca: Polyplacophora) A. Cabello, Seminario de Investigación, carrera Biología Marina U. de Valparaíso, 2000.

Agradecimientos CONAMA, Chile.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE FENOLES EN RILES

Sylvia V. Copaja, Elizabeth Fernández y Julio Hidalgo

Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
Casilla 653. Santiago. Chile. E-mail scopaja@uchile.cl

Los fenoles definidos como hidroxí derivados del benceno, pueden ser generados desde diversas fuentes, estos compuestos se encuentran presentes en aguas tanto de origen doméstico como industrial.

Para el control de compuestos fenólicos en Riles la Norma Chilena Oficial ha establecido el método denominado Índice de Fenoles (IF) (1). Este término incluye compuestos fenólicos y otros que reaccionan con 4 -aminoantipirina bajo condiciones específicas para generar compuestos coloreados. Sin embargo, este método es poco específico ya que solo algunos fenoles producen reacciones coloreadas, además considera al fenol como estándar, en circunstancias que la Absortividad Molar de los otros compuestos puede ser muy diferente

En este trabajo se utilizó el método IF, para la determinación de fenoles en RILes de una industria metal-mecánica y se comparó con un método cromatográfico (HPLC) más sensible y selectivo (2) Se estudió además algunas modificaciones al método de índice de fenoles que permiten reducir el tiempo y costo de estos análisis. Estudios de abatimiento de fenol serán discutidos en este trabajo

Las muestras fueron colectadas a la salida de la planta de tratamiento de RILes de la empresa, a lo largo de 15 días . Resultados encontrados se muestran en la siguiente tabla (valores en mg L⁻¹ de Fenol)

HPLC	< 0,01	0,13	< 0,01	< 0,01	1,03	0,21	1,10	0,63	0,06	< 0,01
IF	6,77	4,39	4,65	7,03	2,50	1,23	1,41	1,56	2,88	0,82

Las medidas por HPLC difieren significativamente con las medidas encontradas por IF, Esto podría ser explicado por la poca especificidad del método normado. Por otro lado, un barrido más amplio de HPLC mostró la presencia de otros fenoles en las muestras, los que explicarían los valores más altos de IF. La inseguridad de la aplicación de este método en el análisis de compuestos fenólicos en Riles y por ende disposiciones en torno al tratamiento de estos RILes será discutida en este trabajo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile y al Instituto Profesional de la Asociación Chilena de Seguridad (IPACHS).

Referencias

1. NCh2313/19 Of 98 Aguas residuales-Métodos de Análisis- Parte 19: Determinación de Índice de Fenol-Método espectrofotométrico de la 4-Aminoantipirina después de destilación
2. S. V. Copaja, P. A. Contreras y A. González. Determinación de Fenoles por Cromatografía Líquida de alta Resolución (HPLC). 1^{eras} Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental. Primer Congreso Latinoamericano de Química ambiental.

DISTRIBUCION DE METALES EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA LAGUNA CAREN (SANTIAGO, CHILE)

Jaime Pizarro¹, M. Angélica Rubio², Julio Henríquez¹, Mauricio González¹, Ximena Castillo²

¹Depto. de Ingeniería Geográfica, Fac. Ingeniería, USACH, ²Fac. Química y Biología, USACH

jpizarro@lauca.usach.cl

La disminución de los recursos hídricos hace necesario desarrollar una preocupación preferente por el estudio de la dinámica química de estos. La Laguna Carén esta ubicada en una zona destinada a la recreación y turismo. Sus aguas eventualmente reciben aportes de aguas contaminadas con vertidos industriales y domiciliarios. Estas aguas podrían transportar especies metálicas potencialmente tóxicas para la salud en seres vivos. En sistemas naturales oxidantes, como es el caso de la Laguna Carén, se favorece la formación de óxidos metálicos que sedimentan como tales o asociados a otro tipo de partículas. Una fracción de estos puede mineralizarse en los sedimentos permitiendo así su almacenamiento. También, después de sufrir cambios redox, podrían ser removilizados a la columna de agua dando lugar a un comportamiento cíclico. Este estudio es una primera aproximación a la comprensión de la dinámica de los metales en éste cuerpo de agua. Con el propósito de cuantificar la presencia de metales y su eventual origen, se realizó un muestreo de sedimentos en distintas profundidades, en una amplia zona de la laguna. El muestreo fue realizado mediante una draga; las muestras se liofilizaron y se sometieron a un proceso de disgregación con ácido fluorhídrico y agua regia en bombas de Teflón. La concentración total de los metales fue determinada por ICP y AAS. Algunas muestras también fueron sometidas a un procedimiento de extracción secuencial que involucró 5 lixivitaciones selectivas de la muestra (intercambiable, enlazados a carbonatos, enlazados a óxidos de hierro y manganeso, enlazado a materia orgánica y residual). Resultados preliminares indican la presencia mayoritaria de Si, Al, Fe Mn. En concentraciones traza Co, Zn, Cu y Cr. (Cd y Mo bajo el límite de detección).

Referencias

1- Rosales-Hoz, L; Carranza, A. and Lopez, M. (2000) Heavy metals in sediments of a large, turbid tropical lake affected by anthropogenic discharges. *Environmental Geology*, 39 (3-4) 378-383

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por DICYT Universidad de Santiago

Nitrógeno Orgánico en Lluvias de Venezuela

M. Pacheco, L. Donoso y E. Sanhueza
Lab. Química Atmosférica I.V.I.C., Caracas, Venezuela
e-mail: edonoso@ivic.ve

El nitrógeno orgánico en la atmósfera puede ser originado por emisiones naturales provenientes de la vegetación o causadas antropicamente por quema de biomasa y quema de combustibles fósiles. Su contribución relativa a la composición de las especies nitrogenadas en la atmósfera es poco conocida; en particular, en las lluvias tropicales^{1,2,3}. En la mayoría de los estudios se había dado importancia al contenido de nitrógeno inorgánico^{4,5}. Esta deposición puede ser un suministro importante de nutrientes nitrogenados al medio ambiente. El contenido de nitrógeno orgánico (NOD) en lluvias fue medido cuatro tipos de áreas de Venezuela: urbana, suburbana, agrícola y remota (ver tabla1). Las muestras de lluvia fueron colectadas por evento. El nitrógeno orgánico disuelto se obtuvo como la diferencia entre el nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico (nitrato y amonio) presente en las muestras de lluvia¹. El nitrato se determinó mediante el método de reducción por cadmio modificado y por cromatografía; el amonio utilizando un electrodo selectivo; y el nitrógeno total se obtuvo de dos formas: por digestión del nitrógeno con persulfato y con peróxido. En la tabla 1 se presentan las concentraciones de NOD, en promedio pesado, para cada uno de los lugares estudiados.

Tabla 1 : Promedio pesado en volumen de las diferentes especies de nitrógeno

Área	Lugar	N	pH	Amonio (NH ₄ ⁺ -N) (±0,03) mg/l	Nitrato (NO ₃ -N) (±0,005) mg/l	NOD (±0,08) mg/l	Fracción % NOD
Urbana	Valencia	30	5,60	0,40	0,122	0,80	61
Urbana	Caracas	9	6,39	0,34	0,167	0,81	62
Suburbana	Altos de Pipe	14	7,33	0,07	0,041	0,44	79
Agrícola	Calabozo	17	5,15	0,05	0,058	0,33	76
Remota	Gran Sabana	24	5,09	0,03	0,011	0,33	92

La contribución relativa de NOD en las precipitaciones es siempre mayor al 60%. Esto sugiere que la contribución de las especies inorgánicas es menos importante que lo previamente establecido y que los flujos de nitrógeno de ecosistemas remotos y/o preindustriales están gobernados casi exclusivamente por el NOD. Por otra parte, se podría afirmar que las actividades de origen antrópico (quema de combustibles fósiles, agricultura intensiva, quema de biomasa) estarían incrementado sustancialmente las deposiciones de nitrógeno².

Agradecimientos: A la Autoridad de la Gran Sabana (CVG) y al personal de la Estación Científica de Parupa por el valioso apoyo prestado. Los estudios en la Gran Sabana están siendo financiados por FONACIT, Proyecto G-98001124.

¹ Scudlark, J., Russell, K., Galloway, J., y Church, T, Atmospheric Environment, 32, 1719-1728, 1998

² Cornell, S., Rendell, A., y Jickells, T, Nature, 376, 243-246, 1995

³ Keene, W., Montag, J., Maben, J., Souyhwel, M., Leonard, J., Church, T., Moody, J. y Galloway, J., Atmospheric Environment, 36, 4529-4540, 2002

⁴ Galloway, J., Likens, G., Keene, W., y Miller, M., J. of Geophys. Res., 87, 8771-8786, 1982

⁵ Sanhueza, E. y Santana, M., Israel J. of Chemistry, 34, 327-334, 1994

DETERMINACION E IDENTIFICACION DE HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (HAP) A TRAVES DE FLUORESCENCIA SINCRONICA

Raúl G. E. Morales S., Víctor Vargas C., Igor Osorio R.

Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile
e-mail:igorooso@icaro.dic.uchile.cl

RESUMEN

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos HAP, constituyen un conjunto de especies moleculares de carácter cancerígeno que se generan a raíz de la quema de combustibles fósiles y que están presentes como contaminantes atmosféricos en todas las grandes ciudades del planeta, así como, también en Santiago de Chile donde al menos ya han estimado la concentración de algunas de estas especies¹.

En este trabajo se presenta la implementación de la Espectroscopia Fluorescencia Sincrónica como técnica que permite la cuantificación e identificación de especies HAP. Las muestras analizadas fueron: Material particulado atmosférico y polvo del tubo escape de automóvil (hollín).

Los resultados previos revelan la presencia de al menos 6 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, en las muestras de hollín del tubo de escape, estos son: Fluoreno, Criseno, Antraceno, Benzo(α)pireno, Perileno y Naftaleno. Mientras que en las muestras de particulado atmosférico se observó la existencia de 3 a 4 HAPs, estos son: Benzo(α)pireno, Perileno, Criseno y Antraceno.

Palabras Claves: Fluorescencia Sincrónica / Hidrocarburos Aromaticos Policíclicos

CARACTERIZACIÓN DE AEROSOLES EN TERMINOS DE LOS COEFICIENTES ALFA Y BETA (ÁNGSTROM) EN EL PERIODO PRIMAVERA 2000- VERANO 2001. ARICA. NORTE DE CHILE

Juan Cortés¹, Elisa Santander¹, Miguel Rivas², Elisa Rojas²

1. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile
2. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile
icortes@uta.cl, mrivas@uta.cl, esantand@uta.cl, erojas@uta.cl

Las mediciones del espesor óptico de aerosoles han sido realizadas por intermedio de un fotómetro solar automático CIMEL, instalado por la NASA en convenio con la Universidad de Tarapacá en Arica (Lat.18°29'S-Long.70°19'W – h=25 msnm), zona costera desértica ubicada en el Norte de Chile.

Los aerosoles fueron caracterizados empleando la fórmula de turbidez de Ångstrom, en términos de los coeficientes alfa y beta. El parámetro alfa se determinó usando los valores de espesor óptico en dos longitudes de onda (440 nm, 500 nm) de acuerdo a lo indicado en literatura. Los valores de beta se determinaron directamente usando los valores de espesor óptico en la longitud de onda de 1020nm.

Los datos obtenidos para alfa muestran una tendencia a ser mayores, en aproximadamente un 10%, en verano con respecto a la primavera indicando que la presencia de aerosoles de mayor tamaño fueron detectados en la época de primavera. Los valores de alfa en el periodo de estudio oscilaron en promedio en un rango entre 0,7 a 0,9.

En relación a los valores determinados de beta, se encontró que estos se incrementan en el verano, en comparación a la primavera, desde un valor promedio aproximado de 0,2 a 0,3. Este hecho permite señalar una mayor presencia de partículas en la época de verano, observándose un valor mayor cercano a 0,4 a fines del verano del año 2001 en horario cercano a las 17 hrs(hora local), lo cual es contrario a lo observado en la primavera del 2000 donde se observa una leve disminución en el valor de beta respecto al promedio 0,15.

Bibliografía

- J.R.Herman, O. Torres, T.F.Heck, B.N.Holben, M.Rivas and E. Rojas, "Wavelength dependance of the optical depth of multicomponent aerosols in the North of Chile", 2nd Space general Assembly, 6-10 November 2000, Mar del Plata, Argentina
- A.K.Angstrom., "Technique for determining the turbidity of the atmosphere" Tellus,13,214-231
- J.O.Tocho, C.Esteban, A.Fasulo and E.Rodriguez., "Three-wavelength sun-photometer for aerosol characterization", 41 SPIE's Annual Meeting, 4-9 August 1996, Denver, Colorado, USA.

COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE IRRADIANCIA UV-B EN EL PERIODO PRIMAVERA Y VERANO 2000-2001. ARICA. NORTE DE CHILE

Juan Cortés¹, Elisa Santander¹, Miguel Rivas², Elisa Rojas²

1. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile
2. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile
jcortes@uta.cl, mrivas@uta.cl, esantand@uta.cl, erojas@uta.cl

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos al realizar mediciones experimentales diarias del espesor de la capa de ozono y de la irradiancia solar directa en la vertical del lugar (Arica, Latitud 18°28'S – Longitud 70°18'W h = 20 msnm), utilizando un fotómetro solar manual MICROTOPS II, de cinco canales en el rango UV-B e Infrarrojo (305–310–320– 936 y 1020 nm) en las estaciones Primavera y Verano 2000-2001, con el fin de realizar comparaciones.

De los datos experimentales obtenidos se puede observar que los niveles del espesor de la capa de ozono, alrededor del mediodía solar, sobre la vertical del lugar muestra los mayores valores en el periodo fines de invierno – comienzo de primavera, alcanzando los niveles mínimos en la época de verano. La comparación de los valores encontrados para el espesor de la capa de ozono señalan que el periodo Otoño-Primavera del año 2001 muestra una disminución en torno al 3%, en relación al mismo periodo del año 2000. En la época de Verano, los niveles de ozono en ambos años son muy similares.

Los niveles observados de irradiancia UV-B en (305, 312 y 320) nm fueron mayores durante la época de Primavera y Verano del año 2001-02, en relación al año 2000-01, se observa un porcentaje en torno al 30% mayor. La tendencia diaria en la irradiancia muestra que los mayores niveles se alcanzan en torno al mediodía solar, con un margen cercano a dos horas antes y dos horas después del mediodía.

Bibliografía

- Herman, J.R., McPeters. R y Larko (1993), “Ozone depletion at Northern and Southern Latitudes derived from January 1979 to November 1991. Total Ozone Mapping Spectrometer”, *Journal Geophysical Research*, 98, 12783
- Herman, J.R. y Larko D., (1996), “UV-B increases (1979-1992) from decreases in total ozone” *Geophysical Research Letters*, 23, 2117
- Morys, Marian, Forrest M. Mims III and Anderson e. Stanley, (1996), “Design Calibration and Performance of Microtops II Hand-Held Ozonemeter”, 12th International Congress on Photobiology, Viena.

HETEROCICLOS AROMÁTICOS COMO ACTINÓMETROS DE RADIACIÓN UV

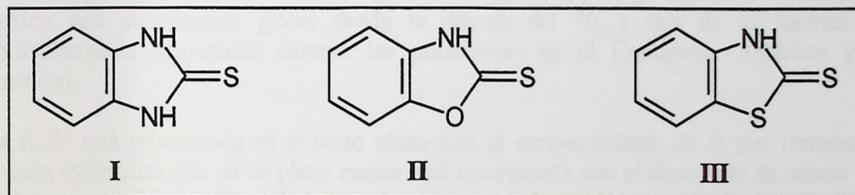
Araya-Hernández, C. G., Jara A., G. P., Morales S., R.

Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago de Chile

En este trabajo se investigaron las propiedades como actinómetros de los heterociclos aromáticos benzimidazol-2-tiona (**I**), benzoxazol-2-tiona (**II**) y benzotiazol-2-tiona (**III**) (ver figura). Estos compuestos han sido aplicados ampliamente como bactericidas, antipiréticos, aceleradores de polimerización [1,2], etc., pero no han sido estudiados en sus propiedades fotoquímicas, por ejemplo, en su aplicabilidad como sensores de radiación.



En un sistema de irradiación, adaptado por nuestro grupo de laboratorio, se irradiaron soluciones acuosas y etanólicas de los compuestos **I-III**, con una lámpara Fluotest Universal (Rayonet) bajo agitación constante. La emisión de esta lámpara simula el espectro de emisión solar en el rango UVA-UVB. En algunos casos se observaron puntos isobésticos claramente definidos, y una dependencia de la velocidad de fotodescomposición con la naturaleza del átomo 3 del heterociclo.

Se estudió su estabilidad en oscuras, a temperatura ambiente, en función del tiempo, tanto de la solución sin irradiar como de la irradiada. También se analizó la cinética de la reacción, estudiando la velocidad de reacción en función de la concentración inicial del fofolito. Se analizan propiedades que el actinómetro debiera presentar [3], tales como irreversibilidad de la fotoreacción, rendimiento cuántico de fotoproductos, características espectrales del reactivo, etc.

Se proponen los compuestos **I-III** como actinómetros UV de radiación solar, en tiempos de exposición variables, de acuerdo a su velocidad de descomposición y al rango de linealidad de la respuesta.

COMPARACIÓN DE LA RADIACIÓN ERITEMÁTICA MEDIDA *IN SITU* EN VALDIVIA CON AQUELLAS OBTENIDAS EN INFERENCIAS SATELITALES Y DE UN MODELO DE TRANSFERENCIA RADIATIVA

Ch. Lovengreen*, J.L. Alvarez**, H. Fuenzalida[†]

*Instituto de Física, Facultad de Ciencias, UCh

**Dpto de Ciencias Básicas, Campus Puerto Montt, UACH

[†]Dpto de Geofísica, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UCh

Casilla 567, Valdivia, Chile

e-mail: clovengr@uach.cl

En las últimas tres décadas, cambios de estilo de vida han resultado en un notorio aumento de la exposición a la radiación ultravioleta (RUV) de origen solar. Por otra parte, el ozono en la atmósfera que rodea la Tierra- el filtro natural que protege de la RUV dañina- ha sufrido una disminución global desde la década del 70, a raíz de su destrucción, particularmente importante durante las primaveras en el Continente Antártico y su vecindad.

La RUV está relacionada en el corto plazo con el enrojecimiento de la piel (eritema) y existen evidencias que en un plazo mayor está relacionada con el desarrollo de cáncer a la piel, cataratas y supresión del sistema inmune. La información cuantitativa que recibe la población chilena en diferentes regiones del país es muy escasa. En este trabajo se caracteriza el régimen de RUV en Valdivia y su entorno geográfico a través de variables con aplicación dermatológica como la tasa de dosis de eritema, índice de UV y las dosis diarias de eritema. Ello es posible sobre la base de observaciones recolectadas durante tres años con el espectralradiómetro de UV de alta resolución (SUV-100) ubicado en la Estación de Monitoreo de UV en la Universidad Austral de Chile.

Los tiempos de exposición necesarios para alcanzar la dosis eritémica mínima (1 MED = 210 J/m²) en verano al mediodía son 10, 12, 18 y 24 minutos para las pieles tipo I a IV respectivamente. La estimación de la dosis eritemática diaria para Valdivia informada por la NASA resulta 10% por encima de lo observado y la dispersión de valores define un intervalo de confianza de ± 980 J/m² para incluir el 95% de los casos. Se analizan las fuentes de esta discrepancia. Por otra parte, dado que se contaba con información de tasas de dosis de eritema para 169 días perfectamente despejados, se evaluó la predictibilidad de la tasa de dosis para estas condiciones con el modelo de transferencia radiativa DISORT. Se muestra una concordancia razonable con los datos medidos.

IMPACTOS A ESCALA REGIONAL DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA DEL COMPLEJO INDUSTRIAL VENTANAS, REGIÓN DE VALPARAISO, CHILE

Andrés Cabello B. y Pablo Ulriksen U.
Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile
Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile

La Fundición de Concentrados de Cobre, Refinería de Cobre y Central Termoeléctrica ubicadas en Ventanas, V Región de Valparaíso, constituyen un complejo industrial con importantes emisiones a la atmósfera de SO_2 y material particulado. El Plan de Descontaminación vigente desde 1993 ha disminuido en forma importante las emisiones a la atmósfera. A pesar de ello, se observan impactos de escala local y también efectos a escala regional.

Sobre la base de resultados de modelaciones atmosféricas, mediciones de calidad de aire y meteorología en la zona, se analizan las evidencias de impactos a escala regional por SO_2 y otros contaminantes, en Concón, Valparaíso - Viña del Mar y valle del Aconcagua.

Se discuten las implicancias de este análisis sobre la extensión del área de influencia del complejo Ventanas y la necesidad de una gestión integral de la calidad del aire en el valle del Aconcagua.

EPISODIOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN SANTIAGO, CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS EN LA ZONA DE PUDAHUEL Y POSIBLES CAUSAS

Gerardo Alvarado Z. y Pablo Ulriksen U.

Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile
Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile

La ciudad de Santiago es afectada por episodios de contaminación atmosférica durante los meses de otoño-invierno. La estación de monitoreo de calidad de aire ubicada en Pudahuel, usualmente presenta los mayores niveles de material particulado respirable PM10 durante episodios, definiendo la condición relevante para la adopción de medidas de control de emisiones y restricciones al funcionamiento de fuentes fijas y móviles aplicadas en la ciudad.

Sobre la base de información de calidad de aire y meteorología medidas en Santiago, se describe el comportamiento de PM10 y de otros contaminantes durante episodios críticos de contaminación, y su relación con variables meteorológicas. Se analizan las posibles causas de ocurrencia de niveles más altos en Pudahuel, en comparación con otras zonas de la ciudad. Se discuten los efectos potenciales de factores meteorológicos, emisiones locales y procesos de producción de aerosoles secundarios.

Se plantean los requerimientos de información experimental y análisis adicionales a los existentes, para dimensionar y comprender las causas de este fenómeno de escala local, que tiene implicancias directas sobre la protección de la salud de las personas expuestas y la adopción de medidas que alteran el funcionamiento normal de la ciudad.

CALIDAD DE AIRE EN LA REGION METROPOLITANA. LÍNEA BASE EN AUSENCIA DE LOCOMOCIÓN COLECTIVA (AGOSTO 2002)

Gregorio P. Jara C.,[‡] Ariela Lavados,* Manuel A. Leiva G.[‡] y Raúl G. E. Morales S.^{‡*}

*Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)
Universidad de Chile, Larrain 9975, La Reina, Santiago, Chile
<http://www.cenma.cl>

[‡]Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile
<http://abello.dic.uchile.cl/~espec>

En la ciudad de Santiago circulan aproximadamente 12.000 buses de los cuales 8.000 corresponden al sistema licitado, y que cubren 311 de las 354 líneas existentes [1]. El 40% de los viajes diarios es cubierto por la locomoción colectiva, lo cual equivale aproximadamente al 69% de los viajes motorizados del Gran Santiago.[2]

El día 12 y 13 de Agosto del año en curso cerca del 75% de la locomoción colectiva de Santiago se acogió a una paralización de actividades. Este escenario resultó en mejoras sustanciales en el índice de calidad del aire (ICAP), con respecto a los días previos, no obstante las malas condiciones de ventilación que se presentaron en esos días.

El presente trabajo tiene por objeto realizar un diagnóstico de la situación ambiental, en lo referente a la calidad del aire, que se vivió entre los días Jueves 8 y 15 de agosto del año en curso. Para ello se analizan los datos recolectados por la red automática de calidad del aire de la ciudad, a cargo del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA), y que se reciben en la base de datos AIRVIRO ubicada en CENMA. Los datos analizados son material particulado (MP10), óxidos de nitrógeno (NO_x) y ozono (O₃).

[1] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT). "Estudio de demanda del sistema de transporte público de Santiago, buses". 1997-1998

[2] Secretaría Interministerial de Planificación de Transporte (SECTRA), "Plan de Transporte urbano de Santiago"

FOTOOXIDACION SOLAR DE ARSENICO EN SOLUCIONES ACUOSAS

Rafael E. Castro y Raúl G.E. Morales

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)

Universidad de Chile, Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile.

E-mail: raulgem@uchile.cl

El arsénico es un elemento traza altamente tóxico que se encuentra distribuido en las fuentes de aguas naturales continentales de la Primera y Segunda Regiones de nuestro país. Esto se debe particularmente, al alto contenido de arsénico que subyace en los suelos geológicos de estas regiones, el que se ha visto incrementado en cuanto a su potencial de riesgo a exposición humana en proporciones no despreciables, a través de la enorme actividad minera de extracción y purificación de cobre.

Sin duda que el factor de riesgo ambiental, asociado a este particular elemento, está asociado a la persistencia, movilidad y biodisponibilidad con que lo encontramos distribuido en los diferentes ecosistemas y de ahí que resulta sustancial conocer sus diferentes formas químicas, así como sus potenciales procesos de transformación que experimenta en determinadas condiciones fisicoquímicas. En este contexto, resulta interesante observar que las formas inorgánicas son mucho más tóxicas que las formas orgánicas, teniendo especial relevancia la especie trivalente As-III, que a su vez resulta ser más tóxica que la forma pentavalente As-V.

En el presente trabajo se presentan resultados sobre un estudio que hemos desarrollado acerca de los procesos de foto-oxidación que experimenta el As-III en un medio oxidante y bajo iluminación solar. A través de estos estudios hemos intentado establecer mecanismos de purificación de agua en soluciones acuosas de As-III, mediante el empleo de reactivos orgánicos que actúan como catalizadores de este proceso oxidativo en un medio acuoso que contiene Fe (II, III), en vistas a producir una precipitación de los óxidos de Fe(III) y As(V) que se producen en presencia de iluminación solar.

Los catalizadores empleados consisten en una familia de compuestos orgánicos del tipo citrato, los que se han controlado variando las condiciones de pH para ver de que manera se aumenta la eficiencia del proceso de remoción de As-V. Los análisis químicos de As-III y As-Total se han determinado mediante espectroscopía de absorción atómica acoplado a un equipo de generación de hidruros.

Los presentes resultados muestran diferentes grados de eficiencia para la remoción de arsénico de aguas mediante procesos de bajo costo, y actualmente estamos interesados en extender estas investigaciones a aguas de descarte minero, con alto potencial de riesgo de contaminación ambiental.

Agradecimientos. El presente trabajo ha sido financiado parcialmente con el proyecto sobre Estudios de Especiación de Arsénico, que se desarrolló en CENMA con el apoyo de JICA durante los años 2001-2002. Agradecemos en forma particular al Dr. Akira Otsuki de la misión JICA 2000-2002 por su constante apoyo científico a esta temática y al Sr. Shiro Kikuchi por la facilidades administrativas otorgadas.

ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UTILIZAR MICROORGANISMOS FILAMENTOSOS EN LA DEGRADACIÓN DE EFLUENTES DE LA INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL POST TRATAMIENTO ANEROBICO

Christian Lafuente, Gladys Vidal¹ y Carolyn Palma

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile, Alameda 3363, Santiago.

e-mail: cpalma@lauca.usach.cl

¹ Centro de Ciencias Ambientales EULA – Chile, Universidad de Concepción. Casilla 160 – C. Concepción-

La industria de celulosa en Chile debe cumplir con reglamentaciones internacionales cada vez más exigentes, que obligan a la empresa, entre otras cosas, a un mejoramiento continuo de sus procesos. La introducción de nuevas tecnologías en el proceso de blanqueo de celulosa kraft, hace necesaria la investigación de los efluentes generados en cuanto a la biodegradabilidad y toxicidad de los nuevos compuestos orgánicos producidos y la posibilidad de introducir nuevas alternativas de tratamiento para reducir el uso de agua fresca. La habilidad que tienen los hongos de putrefacción blanca para degradar compuestos tóxicos y poco biodegradables, los hace muy atractivos para generar nuevas tecnologías de tratamiento. En este contexto se ha planteado analizar la factibilidad de degradación de los compuestos coloreados presentes en los efluentes generados en una unidad de digestión anaeróbica, cuyo influente son aguas de la industria de la celulosa con un alto contenido en sulfato, utilizando el complejo enzimático producido por *Phanerochaete chrysosporium*, hongo filamentoso de putrefacción blanca.

Los ensayos se realizaron en cultivos batch, todos por triplicado, variando la concentración del influente en el medio de cultivo, para ello se considero analizar una dilución al 50% y otra al 20%, y un control biótico. Como parámetros de evaluación se cuantifica amonio y glucosa, ambos nutrientes considerados en el medio de cultivo, color mediante absorbancia a 440 nm, actividad enzimática, MnP, cuantificada mediante la oxidación de 2,6-dimetoxifenol a 468 nm. Adicionalmente se llevo un control de pH, biomasa y tamaño de pellets, mediante ensayos destructivos, con el objeto de poder establecer si el influente tenía algún efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los microorganismos.

Los resultados del estudio indicaron que para ambas diluciones consideradas, el hongo realiza un proceso de asimilación y metabolización de los compuestos, produciendo un 73 y 81 % de decoloración para el de diluciones consideradas, al 50 y 20 %, respectivamente. Se observó a su vez, una elevada producción de la enzima MnP respecto de los controles bióticos, encontrándose una sobreexpresión en un rango de 700 a 1400 veces. Es hecho indica que el hongo frente a un cosustrato lábil, actúa generando una mayor concentración de la enzima en el medio.

Respecto a los otros parámetros, como el nivel de biomasa producida fue mayor a la registrada por el control biótico, confirmando que el hongo asimila la nueva fuente de nutrientes y parte lo destinada a la reproducción celular. Por lo que se puede concluir que el efluente generado tras una digestión anaerobia no inhibe el crecimiento del hongo ni la posterior expresión de la enzima MnP, logrando decoloraciones sobre un 70% para las condiciones analizadas en este estudio.

Este trabajo fue financiado por el Proyecto FONDECYT N° 1010644.

SELECCIÓN Y CRECIMIENTO DE BACTERIAS SOMETIDAS A UN AGENTE QUELANTE (EDTA) PRESENTE EN EFLUENTE SINTÉTICO TCF

Lorena A. Levet¹, Gladys X. Vidal², M. Cristina Diez¹

¹Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile.

²Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

e-mail: levet_lorena@hotmail.com

El uso de EDTA en el blanqueo de celulosa para evitar la acción catalizadora de iones metálicos puede traer consecuencias perjudiciales en el tratamiento biológico de los efluentes, ya que contribuye a aumentar la carga de nitrógeno en el efluente y puede producir un efecto negativo en la población microbiana debido a la remoción de metales esenciales y dependiendo de la concentración puede ser tóxico.

Mediante la determinación de cinéticas de crecimiento y degradación, se caracterizó la actividad bacteriana de una cepa aislada, proveniente de un reactor de lodo activado, la cual fue adaptada y seleccionada en su medio de crecimiento, compuesto por efluente sintético TCF utilizado por Rodríguez, J.; et al (1999), más la adición de EDTA y Fe(III)EDTA.

La adaptación del lodo se realizó a través de ciclos batch a distintas concentraciones de Fe-EDTA más un control, se mantuvo una temperatura constante de 20°C y aireación permanente, después de cada ciclo la muestra fue centrifugada y alimentada nuevamente con efluente sintético TCF más las distintas concentraciones de Fe-EDTA (5, 15 y 25 mg/l). De estas muestras ambientadas se sacó un volumen de inóculo y fue puesta en matraces que contenían efluente sintético TCF más las distintas concentraciones de Fe-EDTA en condiciones estériles. De estos matraces se hicieron siembras en agar Plate-Count. Se seleccionó una colonia y se traspasó a un medio de crecimiento que contenía 25 mg/l de Fe-EDTA (M₁), 25 mg/l de EDTA (M₂) y un control sin Fe-EDTA (C).

Del crecimiento de estas colonias se sacó un volumen de inóculo y se realizaron pruebas en lotes (batch) en matraces de 1 Lt, puestos en un agitador a 20°C, con agitación permanente de 150 rpm, suministrando aire en forma continua y como medio de crecimiento efluente sintético TCF más 25 ppm Fe-EDTA, 25 ppm EDTA y un control.

Durante la incubación se determinaron los siguientes parámetros DQO₅, EDTA (para el control de la remoción) y Turbidez (para el control de crecimiento de la biomasa).

Se observó crecimiento microbiano en los tres medios en estudio con un máximo a los dos días de incubación, siendo mucho menor el crecimiento para la muestra M₂. Los porcentajes de remoción de DQO para el control y Fe-EDTA fueron similares en el rango de 60% a las 50 horas de crecimiento, siendo despreciables las remociones de EDTA para M₁ y M₂. Estos resultados indican que estas cepas sólo sobreviven a un ambiente con EDTA y Fe-EDTA, sin embargo este compuesto no es utilizado como fuente de carbono o nutrientes.

Agradecimientos: Trabajo financiado por Proyecto Fondecyt 1010644

DETERMINACION DE METALES A NIVEL DE TRAZAS MEDIANTE QUIMIOLUMINISCENCIA

Víctor Vargas C., Ma. Alejandra Ríos R.

Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
Casilla 653, Santiago, Chile
e-mail: victor@uchile.cl

El empleo de la quimioluminiscencia con fines analíticos es relativamente reciente y debido a la sencillez y elevada selectividad y sensibilidad del método, su utilización es cada vez mayor. Esta técnica a sido empleada con fines biológicos como en la determinación de aminoácidos y fructosa; también en aplicaciones medio ambientales, como la determinación de peróxidos en la atmósfera y de especies metálicas en soluciones acuosas.

Considerando que la reacción quimioluminiscente se produce con peróxido de hidrógeno en medio alcalino y catalizado por metal, nos permite emplearla como técnica de determinación ya sea de peróxidos o de especies metálicas como Cu, Fe o Co.

En este trabajo se presenta la determinación de metales a nivel de trazas como cobre mediante el proceso de quimioluminiscencia como técnica analítica. Para esto se empleó la especie molecular 5-amino-2,3-dihidroftalazina-1,4-diona, llamada Luminol. Se determinó la curva de calibración de la quimioluminiscencia de Cu^{+2} en presencia de $1 \cdot 10^{-4}$ M de H_2O_2 , caracterizando sus parámetros analíticos como sensibilidad, límite de detección y de cuantificación encontrándose en este caso límites de detección del orden de los ppb.

ANÁLISIS CRÍTICO DEL MÉTODO SAAM PARA LA DETERMINACIÓN DE DETERGENTES ANIÓNICOS EN RILES

Sylvia V. Copaja, Roxana Tessada y Julio Hidalgo

Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
Casilla 653. Santiago. Chile. E-mail scopaja@uchile.cl

La mayoría de los surfactantes aniónicos son derivados del alquil benceno sulfonato, este comprende alrededor de 26 compuestos relacionados con diferentes largos de cadena y distintos isómeros. Los surfactantes aniónicos son utilizados rutinariamente para solubilizar agentes químicos, como detergente en la industria textil, separación electroforética de lípidos y proteínas, también son utilizados como agentes humectantes.

La NCh 2313/27 Of 1988, establece el método para la determinación de detergentes aniónicos en aguas residuales mediante la extracción por solvente y análisis por colorimetría. Este método está basado en la formación de una sal de color azul o de un par iónico con azul de metileno que reacciona con el surfactante aniónico, así como con otros aniones, sean de origen natural o antrópico. Los compuestos que reaccionan de esta manera son llamados sustancias activas al azul de metileno (SAAM) (1)

En este trabajo se realizó un análisis crítico del método SAAM, para la determinación de detergentes aniónicos en RILes. Se estudió además algunas modificaciones al método SAAM que permiten reducir el tiempo y costo de estos análisis. Estudios de abatimiento de detergentes aniónicos, serán discutidos.

El método SAAM considera dos situaciones: 1. Muestras libres de interferentes, donde la muestra se trata directamente con azul de metileno, previa fijación de pH y luego se realiza una extracción con cloroformo. El compuesto formado se lee a 652 nm utilizando Dodecilsulfato como estándar. 2. muestras con interferentes, estas deben ser tratadas mediante extracción líquido-líquido utilizando un equipo sublador, luego se procede de acuerdo al procedimiento descrito.

Resultados encontrados muestran que el método analítico presenta una gran incerteza en las medidas ya que existe una notable diferencia entre las muestras tratadas directamente y las muestras extraídas con el sublador, esto indicaría que el método no es confiable, ya que en un RIL es difícil determinar que sustancias pueden o no estar presentes y cuales de ellas podrían ser interferentes. Aunque hasta ahora, los límites para detergentes no son exigentes (10 mgL^{-1}), es necesario encontrar métodos más sensibles y confiables.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile y al Instituto Profesional de la Asociación Chilena de Seguridad (IPACHS).

Referencias

1. NCh2313/27 Of 1998 Aguas residuales-Métodos de Análisis-Parte 27. determinación de surfactantes aniónicos-Método para sustancias activas al azul de metileno (SAAM)

MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN MATRICES AMBIENTALES

Sylvia V. Copaja, Carolina Barra y Julio Hidalgo

Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
Casilla 653. Santiago. Chile. E-mail scopaja@uchile.cl

El Plomo es un metal pesado muy conocido en la Historia de la Humanidad, se le asocian problemas toxicológicos desde la época del Imperio Romano hasta la actual contaminación generada por su uso como antidetonante en la bencina, se sabe de su efecto sobre el Sistema Nervioso Central, atacando principalmente a los niños.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que los niveles mínimos de Plomo en sangre, bajo los cuales se observa un efecto sobre la salud de las personas entre 15 a 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en adultos y de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en niños. La OMS recomienda en su última revisión un nivel de concentración de Plomo en aire de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual.

Debido a que, es el aire el principal agente que dispersa al Plomo por suelos y aguas, lo podemos encontrar en los más variados tipos de matrices ambientales; por tal razón es importante generar una metodología de análisis que resulte versátil frente a los diferentes tipos de muestras: aire, suelos, aguas, alimentos, tejidos vegetales, entre otros.

La Normativa Chilena utiliza como método de análisis la Espectrofotometría de Absorción Atómica. Sin embargo, es posible determinarlo por cromatografía líquida de pares iónicos (IP-HPLC), metodología que ha resultado muy práctica pues no presenta problemas de interferencia con cationes como: Co, Zn, As, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Ni y Mo. En este trabajo se utilizó el método IP-HPLC, para la determinación de Plomo se analizaron muestras de: aguas de enfriamiento que recirculan en una fundición de este metal, en lodos de una planta de tratamiento de residuos líquidos, en suelos mineros y suelo contaminado con relaves.

Para las muestras líquidas sólo se filtraron y luego fueron directamente inyectadas al cromatógrafo. No se usó preservación. Para las muestras sólidas se utilizó un método de extracción secuencial con el objeto de determinar el plomo intercambiable y el de tipo residual. Las señales cromatográficas de plomo fueron claras y bien definidas, la mejor linealidad se presenta a pH 7,5 para la construcción de la curva de calibración, el contra ión contenido en la fase móvil más adecuada resultó ser el Bromuro de Tetrabutil Amonio porque el efecto par iónico es fundamental en la posición, claridad y definición de las señales cromatográficas. A partir de este trabajo se concluye que el método IP-HPLC para determinar Plomo es una metodología óptima, presenta muy buena sensibilidad y reproducibilidad en los resultados.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile y al Instituto Profesional de la Asociación Chilena de Seguridad (IPACHS).

Referencias

1. Copaja, S. V. (1998) "Determinación de iones metálicos por IP-HPLC", IV Encuentro de Química Analítica y Ambiental, Antofagasta, Chile, Pág. 23 Libro de Resumen

LA UTILIZACIÓN DEL FENÓMENO DE PUNTO DE NUBE COMO VÍA ALTERNATIVA A LAS TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN CONVENCIONALES. EN EL ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL.

A. Acevedo López^a, J. L. Pérez Pavón^b y B. Moreno Cordero^b

^aServicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Providencia, Santiago, Chile.

^bUniversidad de Salamanca, Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Plaza de la Merced s/n, Salamanca, España.

aacevedo@sermageomin.cl

En este trabajo, se presenta un método de análisis en el que se utiliza el fenómeno de separación de fases por punto de nube, que presentan las disoluciones acuosas del tensoactivo no iónico de Triton X-114, para la separación y preconcentración de los once compuestos fenólicos prioritarios de interés medio ambiental, incluidos en la lista de contaminantes por la Environmental Protection Agency (US-EPA), como paso previo a su determinación cromatográfica.

Los fenoles son un grupo de sustancias que deben ser controladas en materiales muy diferentes (aguas -aguas naturales, de consumo, de desecho, organismos y materiales diversos, sedimentos, suelos-agrícolas, industriales, etc.-). Ello implica que se requerirán aproximaciones analíticas igualmente diversas y adaptadas a cada problema o material en particular. Los niveles de concentración permitidos en cada caso son muy diferentes (desde los 0.5 ng/ml de fenoles totales para aguas de consumo, hasta los mg/g en algunos problemas de remediación de suelos). La diferente toxicidad y persistencia de las especies fenólicas (especialmente clorofenoles a concentraciones de unos pocos $\mu\text{g/L}$), hace evidente una determinación individualizada de las especies fenólicas en aguas de consumo y puesto que los niveles de concentración son enormemente bajos en este tipo de aguas, hace ver que debemos recurrir a procedimientos de preparación de las muestras que impliquen "preconcentración" con factores notables. Entre las técnicas disponibles, probablemente la extracción en fase sólida (SPE) sea la más ventajosa. La extracción líquido-líquido puede utilizarse (el método EPA 604).

En este trabajo se ha propuesto el fenómeno de punto de nube como una metodología alternativa, se estudia la separación de fases de las disoluciones de Triton X 114, concentración del tensoactivo, el comportamiento del tensoactivo con dos detectores, la influencia de la temperatura, la adición de NaCl y la optimización en HPLC.

Respecto a las variables optimizadas, se concluye que las mejores condiciones para obtener una mayor sensibilidad son: adición de NaCl 1.0 M a las muestras, concentración de Triton X-114 entre 0.05 y 0.1% y separación de fases a una temperatura próxima a 61°C. El factor de concentración, depende de la relación de distribución del analito entre la fase acuosa y la fase rica en tensoactivo y de la concentración de tensoactivo ya que esta condiciona el valor de la relación de fases.

La metodología propuesta es aplicable a la determinación de fenoles en aguas a nivel de trazas con bajo costo y sencillez experimental, se realiza con precisión aceptable comparable a los métodos oficiales, mientras que los límites de detección alcanzados son inferiores en número para la mayoría de los analitos comparados con los métodos oficiales.

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) EN MUESTRAS ATMOSFÉRICAS COLECTADAS EN LA CIUDAD DE SANTIAGO

Katia Calderón, Yukio Suzuki, Hiroshi Nishie, Verónica Muñoz y Pablo Richter

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), Universidad de Chile. e-mail: prichter@cenma.cl, Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago – Chile

La presencia de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en el ambiente se origina desde variadas fuentes biogénicas y antropogénicas. Esta clase de compuestos tiene puntos de ebullición en el rango de los -29 a 215°C y presiones de vapor mayores que $0,1$ torr. La mayoría de los COVs son precursores del ozono y algunos de ellos son conocidos agentes carcinógenos. Sin embargo, estas sustancias carecen de normativa en Chile por lo cual es importante establecer una regulación al respecto con el propósito de controlar sus emisiones a la atmósfera.

En el presente trabajo se describe la validación de un método por GC/MS-SIM para la determinación de 44 COVs (TO-14) y su aplicación en la determinación de estos compuestos en muestras colectadas en canister de diferentes puntos de la región metropolitana.

El método se basa en la colección de muestras de aire en canister (Entech Instruments, Inc.) de acero inoxidable cuya superficie interior ha sido pasivada. Para el análisis de muestras, una porción de ella es removida desde el canister y los COVs son selectivamente concentrados por adsorción/condensación en una trampa criogénica de tenax, subsecuentemente liberados por desorción térmica, separados por cromatografía gaseosa, y medidos por un detector de espectrometría de masas en modo SIM. En esta metodología se utilizó un sistema Entech (modelo 7000), un cromatógrafo gaseoso HP-6890 y un detector de masa HP-5973, un estándar de calibración TO-14 (Supelco 4-1902) y tolueno-d8 como estándar interno.

La repetibilidad en las áreas de las señales cromatográficas al nivel de 1 ppb, expresada como coeficiente de variación, fue entre 0,44 y 6,97 %. Por su parte la desviación estándar relativa para los tiempos de retención estuvo entre 0,003 y 0,077 %. Todas las curvas de calibración realizadas fueron lineales, con un coeficiente de correlación (r^2) mayor que 0,996. Los límites de detección (3σ) encontrados fueron desde 6,8 a 17,7 ppt.

Los valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de algunos COVs medidos en un período de 24 horas (20-22/08/2001) determinados en las comunas de La Reina y Providencia, respectivamente fueron los siguientes: diclorometano = 3,36 y 3,58; cloroformo = 0,53 y 0,44; benceno = 3,69 y 10,1; tolueno = 15,83 y 28,9; tricloroetileno = 0,52 y 0,18; tetracloroetileno = 8,39 y 6,42.

Los valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de algunos COVs medidos puntualmente determinados en el centro de Santiago (22/08/2001, 12:20 hrs.) y en el patio interior de un lavaseco (22/08/2001, 13:00 hrs.), respectivamente, fueron los siguientes: diclorometano = 38,4 y 291; cloroformo = 0,60 y 1,40; benceno = 13,1 y 7,75; tolueno = 71,04 y 64,5; tricloroetileno = 0,61 y 0,79; tetracloroetileno = 32,7 y 47.000.

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE NO₂ Y OZONO EN SANTIAGO POR TÉCNICAS DE DIFUSIÓN PASIVA

(#)Geraldine Ihja Q., (#)Carlos Hernández T., (*)María Rosa González O. y
(*)Raúl G.E. Morales S.

(*) Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile, Av. Larráin 9975, La Reina, Santiago, Chile

(#)Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

El uso de métodos pasivos para el monitoreo de contaminantes atmosféricos NO₂ y O₃, se han constituido en una herramienta útil de evaluación de la calidad atmosférica. La base teórica para la colección pasiva está basada en la primera ley de difusión de Fick, en la que se relaciona la masa captada por el colector con el gradiente de concentración en el tubo, el tiempo de exposición y el área del colector expuesta a la atmósfera contaminada.

La bibliografía reporta algunos trabajos en que, por ejemplo, mediciones de NO₂ por medio de tubos difusión, muestran una muy buena concordancia con determinaciones basadas en quimioluminiscencia (1).

En este trabajo se presentan mediciones cuantitativas de gases contaminantes atmosféricos inorgánicos NO₂ y O₃, registrados en algunos puntos de la ciudad de Santiago, con la finalidad de validar, en una primera fase, las técnicas pasivas y dar base para posteriores estudios de correlación con isóneas de vientos.

Las determinaciones cuantitativas se han realizado por aplicación de dos modalidades pasivas de muestreo: tubos pasivos y gas Pack. En ambos casos, el gas contaminante es colectado a velocidad controlada por difusión molecular del contaminante gaseoso en el aire. Se diferencian en que, para el caso de tubos pasivos, el analito es retenido sobre una superficie adsorbente específica impregnada sobre un filtro, para luego cuantificar por cromatografía iónica; en cambio en gas Pack, el analito reacciona cuantitativamente con una solución, para luego generar un compuesto coloreado el que es medido espectrofotométricamente a $\lambda = 540$ nm.

Referencias

1. M. Glasius, M. Funch C., T. Stroyer H., C. Lohse; "Measurement of Nitrogen Dioxide in Funen Using Diffusion Tubes". Department of Chemistry, Odense University, DK-5230 Odense M, Denmark. E.D. Palmes, A.F. Gunnison, J. DiMattio and C. Tomczyk; "Personal Sampler for Nitrogen Dioxide"; Am. Ind. Hyg. Assoc. J, 37, 570-577.
2. P. Koutrakis et al. "Measurement of Ambient Ozone Using a Nitrite-coated Filter; Analytical Chemistry", vol 65, No 3, February 1, 1993.

✓

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 14001
SUPERINTENDENCIA INGENIERIA MANTENCION MINA
DIVISION RADOMIRO TOMIC-CODELCO CHILE.**

**Oswaldo Andrés Molina Navarro, Luis R. C. Osorio Escrich, Raúl G. E. Morales
Segura.**

Superintendencia Ingeniería Mantención Mina, División Radomiro Tomic CODELCO-
CHILE, Avda. Nueva Oriente 2696, Villa Exótica, Calama, Chile.
omolinan@hotmail.com

Este trabajo muestra las actividades realizadas en la División Radomiro Tomic de la Corporación Nacional del Cobre, CODELCO CHILE, en el marco de la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Dicho sistema ha sido diseñado por la misma División y tiene como meta certificar el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 14.001.

El alcance de la implementación está definido específicamente por la estructura organizacional de la División y corresponde a la Superintendencia Ingeniería Mantención Mina.

Las actividades realizadas se enmarcaron en el desarrollo de los requisitos que el sistema establece a la Superintendencia y correspondieron específicamente a las siguientes:

Primero se llevó a cabo la etapa de **Planificación**, que consistió básicamente en Identificar y Evaluar Aspectos Ambientales, de tal forma de determinar aquellos que pueden considerarse críticos, y Proponer Medidas de Gestión para los mismos, luego se procedió a desarrollar la etapa de **Implementación y Operación**, la que consistió en llevar a cabo las medidas propuestas en la etapa anterior de manera efectiva y eficaz, y por último, se llevó a cabo la etapa de **Verificación y Acciones Correctivas**, la que consistió en controlar el desarrollo y la efectividad de las medidas de gestión comprometidas.

De esta forma se cumplió, en términos globales, la Implementación del SGA en la Superintendencia de Ingeniería Mantención Mina, de manera exitosa.

"SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL SEGÚN ISO 14001 EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO, SECTOR ESPIGÓN"

Silvia Quintanilla V. ¹, Ximena Molina P. ²

¹ Empresa Portuaria San Antonio, Alan Macowan 0245, Barrancas, San Antonio, Chile.

silviaquintanilla@hotmail.com

² Química Ambiental, Facultad de Ciencias, U. de Chile. bioptica@uchile.cl

Las actividades portuarias de transferencia de carga realizadas en el puerto de San Antonio, pueden generar impactos ambientales afectando los recursos naturales agua, aire, suelo-sedimentos del entorno. El área ambiental de la empresa portuaria consciente de estos impactos, está interesada en conocer sistemas de gestión ambiental (SGA) para integrarlo a la gestión general de la empresa, con el fin de mantenerse como el principal puerto de transferencia de carga. En el puerto actualmente se moviliza un 35% del total de carga de los puertos estatales nacionales, y un 54% de la carga de la V Región.

Un SGA es una herramienta que contribuye a controlar en forma sistemática los aspectos ambientales de una organización. Un modelo de SGA de reconocimiento internacional, voluntario y certificable es la norma ISO 14001. La aplicación y certificación de este modelo, compromete a una organización a mejorar su desempeño ambiental en forma continua. Para ello es necesario que el puerto defina su política ambiental en la cual se fijan los principios de acción ambiental, establezca un programa de gestión ambiental en el cual se dictan las pautas para el cumplimiento de los objetivos y metas ambientales que la organización se ha propuesto.

El puerto de San Antonio se encuentra bajo un sistema de administración puertooncesionario, el trabajo se desarrolló en el área pública del puerto Sector Espigón administrado directamente por la Empresa Portuaria San Antonio (EPSA). El Sector Espigón es un terminal multipropósito, recibe todo tipo de cargas contenedores, fraccionada, granel sólido y líquido, la comunidad portuaria son los terminales portuarios, las agencias de nave, empresa de muellaje, empresas de transporte, aduana entre otros.

En este trabajo se exponen matrices ambientales basadas en una revisión ambiental del Sector Espigón, se mejora una política ambiental ya propuesta y se formulan objetivos y metas de acuerdo a las matrices formuladas para el Sector Espigón del puerto de San Antonio según NCh 14001.

Se concluye que establecer un SGA según NCh ISO 14001, en el Sector Espigón es posible de concretar, pero falta más compromiso de alta gerencia desde sus primeras etapas como son la de diagnóstico ambiental y planificación. Es necesario involucrar a toda la comunidad, integrar sus funciones con la gestión actual de la empresa, para que sea factible mantener el tiempo el SGA.

Una de las ventajas de implementar un SGA en el puerto de San Antonio serían la optimización de las operaciones portuarias y el fortalecer el control de las actividades que generan contaminación. A largo plazo el puerto de San Antonio puede certificar su SGA en NCh ISO 14001, y demostrar a terceros que su buen desempeño ambiental es reconocido internacionalmente, aumentando la competitividad con otros puertos comerciales nacionales.

IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LABORATORIOS DE ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN NCh-ISO 17025

M. Cristina Gallardo, M. Cristina Diez

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile. cdiez@ufro.cl

La corrección y confiabilidad de los ensayos efectuados por un laboratorio están determinados por varios factores, los que incluyen: el factor humano, planta física y condiciones ambientales, métodos de ensayo y calibración, validación de métodos, equipos, trazabilidad de la medición, muestreo y manipulación de los ítemes de calibración y ensayo. El presente trabajo tuvo como objetivo el implantar un sistema de aseguramiento de calidad en el Laboratorio de Análisis de Aguas Residuales del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera de acuerdo a la norma chilena NCh-ISO 17025 en laboratorios de ensayo.

Se recopiló la información disponible y se analizó el funcionamiento del laboratorio de forma de contar con los antecedentes necesarios para organizar el laboratorio de acuerdo a los requisitos establecidos en la NCh-ISO 17025, para lograr su posterior acreditación en las áreas de análisis físico químico y microbiológico de aguas residuales. Se confeccionó un manual de calidad, que establece las políticas y describe el sistema de calidad del laboratorio y que contiene objetivos, sistemas, programas, procedimientos, instructivos y hallazgos en la medida necesaria para poder asegurar la calidad de los resultados obtenidos en el laboratorio. Se elaboró un manual de procedimiento, que contiene los documentos que describen en forma detallada todos los procedimientos efectuados en el laboratorio. Finalmente, se elaboró un programa computacional que recopila la información de proveedores, clientes y resultados de los análisis realizados en el laboratorio.

Se pretende que la información generada en este estudio, permita al Instituto de Agroindustria obtener la acreditación de su Laboratorio de Análisis de Aguas Residuales, en el área físico-química y microbiológica. Esto permitirá contar en la IX Región con un laboratorio de análisis acreditado que preste sus servicios a la comunidad, que facilitará, además, la cooperación entre laboratorios y otros organismos, ayudará al intercambio de información y experiencia, y en la armonización de normas y procedimientos.

Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por Programa FNDR “Aplicación de sistema de financiamiento tesis pro desarrollo IX Región”.

INDICE DE AUTORES

Acevedo L., Aída	57
Ahumada, Inés.....	4,20,32
Ahumada, Ramón	15,16,38
Alvarado, Gerardo.....	49
Alvarado, Pablo.....	2
Alvarez, J.L.,.....	25,47
Araya-Hernández, C.G.,	46
Arias, Marta.....	33
Barra, Carolina.....	56
Brutti, Lucrecia.....	2
Cabello, Andrés.....	48
Calderón, Katia.....	22,58
Carrasco, Adriana.....	4,20
Castillo, Alejandra.....	24
Castillo, Gabriela.....	4,14,20,32
Castillo, Ximena.....	17
Castro, Rafael.....	51
Carvajal H., Chelvy.....	33
Concha, María Cecilia.....	7
Copaja C., S.,	49,55,56
Cornejo J., Jaime.....	8,9,18
Cortés, Juan.....	44,45
Duran A.,	20
Diez, María Cristina.....	33,53,62
Domínguez, Vicelda.....	36,37
Donoso, Loreto.....	31,42
Ellahueñe, Manuel.....	19
Escudero, Paula.....	4,32
Esparza R., Jaime P.,.....	3
Fernández, Elizabeth.....	40
Fernández, E.,.....	31
Fauquet, A.L.,.....	18
Flores, E.....	9
Fontecilla, Flavia.....	39
Fuenzalida, Humberto.....	25,47
Gallardo, Felipe.....	33,34
Gallardo K., Laura.....	30
Gallardo, María Cristina.....	62

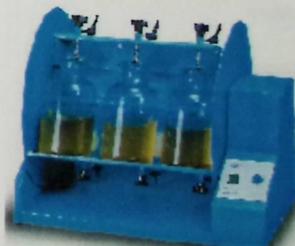
Garrido, Tatiana.....	32
Gautier, J.....	18
Gerli A., Lorena.....	15
González, E.,.....	38
González, Flora.....	7
González, Mauricio.....	17,41
González, María Rosa.....	59
González, Patricio.....	19
González, U.,.....	35
Jara A., Gregorio P.,.....	46,50
Ihja Q., Geraldine.....	59
Hernández, Carlos.....	59
Herrera L.,.....	20
Henríquez, Julio,.....	17,41
Hidalgo, Julio,.....	40,55,56
Hidalgo, María E.,.....	39
Hurtado, C.....	18
Krarup, Aage,.....	24
Hurtado, C.,.....	
Lafuente, Christian,.....	52
Lavados, Ariela.....	50
Leiva, Manuel.....	50
Levet, Lorena,.....	53
Llano, Augusto,.....	26
Li Kao, Julia,.....	6
Lovengreen, Charlotte,.....	25,47
Martínez, J.	9
Martínez, Miguel,.....	37
Mendoza, Jorge,.....	32
Merino, Manuel,.....	26
Molina N., Osvaldo,.....	60
Molina, Ximena.....	61
Morales S., Raúl G.E.,.....	43,46,50,51,59,60
Moreno Cordero, B.,.....	57
Moraga, Christian,.....	36
Mudge S.M.,.....	21
Mujica, Eduardo,.....	6
Muñoz, Jorge,.....	21
Muñoz Pablo.....	11
Muñoz, R.,.....	9
Muñoz, Verónica,.....	58

Neira, José,.....	35,38
Nishie, Hiroshi,.....	58
Ojeda, Flavio,.....	24
Oliva, Rodrigo,.....	22
Olmedo, María Isabel,.....	10,19
Orellana, Marcela,.....	17
Ortiz, Claudia,.....	6
Osorio, Igor,.....	43
Osorio E., Luis,.....	60
Pacheco, C.,.....	35
Pacheco, M.,.....	42
Palma, Carolyn,.....	52
Pérez Pavón, J.L.,.....	57
Pérez, Patricia,.....	19
Pizarro, Jaime,.....	17,41
Pizarro, Paulina,.....	17
Quintanilla, Silvia,.....	61
Richter, Pablo,.....	22,23,58
Riquelme, Cristian,.....	19
Rivas, Miguel,.....	44,45
Ríos, Alejandra,.....	54
Riveros, R.,.....	38
Rojas, Elisa,.....	44,45
Romero, J.,.....	31
Rubio, M. Angélica,.....	17,41
Rudolph, Anny,.....	16
Sadzawka, Angélica,.....	4
Salazar Q., Itilier,.....	1,5
Sandoval, A.,.....	21
Sanhueza, Eugenio,.....	27,31,42
Santander, Elisa,.....	44,45
Santibañez, Claudia,.....	2
Schuller, P.,.....	24
Schmidt, R.,.....	18
Seguel, Rodrigo,.....	23
Shibata, Yasuyuki,.....	23
Sepúlveda, Betsabet,.....	22
Suarez, Benjamin,.....	13
Suzuki, Yukio,.....	58
Tessada, Roxana,.....	55
Tomljenovic, Marijana,.....	7

Vargas, Víctor,.....	43,54
Varnero, María Teresa.....	2
Verdugo, Rubén,.....	23
Vidal, Gladys,.....	34,36,37,52,53
Voigt, Gabriele,.....	24
Ulriksen, Pablo,.....	48,49
Uribe, Paulina.....	12
Urrutia, A.,.....	9
Zambrano, Marcia,.....	34



- Agitadores para TCLP
- Autoclaves de Laboratorio
- Balanzas Analíticas
- Baños Termorregulados
- Centrífugas
- Destiladores y Purificadores de Agua
- Digestores y Analizadores para DQO
- Estufas de Secado/Esterilización, Cultivo y CO₂
- Espectrofotómetros
- Micropipetas Volumen Fijo y Variable
- Microscopios Binoculares y Lupas Estereoscópicas
- Medidores de Conductividad
- Peachímetros / Conductímetros / Ion Selectivo
- Reactivos para análisis y medios de cultivo.
- Sistemas de análisis rápido para microbiología
- Sistemas de Filtración
- Sondas y equipamiento para análisis de DBO



Arturo Prat 828
Fono: 634 6266 Fax: 634 4633
email: arquimed@arquimed.cl
www.arquimed.cl
Santiago - Chile