



Facultad de Ciencias
UNIVERSIDAD DE CHILE



AÑO 2000

28, 29 Y 30 DE SEPTIEMBRE

II^{DAS} JORNADAS Chilenas de Física y Química ambiental

Olmué, V Región, Chile

**Libro de Resúmenes
Conferencias y
Presentaciones Orales**

**CENTRO DE QUÍMICA AMBIENTAL
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias**

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



II^{da}s JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y QUIMICA AMBIENTAL

28, 29 y 30 de Septiembre del 2000
Olmué, V Región

Organiza:



CENTRO DE QUIMICA AMBIENTAL

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 678 7274, Fax: (56-2) 276 9143, E-mail: cqa@uchile.cl

EDITORIAL

*... La turquesa
de sus etapas, del brillo larvario
nacía apenas para las alhajas
el sol sacerdotal, dormía el cobre
en sus sulfúricas estratas,
y el antimonio iba de capa en capa
a la profundidad de nuestra estrella.
La hulla brillaba de resplandores negros
como el total reverso de la nieve,
negro hielo enquistado en la secreta
tormenta inmóvil de la tierra,
cuando un fulgor de pájaro amarillo
enterró las corrientes del azufre
al pié de glaciares cordilleras.
El vanadio se vestía de lluvia
para entrar a la cámara del oro,
afilaba cuchillos el tungsteno
y el bismuto trenzaba
medicinales cabelleras.*

Pablo Neruda

Del Canto General, obra de nuestro gran y universal poeta, vemos como desde sus versos va brotando un canto visionario, anunciando la tarea que ha de surgir de nuestra curiosidad y asombro, y que nos ha de conducir al conocimiento de la naturaleza más profunda de los elementos constituyentes del edén de nuestra querida patria.

Hoy, a cincuenta años de conmemorar su señera obra, nos convocamos en estas Segundas Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental, y lo hacemos en el reencuentro de saber la tarea de pensar nuestro país desde nuestra perspectiva científica, en la noble misión de descubrir y ahondar en los ignotos secretos que dan forma y estructuran nuestra propia morada.

Sin duda que, tras este corto caminar de tres años, no nos resulta desconocida la enorme tarea a la que hemos ido despertando, pero que, al haber ésta cautivado nuestra mirada, hemos depositado nuestros mejores esfuerzos en consumir el desafío en el que nos hemos empeñado.

Hoy, no sólo convergemos con el resultado de nuestras investigaciones ya logradas, que en el transcurso de estos tres días de congreso alcanzarán un considerable total que superará las cincuenta presentaciones, sino que además, lo hacemos con nuevos profesionales que se incorporan a la labor cotidiana nacional, como resultante de nuestros esfuerzos concertados, que tras el último lustro con que despedimos este siglo, nos permite entrar en el nuevo, fortalecidos de sus ayudas y sumados a la misión de compromiso y

servicio con que los hemos forjados. Son diversos los gérmenes de desarrollo de carreras ambientales científicas que por nuestro país ya hemos ido sembrando, y en nombre de quienes ya dieron inicio a esta senda, y que hoy más que nunca requieren del apoyo de vosotros, como institucional para la consolidación y ampliación de estas noveles obras de corta data aún, agradezco a los que hoy se integran con abnegado espíritu académico a esta magna y difícil tarea formadora.

Así es. Con todos ellos, presentes y ausentes, llegamos hoy a los pies de este hermoso faldeo cordillerano costero de Olmué, para confirmar nuestro interés de continuar la senda emprendida en Jahuel 97, en nuestro primer encuentro nacional e iberoamericano. El próximo año en Varadero de Cuba, nos encontraremos forjando el Segundo Congreso Iberoamericano de Química Ambiental, en la primera semana de Noviembre del 2001.

Más, en la particularidad propia de este nuevo encuentro nacional, con que se suma a las directrices definidas en Jahuel, nos llega con nuevos bríos para continuar la tarea ya emprendida, con la misión fundacional de dar pié a nuestra futura Sociedad de Química Ambiental de Chile y hacer de cada una de las secciones de discusión definidas, un clásico de las presentaciones de investigaciones que comienzan a asentarse en nuestros laboratorios e instituciones que nos dan acogida.

Sea esta, entonces, la ocasión propicia para dar fuerza y vigor a nuestros trabajos del día a día, de modo que con celo, fervor y constancia contribuyamos al conocimiento desde nuestras disciplinas, por el bien de nuestra patria y la humanidad toda.

Bienvenidos a Olmué 2000 y que respondan estas Jornadas, en el sentir de todos, a un próspero segundo encuentro nacional.

Dr. Raúl G.E. Morales
Presidente

Olmué, 28 de Septiembre del 2000.

**II^{das} JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y
QUIMICA AMBIENTAL**
28, 29 y 30 de Septiembre del 2000
Olmué, V Región, Chile

Comité Organizador

Raúl G.E. Morales, Presidente
Sylvia Copaja, Secretaria Ejecutiva
Carlos Hernández y Gregorio Jara, Editores
Manuel A. Leiva, Coordinador Nacional
Luzmira Carreño, Secretaria

Comité Científico

Ramón Ahumada, Univeridad Católica Sant. Concepción
Sylvia Copaja, Universidad de Chile
Juan Cortés, Universidad de Tarapacá
Mauricio Escudey, Universidad de Santiago de Chile
Ernesto Fernández, Universidad de Valparaíso
Lionel Gil, Universidad de Chile
Charlotte Lovengreen, Universidad Austral de Chile
Raúl G.E. Morales, Universidad de Chile
Sonia Montecinos, Universidad de La Frontera
Jaime Pizarro, Universidad de Santiago de Chile
Domingo A. Román, Universidad de Antofagasta
Itelier Salazar, Universidad de La Frontera
Fernando Santibáñez, Universidad de Chile
Celia Torres, Universidad Arturo Prat

Conferencistas Internacionales

Ricardo Navarro, Universidad de Guanajuato, México
Eugenio Sanhueza, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

AGRADECIMIENTOS

El Director del Centro de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile, desea expresar sus agradecimientos a todos quienes colaboraron en cada una de las tareas que hicieron posible la realización de este evento y, en particular consideración, a las empresas citadas que con sus aportes permitieron dar un realce al desarrollo de este evento nacional.

**ASOCIACION CHILENA DE
SEGURIDAD (ACHS)**

ELECTROANDINA S.A.

PROGRAMA

Miércoles

Olmué, Jueves 28 de Septiembre

17:00 12:00 **Ceremonia Inaugural**
Dr. Raúl G. E. Morales S., Presidente

12:30 **Simposio**

“Problemas Ambientales en Chile: Atmósfera, Aguas y Suelos”..... 1

Moderador : Prof. Fernando Santibañez

Dr. Raúl G.E. Morales S., Universidad de Chile

“Calidad de aire y zonas saturadas por anhídrido sulfuroso (SO₂)
derivadas de la producción minera”..... 5

Dr. Domingo A. Román, Universidad de Antofagasta

“La cuenca del Loa, un ecosistema en riesgo”..... 6

Dr. Itilier Salazar, Universidad de Temuco

“Degradación de los suelos del sur de Chile”..... 8

13:30 Almuerzo

15:00 **Conferencia Plenaria**

Dr. Marcel Zsanto, Universidad Católica de Valparaíso

“Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Una visión comparativa en el
contexto Internacional”

16:00 Café

16:30 **Sección Suelos y Materiales**

Presidente : M.Cs. Sylvia Copaja

17:00 *Marcia Cazanga, Margarita Briceño y Mauricio Escudey*

“Fraccionamiento químico de metales pesados en lodos urbanos”..... 9

Itilier Salazar Quintana

“Relación entre la materia orgánica, C-biomásico y tasas de
mineralización de carbono, con la producción de CO₂ en un ecosistema
de la IX Región”..... 10

10

18:10
Sepulcro

20:00 hrs
Código
Hotel Frontera

17:30	<i>P. Schuller, R.E. Trumper, I. Salazar y A. Castillo</i> "Uso de ¹³⁷ Cs en cuantificación de tasas de erosión y sedimentación y su distribución espacial".....	11
18:00	Café	
18:30	Sección de Educación y Gestión <i>Presidente : Dr. Jaime Pizarro</i>	
	<i>Patricia Vargas A., y Ximena Molina P.</i> "Sistemas de gestión ambiental, el estandar ISO-14000 y su impacto a nivel mundial".....	12
19:00	<i>J.J. Cornejo, F.J. Molina y V. Arévalo</i> "Prioridades académicas para Ciencia Ambiental y Desarrollo Sustentable en Chile".....	13
19:00	Defensa de Posters Grupo A Sección Aguas y Suelos	
20:30	Retorno del Bus a Santiago	
21:30	Cena de Bienvenida	

Jueves:

Olmúé, Viernes 29 de Septiembre del 2000.

7:45	Desayuno		
10 ✓ 20	9:00 Reunión Fundacional <i>Sociedad de Química Ambiental de Chile</i>	1) 900 2) 920 3) 940 4) 1000	1100 5to 1120 6to 1200 C. Pto M. Contreras
32 940	10:00 Café		
	Sección Materiales <i>Presidente : M.C.s. Carlos Hernández</i>	1030 Pizalec.	1330 Almuerzo
10:30	<i>G. del C. Pizarro, M. Jeria, O.G. Marambio y B. Acevedo</i> "Síntesis de polímeros funcionales; sistemas pro-herbicidas y ensayos de liberación controlada".....		14

11:00	<i>Domingo A. Román, Lidia Rivera, Carlos Solar, Isabel Pizarro, Juan Avila, Tatiana Morales y Pedro Cortés</i> “Un enfoque bio-inorgánico ambiental del status de As en tejidos cardiovasculares de una población expuesta. El caso de II Región de Antofagasta”	15
11:30	<i>J.J. Cornejo, C. Miranda, F.G. Muñoz, O. A. Ortega y A.J. Stewart</i> “Fitorremediación de aire contaminado con orgánicos volátiles peligrosos: Un modelo que racionaliza la habilidad descontaminante de plantas que crecen en Chile”	16
12:00	Conferencia Plenaria <i>Dr. Lionel Gil, Universidad de Chile</i> “Genes y Medio Ambiente”	2
13:00	Almuerzo	
15:00	Conferencia Plenaria <i>Dr. Ricardo Navarro, Universidad de Guanajuato, México</i> “Quitosano un biopolímero eficaz para la remoción de iones metálicos de efluentes industriales”	3
16:00	Café	
	Sección Aguas <i>Presidente : Dr. Itilier Salazar</i>	
16:30	<i>Celia Torres Q., y Venecia Herrera A.</i> “Estudio ambiental de salares del altiplano chileno I Región”	17
17:00	<i>Domingo A. Román, Lidia Rivera, Tatiana Morales, Juan Avila, Pedro Cortés, Isabel Pizarro, Hugo A. Román y Carlos Valdovinos</i> “El impacto ambiental experimentado por cuerpos de agua cuasilénticos sub-superficialmente abastecidos. Río Loa, Antofagasta, seguimiento entre Marzo de 1997 y Febrero del 2000”	18
17:30	<i>Jaime Pizarro, M. Angélica Rubio, Irma Vila y Ximena Castillo</i> “Especiación selectiva en sedimentos del embalse Rapel”	19
18:00	Café	

18:30	<i>Ramón Ahumada B.</i> "Metales traza en sedimentos marinos de los fiordos del Pacífico Sureste".....	20
19:00	<i>María Angélica Rubio, Eduardo Lissi y Guillermo Villena</i> "Determinación de nitritos en aguas de lluvias y rocíos y su implicancia en el smog fotoquímico de Santiago".....	21
19:30	Defensa de Posters Grupo B Sección Atmósfera, Educación Ambiental, Gestión Ambiental y Materiales	
20:30	<i>Retorno Bus a Santiago</i>	
21:30	Cena de Clausura	

Olmué, Sábado 30 de Septiembre del 2000.

7:45	Desayuno	
9:00	Conferencia Plenaria <i>Dr. Eugenio Sanhueza, IVIC, Venezuela</i> "Consumo fotoquímico de ozono troposférico en áreas continentales prístinas del trópico".....	4
10:00	Café	
10:30	Sección Atmósfera Presidente : Dr. Ernesto Fernández	
11:00	<i>Ch. Lovengreen, J.L. Alvarez, L. Villanueva y E. Coronado</i> "Estudio de potenciales alzas de radiación ultravioleta por presencia de nubes".....	22
11:30	<i>Raúl G. Morales y Gregorio P. Jara</i> "Estandar fotoquímico en determinaciones radiométricas y factores de protección de radiación ultravioleta solar".....	23

12:00	<i>Ernesto Gramsch, L. Catalán, I. Ormeño, G. Palma y P. Oyola</i> "Medición del coeficiente de absorción óptica en Santiago de Chile y correlación con MP-10, MP-2,5 y Carbono".....	24
12:30	<i>Rainer Schmitz y José Vergara</i> "Simulaciones numéricas con un modelo fotoquímico para la cuenca de Santiago: caso ozono (O ₃)".....	25
13:00	<i>D. Fuentes, P. Alvial, P. Pérez, N. Cea, G. Valenzuela y R. Bravo</i> "Caracterización de material particulado del aire de la Región Metropolitana. Años 1997-1999".....	27
13:30	Premiación de Posters Jurado : Dres. Ricardo Navarro, Eugenio Sanhueza y Celia Torres	
13:45	Clausura	
14:00	Almuerzo	
14:30	<i>Julio César Valdovinos, Verónica Ramírez y Peter Vergara</i> "Efectos del uso de aguas grises en riego por goteo en la zona de Maipo"	29
14:45	<i>Carla Pizarro, Felipe y Manuel Contreras Lora</i> "Evaluación del tratamiento de las aguas del Río Mapocho sobre el contenido de material particulado"	30
15:00	<i>Alfonso Romero Ruiz y Fernando Muñoz Salazar</i> "Estrategia preliminar para la restauración de riego de los canales de riego del sector Colchagua Nacional"	31
15:15	<i>Francisco Aguilera y G. Lora</i> "Tratamiento en capa fluida - Optimización de una tecnología para la desinfección de aguas residuales en aguas residuales"	32
15:30	Sección Acuicultura	
15:45	<i>Alfonso Rodríguez, Pizarro</i> "Manejo del cultivo de la tilapia de agua dulce en Arcas durante el periodo 1996-1999"	33
16:00	<i>Carolina Cordero, Pizarro, Contreras y Fernando Muñoz</i> "Evaluación de la producción LPI en Maripalme en Chile"	34

POSTERS

Sección Aguas

- P-1 *J. Cortés, A. Vilaxa, P. Pacheco, M. Jara y G. Ochoa*
"Presencia de metales pesados (Cu, Zn, Cd, Pb) en el entorno marino del Puerto de Arica"..... 28
- P-2 *Jaime Pizarro, Carlos Salazar y Rodrigo Rojas*
"Aplicación de WASP5 a la parametrización del estado trófico del Lago Lanalhue"..... 29
- P-3 *Fernando Santibañez y Paola Cofré*
"Contaminación potencial de las napas freáticas con nitratos y biocidas provenientes de la agricultura en la Región Metropolitana"..... 30
- P-4 *Sylvia V. Copaja y Julio Hidalgo*
"Contaminación por derrame de cianuro en tranques de relave"..... 31
- P-5 *Julio Hidalgo C., Verónica Bustos y Julio Vergara*
"Estudio del efecto de usar aguas claras de relave provenientes de la minería del cobre"..... 32
- P-6 *Cecilia Toro Villegas y Manuel Contreras Leiva*
"Efecto del embalsamiento de las aguas del Río Bio-Bio sobre el transporte del material particulado"..... 33
- P-7 *Marcia Montero Ruiz y Fernando Nuñez Salinas*
"Estudio preliminar para la reutilización en riego de los residuos líquidos del Jardín Zoológico Nacional"..... 34
- P-8 *J. Pizarro, M.A. Rubio y G. Lira*
"Difusión en capa fina : Optimización de una técnica para la determinación de especies disueltas en aguas naturales "..... 35

Sección Atmósfera

- P-9 *J. Cortés, M. Rivas y E. Rojas*
"Medición del espesor de la capa de ozono diario en Arica durante el período 1996-1998"..... 36
- P-10 *Consuelo Gamboa, Vivian Montecino y Verónica Muñoz*
"Efecto de la Radiación UV en Microalgas en Cultivo"..... 37

P-11	<i>Ernesto Gramsch y Raúl Labbé</i> "Desarrollo de un sensor ultravioleta de bajo costo con capacidad de post-procesamiento de datos".....	38
P-12	<i>Ch. Lovengreen, H. Fuenzalida y L. Villanueva</i> "Régimen de radiación ultravioleta en Valdivia-Chile (39.8° S)".....	39
P-13	<i>Luis Gutiérrez, Eduardo Mera y Luis Morales</i> "Método de estimación de la radiación global en superficie usando un modelo digital de elevación".....	40
P-14	<i>Juan C. Parra y P. Acevedo</i> "Distribución areal de isópacas y estimación de volúmenes de ceniza volcánica".....	41
P-15	<i>Sonia Montecinos G., y Plinio Durán G.</i> "Determinación de la masa de plumas volcánicas mediante el espesor óptico".....	42
P-16	<i>Raúl G.E. Morales, Alexis Hidrobo y Gregorio P. Jara</i> "Pantallas moleculares de radiación ultravioleta solar y escalas de factor de protección".....	43

Sección Educación Ambiental

P-17	<i>Isel Cortés N.</i> "Química Ambiental en la Universidad de La Habana, Cuba".....	44
------	--	----

Sección Gestión Ambiental

P-18	<i>Sylvia V. Copaja, Julio Hidalgo, Nelson Gutiérrez, Maya Mendez y Joachim Vogdt</i> "Optimización de una planta de tratamiento de residuos industriales líquidos".....	45
P-19	<i>Marly López Correa y Manuel Contreras L.</i> "Auditoría ambiental del proyecto Ralco: Un caso de estudio".....	46
P-20	<i>Claudia Rivera Rojas, Julio Hidalgo y Andrés Gómez-Lobo R.</i> "Propuesta de un sistema de gestión ambiental de residuos hospitalarios".....	47

- P-21 *Carlos Hernández, Hernán Ríos y Raúl G. Morales S.*
 “Petcoke: Un combustible sólido de termogeneración eléctrica”..... 48

Sección Materiales

- P-22 *Susan Hess y Magdalena Romero*
 “Mecanismos de aclimatación al UV ambiental en *Sophora Microphylla*”..... 49
- P-23 *Villouta, F., Soto, M., Vidal, G., y Diez, M.C.*
 “Biodegradación de celulosa Kraft por lodos activados con biomasa fijada en soporte inerte” 50
- P-24 *O.G. Marambio, G. del C. Pizarro y O. Rodríguez*
 “Síntesis de un polielectrolito y su aplicación en la extracción de iones metálicos” 51
- P-25 *O.G. Marambio, G. del C. Pizarro, M. Jeria y M. Huerta*
 “Aplicación del polímero soluble en agua hidroxietil metacrilato-coacrilamida como agente quelante en la extracción de metales pesados desde agua” 52
- P-26 *A. Cabello, M.E. Hidalgo y E. Fernández*
 “Evaluación del grado de estrés oxidativo en *Chiton granosis Frembly, 1828* (Mollusca: Poliplacophora)” 53

Sección Suelos

- P-27 *M.Teresa Varnero, Iván Grez, Raúl Mosqueira y Boris Zúñiga*
 “Acondicionamiento orgánico en la recuperación de suelos” 54
- P-28 *M. Teresa Varnero, Fernando Santibáñez, Claudia Mascayano y Andrés de la Fuente*
 “Índices biológicos para la evaluación de la degradación del suelo” 55
- P-29 *J. Mendoza, T. Garrido, L. Ascar, P. Escudero y I. Ahumada*
 “Evaluación de especies de Brassica nativas y exóticas para la fitoremediación de suelos” 56
- P-30 *Julio Hidalgo y Sylvia Copaja*
 “Contaminación de suelos y aguas con arsénico por incidencia minera” 57

P-31	<i>Jessica Narvaez, María Inés Toral y Rosanna Ginocchio</i> Análisis estadísticos de la toxicidad del cobre sobre diversas estructuras morfológicas de las plántulas de <i>Notiscastrum sericeum</i> "	58
P-32	<i>Cristian Escobar, Angélica François e Itilier Salazar</i> "Evaluación de Nitrato y Fosfato lixiviados en dos ecosistemas de la novena región"	60
P-33	<i>Carlos E. Oyarzún, Roberto Godoy y Sergio Leiva</i> "Deposición Atmosférica de nitrógeno a través de un transecto altitudinal desde sitios agrícolas a forestales en el sur de Chile"	61

SIMPOSIO

PROBLEMAS AMBIENTALES EN CHILE: ATMOSFERA, AGUAS Y SUELOS

La preocupación por los problemas ambientales en nuestro país se ha acentuado con posterioridad a la dictación de la Ley 19.300, y no sólo producto de la entrada en vigencia de una nueva normativa jurídica en el plano ambiental, sino que más bien, debido al crecimiento económico y productivo que ha venido experimentando toda nuestra actividad comercial nacional e internacional.

De ahí que, ha sido el desarrollo y crecimiento sostenido que ha experimentando nuestro país en esta última década, lo que ha traído consigo un incremento significativo de impactos ambientales a distintos recursos naturales. Es por ello que, en este Simposio, ha sido nuestro interés destacar algunas problemáticas de envergadura mayor que ha debido y deberá acometer nuestro país, en una perspectiva de mediano y largo plazo, que de no mediar una política ambiental apropiada, deberá enfrentar costos significativos asociados a su patrimonio económico y natural que, además, repercutirán en su imagen pública nacional e internacional.

En esta perspectiva, hemos traído al análisis y la reflexión, tres problemas vinculados a cada uno de nuestros recursos naturales más preciados como lo son: atmósfera, aguas y suelos. En cada uno de estos casos, tres expertos nos conducen a la reflexión que importa el análisis de controvertidos temas ambientales de país, en una síntesis que engloba los aspectos centrales de dichas problemáticas.

Los temas a plantear son:

- a. *Calidad de aire y zonas saturadas por anhídrido sulfuroso derivadas de la producción minera*, a cargo del Dr. Raúl G.E. Morales del Centro de Química Ambiental y del Departamento de Química de la Universidad de Chile,
- b. *La cuenca del Loa, un ecosistema en riesgo*, a cargo del Dr. Domingo À. Román del Departamento de Química de la Universidad de Antofagasta, y
- c. *Degradación de los suelos del sur de Chile*, a cargo del Dr. Itilier Salazar del Departamento de Ciencias Químicas de la Universidad de La Frontera.

Este Simposio estará presidido por el Dr. Fernando Santibáñez del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

GENES Y MEDIO AMBIENTE

Lionel Gil, Marta Adonis y Carlos Irrarrázabal.

ICBM, Facultad de Medicina

Universidad de Chile.

Mas de cien mil agentes químicos contaminan nuestro planeta con emisiones estimadas de 300 mil toneladas. Diversos estudios han sugerido que agentes químicos presentes en el aire contaminado de las grandes ciudades podrían tener un papel significativo en la incidencia de diversas enfermedades del tracto respiratorio incluyendo algunos tipos de cánceres humanos. Los efectos de estos contaminantes son muy variados, los de mayor relevancia son los efectos diferidos ya que es muy difícil detectarlos prematuramente y generalmente son irreversibles. Estos ocurren por interacción de los contaminantes a nivel del material genético e incluyen los procesos de modificación del ADN (mutagénesis) y la producción de neoplasmas (carcinogénesis).

El ser humano está constituido por 60 trillones de células que en su núcleo contienen 23 pares de cromosomas, cada uno de los cuales tiene miles de genes que determinan la herencia. Los agentes químicos que producen efectos irreversibles se unen al ADN mediante enlaces covalentes que generalmente escapan a los mecanismos de reparación celular. Más del 80% de los cánceres resultan de una mezcla de interacciones complejas entre diversos factores ambientales y factores del huésped.

Se estima que más de 400 genes pueden estar relacionados con carcinogénesis por agentes químicos. Entre estos los genes más estudiados son los genes que participan en la biotransformación de agentes carcinogénicos, los genes supresores de tumores y los oncogenes que regulan el crecimiento y la diferenciación celular.

Nuestro laboratorio ha estado estudiando la posible relación entre susceptibilidad a cáncer pulmonar y la presencia de mutaciones en genes supresores de tumores y genes que codifican para enzimas de biotransformación. Hemos estudiado en individuos sanos y enfermos con cáncer pulmonar de Santiago y Antofagasta la presencia de mutaciones en genes que codifican para enzimas que biotransforman hidrocarburos policíclicos aromáticos. Se presentarán resultados que demuestran que en personas con cáncer pulmonar la frecuencia de mutaciones en algunos de sus genes es significativamente mayor que en individuos sanos, sugiriendo que podrían ser más susceptibles a la exposición a carcinógenos ambientales. Nuevas técnicas de biología molecular permitirán detectar en un solo ensayo mutaciones en decenas de genes, a aun costo muy bajo, lo cual será de gran utilidad para identificar individuos susceptibles a exposición a carcinógenos ambientales. Por otra parte avances en terapia génica permitirán reparar algunos genes dañados. Estas tecnologías serán una gran ayuda para la prevención y tratamiento del cáncer pulmonar.

Financiado por Fondecyt 100628, INCO 972631 Comunidad Europea.

Nuestros resultados sugieren que la presencia de polimorfismos en la enzima CYP1A1 que metaboliza hidrocarburos policíclicos aromáticos.

QUITOSANO UN BIOPOLÍMERO EFICAZ PARA LA REMOCIÓN DE IONES METÁLICOS DE EFLUENTES INDUSTRIALES.

DR. RICARDO NAVARRO MENDOZA

Instituto de Investigaciones Científicas.

Universidad de Guanajuato. México.

La actividad industrial es un factor muy importante en el desarrollo económico de un país. Sin embargo, dicho desarrollo provoca una degradación del medio ambiente a causa de los desechos y efluentes generados.

Las descargas de efluentes acuosos con iones metálicos pueden ser tóxicos para la vida acuática y contaminar aguas destinadas a la irrigación y a la producción de agua potable para el consumo humano. La evolución de las disposiciones reglamentarias en términos de protección del medio ambiente ha motivado el desarrollo de procesos más eficientes para el tratamiento de efluentes industriales. Algunos de estos procesos incluyen técnicas de remoción con materiales adsorbentes de origen biológico, entre los que sobresale el quitosano, el cual es un biopolímero (poli-D-glucosamina) que se obtiene por desacetilación de la quitina (poli-D-acetilglucosamina) obtenida principalmente de la caparazón de crustáceos.

El quitosano presenta una alta capacidad de adsorción de iones metálicos a través de sus numerosos grupos amino. El mecanismo de adsorción depende del pH y de la química del metal en solución. Algunas modificaciones químicas han sido propuestas para mejorar su selectividad y capacidad de adsorción mediante la introducción de nuevos grupos funcionales.

Por otra parte, la baja porosidad de los materiales nativos de quitosano (generalmente en forma de hojuelas) provoca limitaciones en la velocidad de difusión y de remoción de iones metálicos, limitando la adsorción a la capa externa de las partículas de quitosano. Para resolver este inconveniente, se han propuesto materiales preparados a base de gel de quitosano (perlas, membranas y fibras), los cuales contienen una gran cantidad de agua, incrementando la difusión de los iones metálicos. También se han propuesto diversas modificaciones químicas (reacciones de reticulación) para mejorar las propiedades mecánicas de los geles y disminuir su solubilización en medios ácidos.

En esta presentación se exponen los principales procesos de modificación química y física que han sido propuestos para mejorar la selectividad, la capacidad y la velocidad de adsorción de iones metálicos con derivados de quitosano y se exponen los diferentes mecanismos de remoción de iones metálicos.

CONSUMO FOTOQUIMICO DE OZONO TROPOSFERICO EN AREAS CONTINENTALES PRISTINAS DEL TROPICO

EUGENIO SANHUEZA
IVIC, Lab. Química Atmosférica,
Apartado 21827, Caracas 1020A, Venezuela
esanhuez@quimica.ivic.ve

El ozono es un importante componente de la atmósfera global. En la troposfera, mediante su fotólisis a longitud de onda baja se produce $O(^1D)$, el cual reacciona con vapor de agua produciendo radicales OH. El OH es el principal agente reactivo de la atmósfera y es el responsable de la remoción de un gran número de compuestos.

Como parte de una caracterización química de la capa de mezcla planetaria ("boundary layer") en áreas continentales del trópico americano, se han realizado mediciones de este gas en Venezuela y Surinám. En las sabanas más productivas de Venezuela (e.g., Calabozo), como era de esperar, se observa una producción neta de ozono a las horas de alta irradiación solar. Sin embargo, en áreas más prístinas al sur de Venezuela (i.e., Auyantepuy, Canaima y Parupa) y en el bosque amazónico de Surinám (i.e. Sipaliwini) se observa que la concentración máxima de ozono se produce alrededor del medio día y a partir de ese momento se produce una disminución de ozono relativamente constante. El consumo de ozono durante el día se estima en $\sim 5\%$ /hr.

En los sitios rodeados de bosque tropical (e.g., Sipaliwini) el consumo de O_3 podría explicarse en función de: su fotólisis, la reacción con olefinas, la reacción con HO_2 y especialmente una alta deposición seca del ozono sobre la vegetación. Por otro lado, en los sitios de sabana (e.g., Canaima, Parupa), con escasa vegetación, para explicar la disminución de ozono durante el día es necesario considerar una destrucción fotoquímica. En principio, existen dos posibilidades, el consumo de O_3 durante la oxidación fotoquímica de compuestos orgánicos volátiles (abundantes en los sitios estudiados) en presencia de concentraciones muy bajas de NO_x y/o la reacción del O_3 con cloro-atómico, proveniente de la foto-oxidación de clorocarbonos de vida media atmosférica relativamente larga.

En la presentación se discutirán los balances de ozono y los mecanismos de reacción que contribuirían con el consumo diurno de ozono en las áreas prístinas.

CALIDAD DE AIRE Y ZONAS SATURADAS POR ANHIDRIDO SULFUROSO (SO₂) DERIVADAS DE LA PRODUCCION MINERA

Raúl G.E. Morales Segura

Centro de Química Ambiental y Departamento de Química
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
casilla 653, Santiago, Chile. E-mail: raulgem@uchile.cl

La producción de cobre ha llevado consigo un problema ambiental fundamental en materia de calidad de aire, el que ha estado particularmente asociado a las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂). De acuerdo a estudios emanados del Ministerio de Minería, han sido las instalaciones mineras las principales fuentes emisoras de este gas, con casi un 90% del total producido en el país.

Para remediar esta situación, ya en 1991 se reglamentó el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, además de material particulado y arsénico, en el territorio de la república. Con ello se estableció una clasificación de establecimientos que superan cantidades límites de emisión, que en el caso del SO₂ se fijó en 3 toneladas diarias, ya sea por medición en chimenea o balance de masa, y a establecimientos insertos dentro de una zona saturada o latente. Así se dictaron normas primarias y secundarias de calidad del aire en SO₂, con una división del territorio en zona norte y sur, a objeto de preservar los ecosistemas más sensibles y las explotaciones silvoagropecuarias.

En particular se estableció como norma de calidad de aire en la zona norte hasta 80 microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) como concentración media aritmética anual, a 365 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) como concentración media aritmética diaria y 1000 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) como concentración máxima en una hora. De este modo se fijaron los primeros conceptos para la regulación del establecimiento de Zonas Saturadas.

Desde 1991 a la fecha se han establecido las siguientes Zonas Saturadas: Campamento de Chuquicamata (1991) y Fundición de Potrerillo (1997) en la II Región, Fundición Hernán Videla (1993) en la III Región, Fundición de Ventanas (1993) en la V Región y Caletones (1994) en la VI Región.

Independientemente de las localidades donde se han desarrollado las principales fundiciones del metal rojo y plantas termoeléctricas asociadas, su impacto a escala local, así como a escala regional, ha ido generando una fuerte pérdida de estándares en lo que a calidad de aire se refiere, así como en su impacto ambiental a escala regional con la generación de lluvias ácidas, aerosol troposférico y su virtual deposición en los suelos de las localidades circundantes, lo que ha venido a empobrecer la calidad de los mismos, así como en el deterioro de la fauna y flora autóctona.

El caso de Caletones en particular, y la puesta en vigencia de un plan de descontaminación, ha generado desde el año pasado, toda una compleja red de problemas ambientales diversos, asociados a la transformación del SO₂ en ácido sulfúrico, con el consecuente impacto sobre las actividades derivadas del almacenamiento, transporte y distribución del ácido, en producciones que en planta superarán el millón de toneladas anuales.

En el presente trabajo se plantean las principales inquietudes que han derivado de esta última zona, así como de los potenciales impactos en vista de la producción de arsénico.

LA CUENCA DEL LOA UN ECOSISTEMA EN RIESGO

DOMINGO A. ROMÁN SILVA

Laboratorio de Química Inorgánica, Bio-Inorgánica y Analítica Ambiental.
Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Antofagasta.
Casilla 170, Antofagasta. Fono / Fax: (55)637823

RESUMEN

Se presenta un análisis de la situación ecológica de la cuenca del Loa, particularmente desde los ámbitos de la Química Ambiental y la Ingeniería Medioambiental.

La carencia de conocimiento químico ambiental de los ecosistemas límnicos y marinos en Chile es un hecho conocido que tiene profundas causas que van más allá de los intereses del estrecho margen de la filosofía del costo / beneficio, que quedaron de manifiesto en el incidente de contaminación del Río Loa acontecido entre febrero y marzo de 1997, repetido en febrero del 2000 y que sin duda continuará sucediendo. La situación ecológica de esta cuenca presenta matices peculiares, no sólo por tratarse de un ecosistema de desierto, sino que también porque en su área de influencia se han desarrollado históricamente las dos más importantes actividades industriales del país, a saber, la minería no metálica del salitre y la minería metálica del cobre y sub - productos, los cuales en distintos escenarios temporales han sido reconocidos como el "sueldo de Chile".

En el caso de la producción de Cu, por muchos años la mina a rajo abierto más grande del mundo, Chuquicamata, ha sido el principal aporte de la producción neta de Cu del país, rompiendo varios registros de producción. En la última década, a sus trabajos de ampliación se agrega el incremento del número de faenas importantes en su entorno, lo cual ha transformando al ecosistema natural en lo que la ecología actual reconoce como un **ecosistema industrial**, con todas las consecuencias adversas para la salud del ecosistema y la calidad de vida del ser humano que ello implica (Seoanez 1995; 1996).

Llama la atención la histórica falta de visión ambientalmente amigable o de privilegio del beneficio por sobre los costos medioambientales que el sector estatal de la minería del cobre ha tenido. En la monografía El Cobre Chileno editado por CODELCO en 1975 un asesor llega a decir que de Copiapó al Norte el factor medioambiental no debía ser considerado (Zauschquevich y Sutulov 1975). En el ámbito de la globalidad de las relaciones internacionales este es un aspecto contraproducente para el desarrollo del país. La EIA (Energy Information Administration) de los Estados Unidos de América (www.eia.doe.gov) señala explícitamente que los principales problemas ambientales de Chile son la contaminación atmosférica de Santiago y las emisiones tóxicas provenientes de la minería del cobre que textualmente dice "afectan a la población, incluyendo a los mismos mineros, pescadores, agricultores, y al ciudadano común".

Desde un punto de vista antropológico el río Loa tuvo una gran importancia pretérita en la secuencia y cambio en los asentamientos humanos en el Norte de Chile (Núñez 1971). En la actualidad la ciudad de Calama, ubicada en una depresión bajo mineral de Chuquicamata, faena que inició sus actividades en 1915, es el principal centro urbano de la cuenca. Sin embargo, tal vez el hecho más notable es que, como en el pasado, es la fuente primaria de abastecimiento de la producción de agua potable de prácticamente toda la II Región.

Los ecosistemas acuáticos de desierto están conformados por cuatro subsistemas interconectados y en interacción, a saber: la escorrentía superficial, la zona hiporreica (flujo sub-superficial o subterráneo), la zona parafluvial (bancos de arena laterales dentro de la caja del río) y la zona ribereña. Por lo tanto, estos ecosistemas pueden ser fuertemente impactados por actividades antrópicas realizadas en sus áreas de influencia perturbando la **dinámica de nutrientes** e introduciendo materiales **alóctonos o xenobióticos**.

En el presente el ecosistema del Loa experimenta un acelerado proceso de propagación del impacto ambiental, principalmente producido por el enriquecimiento en metales pesados el cual tiene orígenes geogénico y antrópico provenientes de las matrices de los recursos naturales no renovables por años explotados, sin una mayor preocupación medioambiental. Los metales pesados están considerados como los principales contaminantes del siglo que se inicia (Davydova 1999). Un ecosistema sometido a stress por metales pesados o exposición metalogénica no sólo es bio-inorgánicamente peligroso para la vida microscópica y macroscópica (Wood et al. 1986). Varios metales, metaloides y sus especies complejas son considerados peligrosos para la salud humana y carcinógenos primarios (Martell, 1981; Chang 1996).

Al estado actual de la condición medioambiental de la cuenca se puede inferir que de no mediar importantes medidas orientadas por la filosofía y la acción del Desarrollo Sustentable, el impacto ambiental se continuará propagando.

BIBLIOGRAFÍA

- Chang, L. W. (editor). 1996. Toxicology of metals. CRC Lewis Publishers.
- Davydova, S. L. 1999. Heavy metals as main pollutants of the next century. *Crit. Rev. Anal. Chem.* **28**: 377-381.
- Martell, A.E. 1981. Chemistry of carcinogenic metals. *Environmental Health Perspectives.* **40**: 207-226.
- Núñez, L. 1971. Secuencia y cambio en los asentamientos humanos de la desembocadura del Río Loa, en el Norte de Chile. *Boletín de la Universidad de Chile*, apartado N° 112.
- Seoanez Calvo, M. 1995. Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España
- Seoanez Calvo, M. 1996. Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural continental. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Wood, J. M., Brickman, F. E., Chakrabarty, A. M., Craig, P. J., Förstner, U., Fowler, B. A., Herms, U., Krull, I. S., Mackay, D., Olson, G. J., Russell, D. H., Salomons, W., Silver, S. 1986. Chemical Species in Systems under stress. In: The importance of chemical "speciation" in environmental processes. Editors: M. Bernhard, F. E. Brinckman, P. J. Sadler. *Life Sciences Research Report* 33, pp 425-441. Dahlem Konferenzen. Springer-Verlag.
- Zauschquevich, A. y Sutulov, A. 1975. El cobre chileno. CODELCO.

DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS DEL SUR DE CHILE

ITILIER SALAZAR QUINTANA

Dpto. Ciencias Químicas

Fac. Ingeniería, Ciencias y Administración

Universidad de La Frontera. Temuco

La deforestación, el uso no adecuado de los suelos y la falta de planificación en el uso/manejo del recurso suelo y las condiciones climáticas particulares de los ecosistemas del sur de Chile, han ido paulatinamente degradando el recurso suelo y trayendo como consecuencia la desertificación, que implica entre otros problemas, erosión de los suelos, pérdida de nutrientes y materia orgánica., pérdida de biodiversidad en la flora, fauna y microbiológica, alteración física y química, etc.

Según CONAMA/MINAGRI los problemas más relevantes observados en los suelos chilenos, en orden decreciente, son: Degradación Biológica, Erosión Hídrica, Degradación Química, Expansión Urbana, Erosión Eólica, Degradación Física y otros.

En los suelos del Sur de Chile la biomasa microbiana es gravemente afectada por el cambio de uso y sistema de labranza de los suelos, así, en un suelo Andisol (Trumao) al cambiar el bosque por una pradera hay una disminución de 42% en el contenido de materia orgánica y si cambia a un sistema de rotación de cultivos el descenso es de 50%, y, en Ultisoles, disminuye 52% y 59%, respectivamente, con el consiguiente deterioro de la biomasa microbiana, fenómeno que influye en el ciclado de nutrientes y en la fertilidad de los suelos. La pérdida de cobertura y materia orgánica de los suelos permite la erosión hídrica, eólica, biodiversidad y otros, fenómenos que se ven favorecidos por la alta pluviométrica en el sur de Chile. Las tasas de erosión están en el rango de 1 a 47 ton $\text{há}^{-1} \text{año}^{-1}$ conteniendo los sedimentos del orden de 14% de materia orgánica y 0,6% de nitrógeno que son trasladados por las aguas lluvias hacia las cuencas con el consiguiente deterioro en la calidad de las aguas.

Por otro lado, la pérdida de iones alcalinos del suelos por extracción o lixiviado, produce una creciente acidez y como consecuencia hay un aumento de la carga positiva superficial de los coloides del suelo y en última instancia ocurre una hidrólisis ácida en los grupos Al-OH superficiales liberándose Al^{+3} hacia la solución suelo hecho que trae problemas para las plantas y la geoquímica de los componentes minerales del suelo (Degradación Química).

PRESENTACIONES ORALES

FRACCIONAMIENTO QUIMICO DE METALES PESADOS EN LODOS URBANOS

Marcia Cazanga, Margarita Briceño y Mauricio Escudey

Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología,
Universidad de Santiago de Chile,

Av. Bernardo O'Higgins 3363, Casilla 40-33, Santiago, Chile.

En todo el mundo, un porcentaje importante (entre 10 y 60 % en Europa, según el país) de los lodos urbanos obtenidos del tratamiento de las aguas residuales domiciliarias se emplean en la agricultura, eminentemente en razón de sus altos contenidos de N, P, K y alto porcentaje de materia orgánica. Su valor como fertilizantes es innegable, y es por ello por lo que se ha comparado frecuentemente su capacidad fertilizante con la de los abonos naturales.

Conjuntamente con su capacidad fertilizante, en los lodos también se encuentran presentes metales pesados en concentración variable, los que aún cuando se encuentren en concentraciones ajustadas a las normas pertinentes, pueden actuar como contaminantes por acumulación.

Investigadores preliminares parecerían indicar que el contenido total de metales pesados en los lodos Chilenos está dentro de lo establecido en las normas EPA, resulta importante determinar las formas químicas en las que se distribuyen ya que ello tendrá vinculación con la disponibilidad en diversas circunstancias ambientales. Este trabajo ha tenido por objetivo estudiar mediante el fraccionamiento secuencial las formas químicas en que se encuentran presentes los metales pesados Ni, Cu, Zn, Pb, y Cd, en lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas servidas "La Farfana", Maipu, EMOS. Para ello se ha empleado el fraccionamiento propuesto por Sposito et al. (1982) que permite clasificar las formas químicas de los metales estudiados como intercambiables, unidos a materia orgánica, como carbonatos, sorbidos y residual.

Los contenidos totales acumulados de todos los extractos (H_2O , KNO_3 , EDTA, NaOH, HNO_3) siguen la secuencia $Zn > Cu > Pb > Ni > Cd$. Con todos los extractantes la cantidad de Cd no superó 0,1 ppm; así también, los resultados indican que no hay metales pesados sorbidos en la superficie de las partículas de lodo (no se detectan en los extractos acuosos). Para Cu, Zn y Pb las cantidades presentes en alguna forma soluble representa más del 80% del contenido total en el lodo, el Ni se encuentra mayoritariamente en forma residual. El lodo contiene alrededor de un 17% de carbono fácilmente oxidable lo que se ve reflejado en que cerca de un 30% de Ni, Cu y Zn solubilizado se encuentran asociados a ella, por el contrario el Pb se encuentra mayoritariamente en formas inorgánicas y sólo un 6,7 % esta vinculado a la materia orgánica.

Estos resultados dan cuenta de las diferentes movilidades de los metales estudiados lo que influirá en la disponibilidad, lixiviación y en consecuencia en el potencial efecto contaminante del uso de lodo en la perspectiva del mejoramiento del suelo.

1. Sposito, G., L.I. Lund and A.C. Chang, 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Zn, Cu y Pb in solids phases.

RELACION ENTRE LA MATERIA ORGANICA, C-BIOMASICO Y TASAS DE MINERALIZACION DE CARBONO, CON LA PRODUCCIÓN DE CO₂ EN UN ECOSISTEMA DE LA IX REGION

Salazar Quintana, Itilier

Dpto. Ciencias Químicas. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Universidad de La Frontera. Casilla 54-D. Temuco. E-mail: itilier@ufro.cl

El efecto invernadero es un tema recurrente en los últimos años en una gran mayoría de los Congresos y Convenciones internacionales, y es sabido que el CO₂ contribuye en gran medida a este efecto (globalmente, los flujos de C-CO₂ 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. El suelo es un importante depósito de C, 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 suelos vs 750 Pg de C en la atmósfera (2). El C orgánico es importante para la calidad de los ecosistemas y es muy sensible al efecto del uso y manejo del suelo, es así como la fracción lábil de la materia orgánica es fácilmente mineralizada a C-CO₂ por los microorganismos del suelo.

En este trabajo se estudio la relación entre la materia orgánica del suelo (determinada por digestión húmeda, Walkley-Black), la biomasa microbiana determinada por el método fumigación-incubación. $B_c = F_c/K_c$, donde, F_c : (C-CO₂ liberado desde muestra de suelo fumigado) - (C-CO₂ desde muestra no fumigada), y K_c : proporción de C-microbiano liberado como C-CO₂ ($K_c = 0,45$) (3), y, la evolución de C-CO₂ (4) en catenas de dos ecosistemas con suelos rojo arcilloso, uno bajo uso agrícola degradado y el otro bajo bosque nativo.

El contenido de materia orgánica aumentó desde la cima a la base de la catena en ambos sistemas, atribuible al escurrimiento superficial por aguas lluvias. Las diferencias en el nivel de materia orgánica del suelo degradado con respecto al bosque nativo fueron de 69% en la base y 50% en la cima y se explicarían por el uso de una agricultura de subsistencia extractiva y sin manejo adecuado. Similar correlación se observó en el C-biomásico.

Las tasas de evolución de C-CO₂ por acción microbiana fueron del orden de 12 $\mu\text{gCg}^{-1}\text{hora}^{-1}$ bajo bosque y 4 $\mu\text{gCg}^{-1}\text{hora}^{-1}$ en suelos degradados, debido al mayor aporte de material orgánico por el bosque, tanto en calidad como en cantidad.

Agradecimientos: Convenio MECE-SUP, suscrito entre la Universidad de La Frontera, Temuco y el Ministerio de Educación de Chile.

- 1.-Raich, J.W. and Potter, C. 1995. Global pattern of carbon dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemical Cycles*. 9: 23-36
- 2.-Eswaran, H.E., Van Den Berg, and Reich, P. 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of American Journal*. 57: 192-194
- 3.-Vance, E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. *Sopil Biol. Biochem*. 19(6): 703-707
- 4.-Jenkinson, D.S. and Powelson, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil: I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem*. 8: 167-177

USO DE ^{137}Cs EN CUANTIFICACION DE TASAS DE EROSION Y SEDIMENTACION Y SU DISTRIBUCION ESPACIAL

P. Schuller, R.E. Trumper, I. Salazar, A. Castillo

Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Instituto de Física
Casilla 567, Valdivia, Chile
pschulle@uach.cl

La sustentabilidad de la actividad silvoagropecuaria se basa en la conservación del recurso suelo. Atenta contra ella la erosión, debido a su impacto destructivo sobre la calidad del suelo. Para poder prevenirla, surge la necesidad de cuantificarla en forma eficiente.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicabilidad del método de ^{137}Cs en cuantificación de tasas medias de redistribución de suelo y su distribución espacial adaptándolo a las condiciones edafo-climáticas del centro-sur de Chile y desarrollar un método simplificado que permita estimar las tasas en forma aun más rápida.

El ^{137}Cs (vida media 30.17 a) ha sido inyectado a la atmósfera a través de ensayos nucleares y emisiones en reactores. Basado en su depósito uniforme en cada zona climática y en su rápida adsorción a las partículas de suelo, puede asociarse la redistribución del suelo a la del ^{137}Cs . Conocido el inventario de referencia del ^{137}Cs en una zona no afectada por redistribución de suelo en los últimos 40 años, pueden determinarse en los lugares analizados tasas medias de erosión y sedimentación por efecto hídrico y por labranza y su distribución espacial a través de la distribución espacial de los inventarios de ^{137}Cs .

Se analizaron cuatro sitios con suelo Palehumult sometidos a uso y manejo contrastantes, situados en la Cordillera de la Costa de la IX Región: cultivos en rotación y praderas no permanentes, ambos bajo manejo de subsistencia y tradicional.

Las tasas de redistribución de suelo y su distribución espacial se estimaron a través de un modelo de balance de masas que incorpora la redistribución del suelo por labranza. Se utilizaron dos métodos de evaluación de la distribución espacial del inventario de ^{137}Cs : convencional (por medición en muestras individuales colectadas en retículo) y simplificado (en muestras mixtas colectadas en curvas de nivel). La aplicación del último método se basó en la topografía similar que presentaban los sitios a lo largo de transectos de pendiente, propiedades uniformes del suelo y suponiendo montos similares de redistribución del suelo a lo largo de transectos de pendiente aproximadamente paralelos.

Las tasas de redistribución de suelo por efecto hídrico y por labranza y su distribución espacial obtenidas por ambos métodos resultaron similares. Adicionalmente, su distribución espacial resultó similar a la de las tasas de redistribución de suelo obtenidas a través de observaciones pedológicas y tasas locales resultaron similares a flujos puntuales de sedimentos medidos en parcelas de escurrimiento. La utilización de ^{137}Cs como trazador en la evaluación de procesos erosión y sedimentación presenta ventajas considerables respecto a otras técnicas, permitiendo estimar las componentes hídrica y por labranza. El método simplificado permite una estimación rápida y eficiente de las tasas de redistribución de suelo en lugares de topografía simple haciendo posible su aplicación en áreas de mayor extensión. La estrategia de recolección de muestras y de determinación de la distribución espacial del inventario de ^{137}Cs debe seleccionarse de acuerdo a la complejidad de la topografía y a la resolución requerida respecto a la distribución espacial de las tasas de redistribución.

SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, EL ESTANDAR ISO - 14000 Y SU IMPACTO A NIVEL MUNDIAL

Patricia Vargas Aguirre¹ y Ximena Molina Paredes²

¹Enical Ltda. Casilla 164 - 9, Providencia, RM. Chile, enical@chilesat.net ; ²Centro de Química Ambiental. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653 Santiago, Chile, bioptica@uchile.cl

I.- INTRODUCCIÓN

El medioambiente se considera en la actualidad en el contexto internacional como uno de los factores claves que se deben considerar en la definición de políticas y estrategias de toda índole. El proceso de estandarización o normalización desempeña un papel, como componente vital en la eficiencia de los procesos industriales y como un requisito previo en la gestión integral empresarial, considerando permanentemente su relación con la metrología, pruebas, ensayos, control de calidad, certificación de productos, gestión y aseguramiento de la calidad, y actualmente en los objetivos medioambientales a nivel local y global.

II.- ANTECEDENTES GENERALES

Concepto de desarrollo sustentable, calidad de vida y gestión de los estándares internacionales que tratan la gestión medioambiental y elementos de un sistema de gestión ambiental.

III.- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN

Estándares internacionales de la serie ISO14000 de gestión medioambiental que se elabora en el Comité Técnico ISO /TC 207.

IV.- ESTUDIO DE LOS ESTANDARES DEL COMITE ISO/TC 207 DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL A NIVEL NACIONAL

Los estándares de la serie ISO 14000, homologados a la fecha a través del Instituto Nacional de Normalización, INN.

V.-ESTANDAR INTERNACIONAL ISO 14001.

Sistemas de gestión ambiental – especificaciones con guía para su uso.
Aplicaciones a cualquier entidad que desee: implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental; asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida; demostrar esta conformidad a otros; buscar una certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por parte de una organización externa; hacer una autodeterminación y una autodeclaración de conformidad con este estándar.

Experiencias en Chile: sectores forestal, químico y minero.

VI.- CERTIFICACIONES A NIVEL INTERNACIONAL

Certificados y tendencia a nivel internacional.

PRIORIDADES ACADEMICAS PARA CIENCIA AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN CHILE

J.J.CORNEJO, F.J.MOLINA y V.AREVALO

Gestión IMA, 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

El Encuentro "Herramientas para el desarrollo sustentable en Chile", realizado en la Universidad de Santiago de Chile los días 25 y 26 de Julio de 2000, permitió obtener una visión sobre el quehacer profesional y académico nacional en medio ambiente y desarrollo sustentable. Dado que se comprobó que los objetivos propuestos para el Encuentro estaban por sobre el nivel conceptual y operativo existente sobre desarrollo sustentable, la discusión se tuvo que ubicar en un estadio anterior al Encuentro. Se identificó como prioritario tener vías efectivas de comunicación y entendimiento entre los generadores del conocimiento y los sectores que aplican la normativa ambiental. El evento fue en tal sentido una clara continuación del esfuerzo iniciado en el Seminario "Universidad y Medio Ambiente" (Centro EULA, Universidad de Concepción, marzo de 2000), y en la Comisión de Ciencias Ambientales del Encuentro Ciencia-2000 en Junio de 2000. La realidad y los intereses asociados a medio ambiente y desarrollo sustentable en la sociedad nacional están marcados por manifestas ambigüedades y desencuentros. Por ejemplo, CONAMA no se relaciona adecuadamente con los expertos universitarios, a éstos no les queda claro sobre qué bases científicas son tomadas las decisiones, y el organismo no difunde adecuadamente sus acciones de gestión o planes adoptados. En este espacio, CONICYT aparece teniendo dificultades para entender la naturaleza multidisciplinaria de los proyectos de medio ambiente, encontrándose que carece de un área específica definida para tal fin por lo que generalmente direcciona hacia especialistas de monodisciplinas los proyectos de medio ambiente que le son presentados. Así se hace muy difícil para los académicos financiar sus proyectos de medio ambiente. De la misma manera, tampoco existe una apropiada comunicación entre las universidades y el MINEDUC, por ejemplo en lo relativo a educación ambiental. En suma, en Chile, hoy, la opinión de los académicos no es determinante cuando se trata el tema medio ambiental, debido a una carencia de buena comunicación entre los propios académicos y entre éstos con las autoridades, y a que las universidades y sus académicos no son invitados a participar en la toma de decisiones en materia ambiental. Como una forma de resolver sobre estas carencias, en el Encuentro se respaldó la idea originada en Concepción de impulsar la formación de centros multidisciplinarios para desarrollo sustentable y medio ambiente orientados a resolver los problemas regionales, y se sugirió la creación de un organismo integrado por académicos y profesionales denominado Sociedad de Ciencias Ambientales, con una misión integradora y formadora de opinión ambiental, con sus propios órganos de difusión de la base científica de los temas ambientales, y con capacidad operacional para influir en la toma de decisiones en materia ambiental. Por ejemplo, la química sustentable es un entorno adecuado para desarrollo, investigación y educación en la interfaz universidad-industria para propósitos de producción limpia.

Referencias www.usach.cl/ima/encuentro.html

SINTESIS DE POLIMEROS FUNCIONALES; SISTEMAS PRO-HERBICIDAS Y ENSAYOS DE LIBERACIÓN CONTROLADA.

G. del C. PIZARRO, M. JERIA O, O.G. MARAMBIO, B. ACEVEDO

Departamento de Química, Universidad Tecnológica Metropolitana, J.P. Alessandri 1242, Santiago-Chile.

INTRODUCCION

La administración de pesticidas a través de métodos convencionales es dañino para la salud por lo que cada vez más se ha hecho imprescindible contar con técnicas que permitan incorporar la menor cantidad posible de estos, situación que en la práctica no ocurre dado que las condiciones climáticas generalmente obligan a agregar un exceso y a veces en repetidas ocasiones. Esta aplicación de pesticidas en forma convencional puede ser reemplazada por técnicas de liberación controlada de herbicidas utilizando polímeros como soportes, de tal forma que permita prescindir de los excesos y las aplicaciones frecuentes, logrando así eficiencia en la aplicación y en los costos. Para cumplir con el propósito mencionado de minimizar la polución, es necesario que estos polímeros sean biodegradables para evitar el incremento adicional de contaminación ambiental ¹⁾.

PARTE EXPERIMENTAL

Copolímeros: Los sistemas P(MG-co-HEMA), P(HEMA-co-AAm), P(HEMA-co-AL) fueron sintetizados en solución, usando 0,5 mol % de azo-iso-butironitrilo o peróxido de benzoilo como iniciadores de la reacción ²⁾

Polímeros pro-herbicidas: Estos polímeros fueron preparados a través de una reacción de esterificación, previa formación de herbicida clorado.

Liberación controlada de herbicidas: Este estudio de liberación controlada de herbicidas fue realizado en solución buffer a pH 4, 7 y 10 a 25 °C por un periodo de tres semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monómero N-maleil glicina y los sistemas copoliméricos fueron caracterizados por análisis elementales y espectroscopias: FT-IR, ¹H-RMN y ¹³C-RMN, así como a través de análisis termogravimétricos. Los polímeros resultaron ser solubles en metanol, piridina, agua y dimetilsulfóxido. Las razones en pesos de hidroxietilmetacrilato-co-acrilamida; hidroxietilmetacrilato-co-ácido itacónico; hidroxietilmetacrilato-co-N-maleil glicina, fueron calculados desde C/N en porcentaje en peso determinados desde análisis elementales. Igual procedimiento se realizó para la determinación de cloro en los polímeros pro-herbicidas. Las formulaciones están siendo ensayadas en el laboratorio en soluciones buffer a diferentes valores de pH. Se ha observado principalmente una alta liberación de herbicidas a pH 10. Valores más bajos fueron obtenidos a medida que se trabajo a pH inferiores. Se utilizó el sistema de ultrafiltración con el propósito de mantener una concentración constante en el período del ensayo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación de la Universidad Tecnológica Metropolitana por el financiamiento Proyecto Interno 102/98

1).- Issa, R.; Akehah, A.; Rehab, A.; Solaro, R.; Chiellini, E.J. Controlled Release 13(1) (1990)

2).- Pizarro, G. del C.; Rivas, B.L.; Geckeler, K.E. Pure Appl. Chem A34(5) 855-864 (1997)

UN ENFOQUE BIO-INORGÁNICO AMBIENTAL DEL STATUS DE As EN TEJIDOS CARDIOVASCULARES DE UNA POBLACIÓN EXPUESTA. EL CASO DE LA II REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Domingo A. Román¹, Lidia Rivera¹, Carlos Solar², Isabel Pizarro¹, Juan Ávila¹, Tatiana Morales¹, Pedro Cortés¹

- (1) Laboratorio de Química Bio-Inorgánica y Analítica Ambiental. Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Antofagasta, Casilla 170.
- (2) Unidad de Cirugía Cardiovascular, Clínica Antofagasta, Antofagasta.

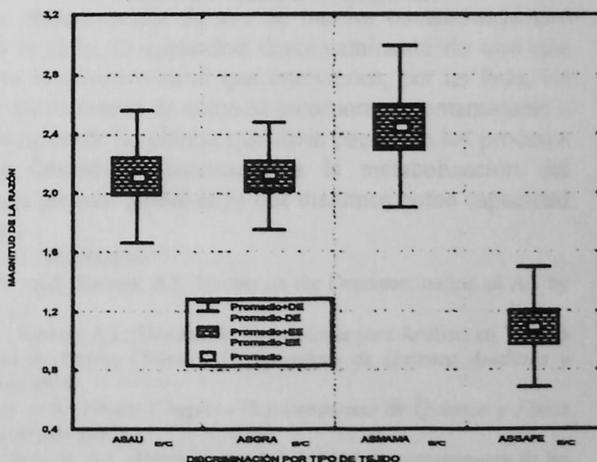
Por su creciente actividad minera metálica y no metálica el peculiar ecosistema de la II Región de Chile ha visto incrementada su complejidad ecológica industrial, lo cual, conjuntamente con la conocida mala calidad de sus recursos hídricos continentales impactan la vida saludable de sus habitantes y residentes. Al conocido riesgo de enfermar de cáncer por exposición crónica al As del agua de consumo humano y por vía aérea por las emisiones de fuentes fijas (1,2), se agregaría el de las patologías cardiovasculares.

Se determinó As total en aurícula derecha, arterias safena, mamaria, y tejido adiposo provenientes de cirugías cardiovasculares realizadas entre 1995 y 1998 en la Clínica Antofagasta, y como control, en idénticos tejidos de pacientes de otras Regiones intervenidos en el Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Las determinaciones se hicieron mediante HGAAS en un espectrofotómetro GBC 909 PBT con un generador continuo HG-3000 y una manta electro-termal EHG-3000. La preparación de las sub-muestras se hizo en "sala limpia" empleando materiales de Ti. La disgregación de los tejidos se llevó a cabo por una vía húmeda en bombas de Teflón. En la validación analítica se empleó el material de referencia LUTS-1 (NRCC).

La Figura 1 muestra que sólo en la matriz arteria safena el factor de concentración tiende a 1. En la aurícula, la arteria mamaria y en el tejido adiposo los f.c. se mueven entre 2-2,5. Los resultados se asocian con variables genéricas, condicionales, eco-residenciales y laborales. En la población control una persona llega a una cirugía cardiovascular a los 75 años y en la amagada a los 58 años.

La exposición crónica a As en la II Región también produce efectos adversos sobre el sistema cardiovascular humano.

FIGURA 1. GRÁFICA ESTADÍSTICA DE LOS FACTORES DE CONCENTRACIÓN DE As EN LOS TEJIDOS CARDIOVASCULARES. GRUPO ESTUDIO/GRUPO CONTROL (ABAU = As en aurícula; ASGRA = As en grasa) (ASBAMA = As en s. mamaria; ASSAFE = As en s. safena)



- (1) MINSAL. 1996. Ministerio de salud. Componente programático.
- (2) Smith A. H. et al., 1998. Am. J. Epidemiol. 147: 660-669.

FITORREMEDIACIÓN DE AIRE CONTAMINADO CON ORGÁNICOS VOLÁTILES PELIGROSOS: UN MODELO QUE RACIONALIZA LA HABILIDAD DESCONTAMINANTE DE PLANTAS QUE CRECEN EN CHILE

J.J. CORNEJO¹, C. MIRANDA¹, F.G. MUÑOZ¹, O. A. ORTEGA¹, A.J. STEWART²

¹Gestión IMA, Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, Casilla 40, Correo 33, Santiago, Chile

²Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Lab, Tennessee, USA

Nuestros estudios de fitorremediación, un tipo de biorremediación, muestran que varias especies comunes de plantas que crecen en Chile son muy eficientes en la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (COVs) presentes en aire de interior¹. Para responder la interrogante de cómo opera y dónde reside tal habilidad descontaminante de aire, hace un tiempo atrás iniciamos un estudio sobre varias plantas que se cultivan en Chile que indicó la posibilidad de correlación entre la capacidad descontaminante y un parámetro operacional derivado de su morfología foliar, el AEIG o Area Efectiva de Intercambio Gaseoso, el cual puede ser determinado por microscopía electrónica de barrido y, en virtud de un desarrollo reciente, también por microscopía de fuerza atómica². La correlación entre la habilidad descontaminante y las propiedades morfológicas de las hojas es deseable, por ejemplo para establecer una metodología de fácil uso para la evaluación no destructiva y directa de la habilidad descontaminante de las plantas para aplicaciones al diseño de sistemas naturales de descontaminación de aire contaminado con compuestos orgánicos peligrosos. Mostramos aquí la forma de tal correlación, además de una descripción de los procesos que tienen lugar durante la descontaminación en la interfaz aire-superficie foliar. Al considerar toda la superficie foliar disponible y los procesos que pueden tener lugar durante la captura de un contaminante, los estomas y las ceras epicuticulares aparecen con un rol importantísimo que se puede apreciar mejor cuando las plantas se agrupan según el Índice Foliar, un parámetro operacional derivado del AEIG. Sobre la base de mediciones para decenas de plantas que crecen en Chile, presentamos aquí las bases de un modelo que racionaliza la descontaminación por plantas verdes de aire de interior contaminado con COVs. De acuerdo a las bases del modelo, la capacidad descontaminante de aire que presentan las plantas es un fenómeno cooperativo en el que intervienen, por un lado, las características de la superficie foliar dando cuenta de cómo se incorpora el contaminante a la planta, y, por el otro, el origen biológico de las plantas que daría cuenta de los procesos bioquímicos o genéticos, aún por dilucidar, relacionados a la metabolización del contaminante. El resultado neto de este proceso global es lo que medimos como capacidad descontaminante de aire de una planta.

Referencias

1. a) Cornejo, J.J.; Muñoz, F.G.; Ma, C.Y.; and Stewart, A.J. Studies on the Decontamination of Air by Plants. *Ecotoxicology*, 1999, 8(4), 311-320.
b) Cornejo, J.J.; Ma, C.Y.; Muñoz, F.G.; Stewart, A.J.; Thundat, T. Metodología para Análisis en Tiempo Real de la Capacidad Descontaminante de Plantas Chilenas. *IV Encuentro de Química Analítica y Ambiental*. Antofagasta, Chile, Octubre de 1998.
c) Cornejo, J.J.; Copaja, S.; Muñoz, F.G. et al. *Primer Congreso Iberoamericano de Química y Física Ambiental*, Termas de Jahuel, Chile, Octubre de 1997
2. Cornejo, J.J.; Muñoz, F.G.; Ortega, O.; Stewart, A.J. ¿Dónde reside la habilidad descontaminante de las plantas chilenas? *XXIII Jornadas Chilenas de Química*, Valdivia, Chile, Noviembre 1999.

Agradecimientos. A DICYT-USACH, proyecto 109842CP; a CEPA y al ORNL-USA.

ESTUDIO AMBIENTAL DE SALARES DEL ALTIPLANO CHILENO I REGIÓN

CELIA TORRES Q., VENECIA HERRERA A.

Departamento de Química, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile.

E-mail: ctorres@cec.unap.cl

En el altiplano chileno de la I Región, desde el interior de Arica hacia el sur, existe una serie de ecosistemas, ricos en avifauna característica de estos lugares, como camélidos, aves, roedores, así como especies microscópicas, tales como fito y zooplancton. Estos ecosistemas se presentan como grandes o pequeñas extensiones de costra y polvo salino, asociados con vegetación y lagunas de aguas someras; son los denominados salares. Conocidos de la región son: el Salar de Surire, el Salar de Huantija, el Salar de Huasco, el Salar de Coposa y el Salar de Michincha.

Actualmente, el auge de la minería en la I Región ha derivado en la explotación no sólo del recurso mineral, sino también en la extracción del recurso hídrico desde las napas subterráneas del sector, sobre cuyas cuencas hidrográficas se encuentran los salares.

Estudios realizados en salares asociados a la actividad minera, han permitido caracterizar los cuerpos de agua superficiales existentes, obteniéndose la calidad de ellas. Los parámetros físicos y químicos cuantificados corresponden a: temperatura, pH, sólidos, oxígeno disuelto, sales, nitrógeno, fósforo, boro, arsénico y metales pesados.

La caracterización de las aguas permite clasificarlas como dulces, saladas o salmueras, encontrándose algunas relaciones de comportamiento entre la salinidad y las concentraciones de algunas especies, tal como el arsénico, que generalmente aumenta cuando aumenta la salinidad.

De los valores obtenidos de la calidad de aguas, se concluye que las concentraciones son más bien de origen natural, existiendo una variación espacial y temporal. En aguas con elevados contenidos de sales, se ha encontrado que algunas especies superan a los estándares de calidad de aguas, como es el caso de cloruros, sulfatos y arsénico.

No obstante lo anterior, el período de tiempo durante el cual se han realizado los estudios, no permite atribuir a la actividad de extracción del recurso hídrico o a la de extracción del recurso minero, las altas concentraciones de algunas especies disueltas. De hecho, se tienen datos de la calidad de las aguas del Salar de Huasco -el que no ha sido intervenido por acciones del humano- en las cuales, las aguas más saladas tienen elevadas concentraciones de arsénico y altos contenidos de cloruros y sulfatos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las Empresas Mineras Quiborax, C.M. Cerro Colorado, C.M. Doña Inés de Collahuasi, a CONAF I Región y a Universidad Arturo Prat de Iquique.

Bibliografía

- C.Torres Q., "La salinidad y su relación con el contenido de boro y arsénico en cuerpos de agua del Salar de Huasco". Actividad de investigación, U. de Tarapacá (1997).
C. Carrasco et al, Informes de Proyectos de Investigación: Salar de Surire, Salar de Huantija, Salar de Huasco, Salar de Coposa. Dirección de Investigación, Universidad Arturo Prat de Iquique (1990, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 1999).

EL IMPACTO AMBIENTAL EXPERIMENTADO POR CUERPOS DE AGUA CUASI-LENTICOS SUB-SUPERFICIALMENTE ABASTECIDOS. RÍO LOA, ANTOFAGASTA, SEGUIMIENTO ENTRE MARZO DE 1997 Y FEBRERO DEL 2000

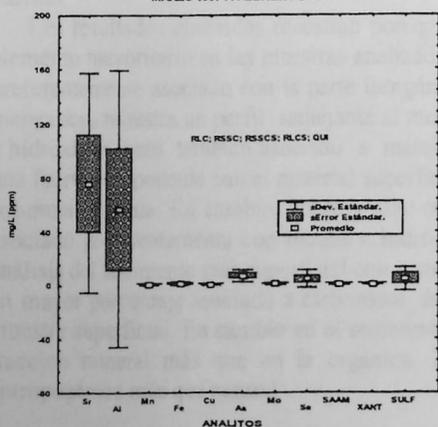
Domingo A. Román¹; Lidia Rivera¹; Tatiana Morales¹; Juan Ávila¹; Pedro Cortés¹; Isabel Pizarro¹; Hugo A. Román²; Carlos Valdovinos²

- (1) Laboratorio de Química Bio-Inorgánica y Analítica Ambiental. Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Antofagasta, casilla 170.
- (2) Servicio Agrícola y Ganadero, SAG.

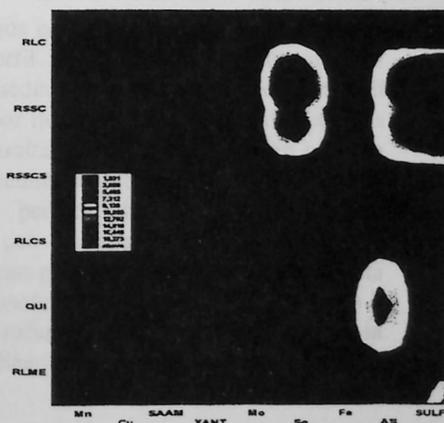
La contaminación que en los últimos años presentan las aguas del Loa (1), la cual se revela macroscópicamente con el denominado invierno altiplánico que a su vez es la principal fuente de suministro de los acuíferos, ha deteriorado la salud del ecosistema. Las comunidades ribereñas y costeras han visto perjudicadas la subsistencia y sus actividades productivas. La agricultura y la crianza de ganado casi han desaparecido y la pesca artesanal ha experimentado largos recesos. El impacto tiene una componente geogénica, compatible hasta hace algunos años con un ecosistema saludable, y otra antrópica proveniente de una sinergia de actividades, entre las cuales la principal es la minera.

Las muestras fueron colectadas, tratadas y analizadas empleando técnicas propias de la química analítica ambiental (2). En la validación de los resultados se emplearon materiales de referencia NRCC y patrones secundarios apropiados. Los resultados y racionalizaciones del seguimiento de químico revelan la huella digital del impacto antrópico. Las Figuras ilustran el comportamiento espacio-temporal aguas a bajo de Calama de endo y xenobióticos que afectan adversamente el ecosistema.

COMPORTAMIENTO ESPACIO TEMPORAL DE CONJUNTO DE 11 ANALITOS EN 6 SITIOS DE MUESTREO AGUAS ABAJO ENTRE CALAMA Y QUILLAGUA. MARZO 1997 A FEBRERO 2000



GRÁFICA DE CONTORNOS DEL MÉTODO DE AGREGACIÓN DE DOS VÍAS (CLUSTERS) PARA 9 ANALITOS DE 6 SITIOS DE MUESTREO AGUAS ABAJO ENTRE CALAMA Y QUILLAGUA. MARZO 1997 A FEBRERO 2000



- (1) Román D.A., Rivera, L., Ávila J., Morales T., Cortés P., Guzmán A., Pizarro I. 1997. XXII Jornadas Chilenas de Química. QAA 25. Puyehue 12-15 de Noviembre.
- (2) Smith R-K. 1995. Handbook of environmental analysis. 2ª ed. Genium Publishing Corp.

ESPECIACIÓN SELECTIVA EN SEDIMENTOS DEL EMBALSE RAPEL

Jaime Pizarro¹, M. Angélica Rubio², Irma Vila³ y Ximena Castillo²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, casilla 10233, Santiago

²Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, casilla 40 correo 333,

³Facultad de Ciencias, Lab. Limnología, Universidad de Chile, casilla 653, Santiago

La interacción entre la actividad antropogénica y los sistemas naturales genera perturbaciones temporales o irreversibles. En Chile un factor importante de alteraciones en la calidad de las aguas, proviene de la actividad minera. El embalse Rapel se formó el año 1968 a partir de los ríos Cachapoal y Tinguiririca. En los últimos años este embalse¹ viene sufriendo una degradación acelerada de la calidad de sus aguas tanto por la disponibilidad de nutrientes como por la actividad en la minería del cobre en la cuenca.

Con el propósito de avanzar en la comprensión del destino de los metales traza se ha iniciado un estudio tendiente a caracterizar la presencia de ellos en los sedimentos del embalse Rapel, subsistema Alhué. El estudio de estos metales (cobre, fierro, manganeso y zinc) es interesante dado el carácter tóxico que algunos de ellos tienen y el comportamiento cíclico que presentan en estos sistemas acuáticos. El conocimiento de los niveles de concentración de cada metal, no es suficiente para evaluar el impacto en el ecosistema acuático. Es necesario determinar las especies químicas asociadas a la labilidad de los compuestos formados. Nuestro interés se ha centrado en la caracterización de los compuestos retenidos en la fase sedimentaria bajo la interfaz sedimento agua.

Las muestras de sedimentos se recolectaron durante el año 1998, en el sistema Alhué. Éstas fueron liofilizadas y sometidas a un procedimiento de extracción selectiva propuesta por Tessier². Las metodologías usadas para la evaluación de los niveles de concentración de los metales analizados (manganeso, cobre, fierro y zinc) fueron: espectroscopia de absorción atómica, espectroscopia de emisión atómica, ICP y microscopía electrónica de barrido.

Los resultados obtenidos muestran porcentajes bajos para estos metales. El fierro es el elemento mayoritario en las muestras analizadas. El perfil de profundidad muestra que está preferentemente asociado con la parte inorgánica del sedimento y con óxidos del metal. El manganeso muestra un perfil semejante al mostrado por fierro. Es decir, asociado a óxidos e hidróxidos, pero también asociado a material mineralizado. Este metal también muestra una fuerte componente con el material superficial del sedimento, que se depositaría desde la columna de agua. En cambio, cobre y zinc muestran perfiles diferentes. El cobre estaría asociado preferentemente con óxidos e hidróxidos y con materiales de tipo orgánico. El análisis del sedimento más superficial con respecto al más profundo indica que el cobre está en mayor porcentaje asociado a carbonatos, óxidos y material orgánico en el sedimento o muestra superficial. En cambio en el sedimento más profundo su % mayoritario está en la fracción mineral más que en la orgánica. Esto indicaría de alguna manera su origen antropogénico más que natural.

¹Vila, I., M. Contreras, V. Montecino, J. Pizarro and D. Adams (2000) *Arch. Hydrobiol. Spec. Issue Advanc. Limnol.* 55, 1-14.

²Tessier A., Campbell P.G. and Bisson M. (1979) *Analytical Chemistry* 51, (7), 844

Agradecimientos

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

METALES TRAZA EN SEDIMENTOS MARINOS DE LOS FIORDOS DEL PACÍFICO SURESTE

Ramón Ahumada B.

Facultad de Ciencias.

Universidad Católica de la Santísima Concepción.

La costa del Pacífico sureste, de los 42° y hasta los 56° Latitud Sur, se caracteriza por presentar una extensa y compleja red de fiordos y canales conectados al océano. Hace 12.000 años los glaciales estaban expandidos y llenaban dichas cuencas. Posteriormente, comienza a producirse un retroceso de los glaciares estructurándose procesos erosivos que van a dar forma a esta región (Clapperton, 1994), de allí que los sedimentos marinos sean endogénicos y de origen reciente. Esta región es considerada como una área remota por su baja densidad poblacional (i.e., 0,2 hab./km²), por lo que las concentraciones de metales menores y trazas contenidos en los sedimentos deberían estar determinados por procesos naturales. La incorporación de esta región a la actividad económica en los últimos 20 años, aumenta el riesgo de contaminación y hace necesario un caracterización química. Pickard (1973), de acuerdo a las características hidrográficas, reconoció tres grandes zonas en esta región. En un análisis más fino, estudios posteriores permitieron reconocer subzonas definidas por su circulación (Chuecas y Ahumada, 1980; Silva et al., 1998) y por el contenido de metales en el sedimento (Ahumada y Contreras, 1998;). El presente trabajo entrega valores de "línea base" o referenciales para establecer posibles alteraciones futuras en los sedimentos. Las muestras de sedimentos, fueron obtenidas mediante un una draga y un sacatestigo de gravedad, en tres cruceros realizados en el "AGOR Vidal Gormaz" durante los años 1995, 1996 y 1997. El análisis químico de las muestras se realizó mediante una digestión ácida de la muestra y la concentración de metales fue determinada en un EAA - ICP para el contenido total de Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn en el sedimento.

Los resultados fueron tratados estadísticamente y se estableció para cada zona la concentración de línea base y se caracterizó la matriz sedimento. Los resultados permitieron corroborar la existencia de las tres zonas establecidas por Pickard para la región y a la vez reconocer características propias de áreas menores (i.e., subzonas) afectadas por la circulación costera y además, unidades geográficas menores (i.e., cuencas) que son afectadas por procesos químicos y de sedimentación local. Finalmente fue posible identificar sólo una localidad con alteraciones en el contenido de Zn y Pb debido a procesos de contaminación.

Financiamiento del Comité Oceanográfico Nacional. Proyecto: Metales en sedimentos de los fiordos australes de Chile. CIMAR FIORDO I, CIMAR FIORDO II y CIMAR FIORDO III.

DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN AGUAS DE LLUVIAS Y ROCÍOS Y SU IMPLICANCIA EN EL SMOG FOTOQUÍMICO DE SANTIAGO

MARIA ANGELICA RUBIO, EDUARDO LISSI Y GUILLERMO VILLENA

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

Casilla 40, Correo 33, Santiago.

El ácido nitroso es un contaminante secundario que está presente en las atmósferas en niveles trazas. Este contaminante presenta fluctuaciones diarias de concentraciones, con máximos en las noches y mínimos durante el día. El interés en la química del ácido nitroso radica en la importancia de esta especie como fuente en la generación de radicales $\text{OH}\bullet$ en atmósferas contaminadas y en horas del día en que otras fuentes de radicales poseen una velocidad de producción lenta.

Las fuentes de ácido nitroso están dadas por emisiones directas en procesos de combustión, quema de biomasa y por reacciones secundarias a partir de óxidos de nitrógeno. Recientemente se ha postulado una generación de ácido nitroso en reacciones heterogéneas en las que el aerosol atmosférico tiene una participación importante. Esta reacción podría en parte, dar cuenta de la presencia de nitritos en las gotas de rocíos. El ácido nitroso gaseoso podría ser neutralizado por las aguas de rocíos ($\text{pK}_a=3,3$) y pasar rápidamente a la fase acuosa como nitrito.

En estudios realizados sobre la composición química de hidrometeoros, en la ciudad de Santiago, se ha detectado la presencia de niveles apreciables de nitritos en aguas de rocíos. Las concentraciones promedio alcanzan valores de 150 μM . Sin embargo, en aguas de lluvias estos niveles están bajo el límite de detección de las metodologías de análisis utilizadas ($<2 \mu\text{M}$). Esto se ha explicado en parte, considerando que los eventos lluviosos ocurren durante el día y noche, en donde la fotoquímica estaría presente. En cambio, los rocíos son generados en la noche, en ausencia de luz lo que permitiría la elevación de los niveles de ácido nitroso. Además, si consideramos que antes de la caída del rocío en horas de la madrugada podría haber deposiciones de material particulado, este podría constituir un núcleo importante de reacciones heterogéneas y propicio para las reacciones de formación de nitritos.

Por otro lado, es de muy alto interés conocer el destino del material depositado por el rocío sobre las superficies. El rocío se deposita en horas de la mañana y al salir el sol se produce una rápida evaporación. Las partículas livianas podrían ser resuspendidas y volver a la atmósfera y otras, como los nitritos podrían ser transformadas a ácido nitroso y fotolizadas rápidamente contribuyendo a la formación del Smog fotoquímico en horas tempranas de la mañana. En experiencias realizadas en nuestro laboratorio, evaporando aguas de rocíos en condiciones controladas, los resultados han mostrado que la matriz de las aguas condiciona la recuperación del nitrito. Es posible que se forme nitrito de amonio, compuesto de alta volatilidad que se descompone generando el ácido nitroso.

Bibliografía

- 1-Lammel et al. (1988). *J. Aerosol Sci.* 19, 1199.
- 2-Lammel G. and Cape N. (1996). *Chemical Society Review*, 25, 5, 361.

Agradecimiento

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

ESTUDIO DE POTENCIALES ALZAS DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA POR PRESENCIA DE NUBES

Ch. Lovengreen*, J.L. Alvarez**, L. Villanueva* y E. Coronado*

* Instituto de Física, Facultad de Ciencias, UACH

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

Casilla 567, Valdivia, Chile

e-mail: clovengr@uach.cl

La destrucción de origen antropogénico del ozono estratosférico, su incidencia en los niveles de radiación UVB que se mide en la tierra, y los efectos de las potenciales alzas de dosis de UV en el ecosistema ha sido objeto de múltiples estudios. Hay además otros factores que determinan los niveles de radiación ultravioleta; entre ellos la nubosidad. Al estudiar el régimen de radiación UV en Valdivia, se ha observado que bajo ciertas condiciones de nubosidad particulares, los niveles de radiación pueden alcanzar valores de 15% a 20% por sobre los que se miden con cielo despejado en condiciones equivalentes en cuanto a ángulo solar cenital y ozono total. Estas alzas transitorias están descritas con anterioridad en la literatura^{1,2} y es un hecho conocido también para la luz visible del espectro. Lo que no está claro es la dependencia de este fenómeno de la longitud de onda, del tipo de nubes y en qué momento se produce el efecto. Sin embargo, este efecto debe tener una importante influencia local derivada del tipo de nubosidad más recurrente, su duración y frecuencia de ocurrencia. En un proyecto de este tipo conviene distinguir tres fases. La primera, tiene que ver con el diseño e instalación de los elementos que permitirán observar el fenómeno. Luego, una fase de observación sistemática que debe extenderse por lo menos durante un ciclo anual completo con muestreos aleatorios (algunos días por mes) o idealmente por varios años para evitar conclusiones sesgadas por un año atípico. Finalmente, una etapa de reducción de datos y conclusiones que incluya un estudio de frecuencia-duración-intensidad de la ocurrencia del fenómeno en lo posible segmentado para cada estación del año.

Lo logrado hasta la fecha tiene relación con la primera fase. En la estación de monitoreo de UV en el Instituto de Física se cuenta con un radiómetro de filtros que registra minuto a minuto la irradianza en distintas longitudes de onda en el UV: 305nm, 320nm, 340nm, 380nm. Además este instrumento almacena simultáneamente la información de la fracción visible total del espectro (filtro PAR). Con ayuda de una máquina fotográfica digital conectada a un PC, se obtienen imágenes secuenciales de la dinámica de la nubosidad, información que se asocia a los registros de radiación. Se describe el método utilizado y se entregan resultados preliminares.

¹ Mims, F.M. and Frederick, J.E., *Nature*, 371, 291 (1994)

² Schafer, J.S et al, *Geoph. Res. Let* 23,19(1996)

ESTANDAR FOTOQUIMICO EN DETERMINACIONES RADIOMETRICAS Y FACTORES DE PROTECCION DE RADIACION ULTRAVIOLETA SOLAR

Raúl G.E. Morales y Gregorio P. Jara

Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Centro de Química Ambiental y Departamento de Química
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
casilla 653, Santiago, Chile. E-mail: raulgem@uchile.cl

Con motivo de la disminución del ozono estratosférico que se ha venido produciendo en las últimas décadas, se ha originado una gran preocupación por determinar los flujos de radiación ultravioleta solar a nivel de la superficie, a objeto de caracterizar sus posibles impactos tanto en la biósfera como en materiales expuestos a dicha radiación. Esto ha dado pie a múltiples estudios sistemáticos de medición de radiación solar y a la caracterización de los componentes propios de la tropósfera, como su medio natural de paso óptico.

La medición de radiación ultravioleta solar se ha comenzado a realizar sistemáticamente mediante equipos espectroradiométricos de barrido, de bandas y de espectro total en diferentes centros meteorológicos, universitarios y agencias estatales de diferentes países, tanto de los hemisferios norte como sur, y sus registros se han incorporado a diferentes bases de datos disponibles a través de internet, o publicadas en revistas especializadas o de información radiométrica.

Sin embargo, al realizar un estudio comparativo de datos provenientes de diferentes fuentes, bajo condiciones geográficas y climáticas similares, se encuentran mediciones sorprendentemente diferentes que varían incluso en órdenes de magnitud.

Junto con realizar un análisis comparativo, en el presente trabajo se plantea un método orientado a establecer un referente común en la determinación de la radiación incidente mediante técnicas espectroradiométricas, a través de un actinómetro fotoquímico. De esta manera se busca tener un espectro solar tipo, a partir de uno estándar, de modo de fijar las condiciones de flujo fotónico que caracterizan las determinaciones radiométricas referidas a cielos limpios.

Por otra parte, se extiende el análisis a la caracterización de pantallas moleculares a nivel de sus espectros de acción,^{1,2} como potenciales especies protectoras de la radiación ultravioleta solar, al tener un espectro ultravioleta solar estándar.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido parcialmente financiado con los proyectos Fondecyt 1990709 y 1970787.

1. R. G.E. Morales, G.P. Jara y V. Vargas, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* 119(1998)143-146.
2. R.G.E. Morales, A. Hidrobo y G.P. Jara, *Spectroscopy*, 14 (2000)141-146.

Medición del coeficiente de absorción óptica en Santiago de Chile y correlación con MP-10, MP-2,5 y Carbono.

Ernesto Gramsch, L. Catalán, I. Ormeño, G. Palma
Departamento de Física, Universidad de Santiago
Avda. Ecuador 3493, Santiago, Chile

y

P. Oyola
Comisión Nacional del Medio Ambiente, Conama RM
Valentín Letelier 13, Santiago, Chile

Resumen

Un equipo portátil para medir el coeficiente de absorción óptica ha sido recientemente diseñado en el Departamento de Física de la Universidad de Santiago. Este equipo ha sido usado durante más de un año para medir el coeficiente de absorción óptica en una zona céntrica de Santiago. Los resultados muestran una fuerte correlación con el tráfico diario. Los valores más altos del coeficiente durante gran parte del año ocurren en la mañana en las horas de máximo tráfico (8 – 9 Hrs.). Los valores mínimos ocurren temprano en la mañana (3 – 4 Hrs.) o en la tarde (15 – 17 Hrs.). El coeficiente de correlación muestra también una fuerte correlación con la época del año, con valores 10 – 20 veces más altos en invierno que en verano. Los datos muestran que durante gran parte del año el coeficiente de absorción depende del tráfico.

Mediciones adicionales en Pudahuel muestran que el coeficiente de absorción tiene una alta correlación (valores cercanos a 0,94) con el MP-2,5 y carbono elemental. Una correlación menor se obtuvo con MP-10 y carbono orgánico (0,7 – 0,9). Estas medidas fueron realizadas simultáneamente con equipos TEOM y Carbon Monitor 5400 del SESMA en los meses de Mayo a Julio de 2000. Los altos valores del coeficiente de correlación obtenidos con el carbono elemental confirman que gran parte de la absorción óptica es debida partículas de carbono. Por otro lado, la alta correlación con MP-2,5 indica que gran parte del material particulado fino está compuesto por carbono elemental. El bajo costo del equipo, su capacidad para monitoreo continuo y la alta correlación con material particulado y carbono hacen que éste sea ideal para redes de monitoreo en las ciudades.

SIMULACIONES NUMÉRICAS CON UN MODELO FOTOQUÍMICO PARA LA CUENCA DE SANTIAGO: CASO OZONO (O₃)

Rainer Schmitz y José Vergara

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago-Chile

La cuenca de Santiago constituye un caso típico del problema de contaminación a nivel regional. La ocurrencia de elevados niveles de contaminación se debe al hecho de tener condiciones meteorológicas y topográficas poco favorables para la ventilación y dispersión de los contaminantes. Las concentraciones altas de monóxido de carbono, ozono o material particulado son ejemplos del problema de la contaminación que enfrentan los habitantes de Santiago.

En este trabajo presenta un modelo numérico para simular y comprender los diferentes procesos que contribuyen a la contaminación atmosférica de Santiago. El modelo es tridimensional, Euleriano, con alta resolución en coordenadas σ , definidas según

$$\sigma = \frac{z - z_S}{z_T - z_S} \quad (z_T = \text{límite superior, } z_S = \text{nivel de suelo}), \text{ e incorpora transporte (advección}$$

y difusión turbulenta), transformación química, emisiones y deposición seca resolviendo las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{u}c_i) = \nabla(K_i \nabla c_i) + \left(\frac{\partial c_i}{\partial t} \right)_{dr} + P_i - L_i + E_i \quad i = 1, N \quad (1.1)$$

(c = concentración, \mathbf{u} = velocidad de viento, $K(x,y,z)$ = coef. de difusividad turbulenta, P = producción, L = pérdida, E = emisión, N = numero de sustancias químicas)

Los campos meteorológicos que varían en el tiempo y espacio para los términos de transporte están obtenidos de un modelo de mesoescala para la región (Vergara, 1993). Para la solución de las ecuaciones 1.1 se usa la técnica de *operator splitting*. El esquema numérico para el término de advección en la horizontal es un esquema *upwind* corregido (Smolarkiewicz, 1983) y en la vertical un esquema *upwind* según Bott (1989). El término turbulento está calculado con el método Crank-Nicolson (Thomas, 1995). Las velocidades de las reacciones químicas en la atmósfera varían en muchos órdenes de magnitudes, lo que resulta en un sistema de ecuaciones diferenciales parciales con escalas de tiempo diferentes, conocido como problema de *stiffness*. Este problema es tratado a través de una aproximación *pseudo-steady state* (PSSA) y las ecuaciones son resueltas con un método asintótico (Seinfeld y Pandis, 1998). El modelo en la actualidad incorpora 64 sustancias y 162 reacciones químicas del mecanismo RADM2 (Stockwell *et al.*, 1990).

En este trabajo se presentarán resultados preliminares de simulaciones de smog fotoquímico (smog de verano). La capa límite diurna de la atmósfera durante eventos de contaminación en verano se caracteriza por estar bien mezclada. Las condiciones

meteorológicas se presentarán en otro trabajo (Vergara y Schmitz). A pesar de ser una capa superficial bien mezclada se encuentran niveles elevados de contaminantes, particularmente de ozono (O_3). Esto se debe fundamentalmente a cielos despejados, escasa humedad, lo que contribuye a la abundante radiación solar, y las emisiones de NO_x . Dentro de este trabajo se mostrarán simulaciones bajo distintos escenarios meteorológicos, para estudiar la importancia de variables meteorológicas de mesoescala y escala regional en el problema de la contaminación fotoquímica en la cuenca de Santiago. Además, se estudiará la sensibilidad del modelo a la intensidad de emisiones de NO_x .

Referencias

- Bott, A., 1989, A positive definite advection scheme obtained by nonlinear renormalization of the advection fluxes, *Mon. Weath. Rev.* **117**, 1006-1015.
- Seinfeld J.H. and S.N. Pandis, 1998, Atmospheric Chemistry and Physics, *John Wiley & Sons, Inc.*
- Smolarkiewicz, P.K., 1983, A simple positive definite advection scheme with small implicit diffusion, *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 479-486.
- Stockwell, W.R., P. Middleton, J.S. Chang and X. Tang, 1990, The second generation regional acid deposition model mechanism for regional air quality modelling, *J. Geophys. Res.*, **95**, 16343-16367.
- Thomas, J.W., 1995, Numerical partial differential equations, *Springer Verlag*, 1995.
- Vergara, J. y R. Zuleta, 1993, Evolución de los vientos superficiales en la zona de Antofagasta, Parte 2: Estudio numérico, *Acta IV Congreso Nacional de Energía Eólica*, 164-172.

CARACTERIZACION DE MATERIAL PARTICULADO DEL AIRE DE LA REGION METROPOLITANA. AÑOS 1997-1999.

Fuentes D., Alvial P., Pérez P., Cea N., Valenzuela G., Bravo R.

Laboratorio de Salud Ambiental, Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana,
San Diego 630, 8° piso, Santiago.
e-mail:davidf@chemist.com

La Región Metropolitana presenta altos niveles de contaminación atmosférica, situación que se ve favorecida por las condiciones adversas para la dispersión de contaminantes en los meses de invierno, aumento de la actividad económica y crecimiento de la ciudad. Concentra el 39% de la población total del país, la que se ve expuesta a serios riesgos en su salud por las concentraciones registradas para algunos de estos contaminantes.

El SESMA realiza el monitoreo de las partículas y de gases de acuerdo con la normativa vigente, existiendo sin embargo, algunos compuestos presentes en la contaminación que no son controlados ni tampoco están normados, como es el caso de moléculas inorgánicas como metales pesados. Estos compuestos serían responsables de la incidencia de algunas enfermedades no agudas como cáncer, por lo que se hace necesario caracterizar la contaminación y desarrollar procedimientos de vigilancia.

Se caracterizó el material particulado provenientes de las estaciones de muestreo de Cerrillos, la Pintana y Avenida Ossa. El objetivo es conocer la concentración de diferentes metales pesados como plomo, cobre, zinc, níquel, cadmio, manganeso y arsénico en los puntos indicados, durante los años 1997, 1998 y 1999 para investigar la tendencia histórica.

Parámetro	Año 1997 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$)*	Año 1998 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$)	Año 1999 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$)	Variación 97/99 (%)
Plomo	0.2910	0.2387	0.1234	- 57.6
Arsénico	0.00211	0.00139	0.00045	- 78.7
Níquel	0.011	0.008	0.007	- 31.2
Zinc	0.093	0.098	0.069	- 0.42
Cobre	0.061	0.055	0.064	+ 17.3
Manganeso	0.043	0.037	0.040	- 18.2
Cadmio	0.0015	0.0015	0.0018	+ 46.1

* $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$, se refiere a la cantidad normalizada a volumen de aire.

En general se observa una disminución en la concentración promedio de algunos metales en el material particulado de la Región Metropolitana, notable en los casos de Plomo, Arsénico y Níquel. Por otra parte se observa un aumento en las concentraciones de Cobre y Cadmio.

Los valores disgregados por estación y por mes se pueden observar en www.sesma.cl

POSTERS

PRESENCIA DE NITRÓGENO EN LAS AGUAS DE LA SIERRA DE
ENTORNO A MANIZALES

L. OJEDA, A. MORALES, J. GONZÁLEZ, J. GONZÁLEZ, J. GONZÁLEZ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y AGRARIAS
UNIVERSIDAD DE CALDAS

El agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo de las actividades económicas y sociales. En el entorno de Manizales, la presencia de nitrógeno en las aguas puede ser un indicador de contaminación por actividades agrícolas y urbanas. Este estudio tiene como objetivo determinar la concentración de nitrógeno en las aguas de la zona y evaluar su impacto ambiental. Se tomaron muestras de agua en diferentes puntos de la zona y se analizaron en el laboratorio. Los resultados muestran que la concentración de nitrógeno es superior a los niveles permitidos, lo que indica una contaminación significativa. Se recomienda implementar medidas de control y monitoreo para reducir la contaminación y proteger el recurso hídrico.

SECCIÓN AGUAS

Los resultados de este estudio muestran que la concentración de nitrógeno en las aguas de la zona de Manizales es superior a los niveles permitidos, lo que indica una contaminación significativa. Se recomienda implementar medidas de control y monitoreo para reducir la contaminación y proteger el recurso hídrico. El estudio también muestra que la contaminación por nitrógeno puede tener un impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente. Es importante que las autoridades locales tomen medidas para reducir la contaminación y proteger el recurso hídrico. Se recomienda implementar medidas de control y monitoreo para reducir la contaminación y proteger el recurso hídrico.

Referencias

- (1) Falcón, M. R. (1974). "Contaminación de las aguas de la zona de Manizales por nitrógeno", tesis de maestría, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, 1974.
- (2) Abadía, R. (1991). "Evaluación de la contaminación de las aguas de la zona de Manizales", tesis de maestría, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, 1991.
- (3) Cárdenas, J. (1985). "Evaluación de la contaminación de las aguas de la zona de Manizales", tesis de maestría, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, 1985.

PRESENCIA DE METALES PESADOS (Cu, Zn, Cd, Pb) EN EL ENTORNO MARINO DEL PUERTO DE ARICA.

J. CORTES¹, A. VILAXA², P. PACHECO¹, M. JARA¹, G. OCHOA¹

¹ DEPARTAMENTO DE QUIMICA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE TARAPACA, ARICA² DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA Y SALUD, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE TARAPACA, ARICA

El acopio, embarque y limpieza de concentrados de minerales en sitio N°6 del Puerto de Arica, combinado con vientos S – SO de mediana intensidad, ha provocado el esparcimiento de partículas polimetálicas de riesgo potencial para el ecosistema marino de la poza del puerto y su entorno. La alta insolubilidad y densidad de estos concentrados de minerales, deben provocar su depósito en el fondo marino. La acción bacteriana y lixiviación del agua de mar pueden liberar los metales pesados, provocando un efecto de toxicidad en toda la cadena trófica (1)

Con el objeto de cuantificar las especies residentes y fauna marina, en la poza del puerto y contrastarlas con un sitio de control que presente características similares pero no contaminado, se eligieron tres sitios de muestreo : Sitio N°6 del puerto, La ex – Isla del Alacrán (cercana al posible sitio de impacto) y la playa La Capilla (sitio lejano a la primera zona de muestreo).

Los valores obtenidos para la columna de agua en los tres sitios de estudio mostraron concentraciones bajas para los metales en estudio, en acorde a niveles considerados normales en aguas marinas no fuertemente impactadas. Lo anterior estaría afirmando el carácter sedimentable de las partículas polimetálicas, en el sitio donde es posible encontrarlas. Las altas concentraciones de metales pesados determinadas en el sedimento marino del puerto de Arica evidenciarían un sector altamente puluído. En comparación a valores referenciales registrados para otras zonas costeras, tanto del país como del extranjero, los contenidos en plomo y zinc presentes en esta área de estudio son muy altos (2, 3). Los altos contenidos de estos metales tendrían un origen antrópico derivado de fuentes contaminantes presentes en el mismo puerto de Arica y que estarían asociadas a la transferencia de concentrados de minerales a través de este terminal portuario. Las concentraciones de los metales en estudio en los sedimentos fueron notoriamente menores en los otros sitios de estudio, sosteniendo al puerto como un foco de contaminación antropogénica. En relación a las especies residentes en los sitios de estudio, se encontraron nuevamente las mayores concentraciones en las especies en el sector puerto, con mayor bioacumulación metálica en organismos filtradores que en las especies herbívoras. El modo de alimentación probablemente conduciría a observar esta conducta.

Referencias

- (1) Echeagaray M & Chang-Say “ Contenido de algunos metales pesados en especies marinas peruanas”. Comisión permanente del Pacífico Sur Chile-Ecuador-Perú, 83-100 (1974)
- (2) Ahumada R. 1995. Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. *Cienc. Tec. Mar. CONA* (N° Esp.): 59-68
- (3) Chuecas, L; J. Chiang y D. Bore, 1991. Evaluación de la presencia de metales pesados en muestras de sedimentos y organismos marinos provenientes de las zonas Norte, Centro y Centro-Sur de Chile. pp 1-11. In: *Memorias del primer Seminario Internacional sobre Investigación y vigilancia de la contaminación marina en el Pacífico Sudeste*. J. Escobar (ed). CPPS/PNUMA/COI, Santiago

APLICACION DE WASP5 A LA PARAMETRIZACION DEL ESTADO TROFICO DEL LAGO LANALHUE

Jaime Pizarro¹, Carlos Salazar² y Rodrigo Rojas.¹

¹Departamento de Ingeniería Geográfica, Universidad de Santiago de Chile, Casilla 10233
(jpizarro@lauca.usach.cl ; r_rojas@entelchile.net).

²Depto. Estudios y Planificación. Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas. (csalazar@mop.cl).

Se presenta la aplicación del modelo de simulación de calidad de aguas WASP, particularmente, el submodelo WASP5/EUTRO5¹, el cual es un programa que permite la modelación de un cuerpo de agua con el fin de predecir respuestas a diferentes acciones antrópicas o de origen natural que pudiesen alterar la calidad de las aguas dentro de éste. La aplicación se basa en la simulación de dos escenarios, uno de los cuales representa la situación actual en términos de disponibilidad de información y de las características de la cuenca, y el otro, representa la alteración de ciertos parámetros, en relación con el escenario neutro, incluyendo cambios en el uso del patrón de suelo y la incorporación de cargas contaminantes puntuales al sistema lacustre. La aplicación se realiza a partir de datos puntuales obtenidos en estaciones representativas (Período 1996-1997) para las cuales se dispone de información en la columna de agua para un número de cuatro (4) estaciones de monitoreo, y tres profundidades. Como resultado, para el lago Lanalhue, se determina una condición Oligotrófica con tendencia hacia la Mesotrofia en las estaciones Playa Blanca, Hostería y Puerto Peleco. Por otro lado, el sector Puerto Manzano se identifica como el más comprometido con el avance de los procesos de eutroficación, presentando una condición Mesotrófica con una fuerte tendencia hacia la Eutrofia. En relación con la comparación de escenarios es posible establecer que debido a una disminución de la superficie forestada y el consecuente aumento de la escorrentía superficial y aporte de nutrientes, y debido a la incorporación de cargas contaminantes puntuales, aquellos sectores comprometidos en el avance de los procesos característicos de la eutroficación en el marco del escenario neutro, aceleran los síntomas de este fenómeno en el contexto del escenario alterado. Además, los sectores menos comprometidos en el avance del proceso de eutroficación, experimentan un claro retroceso en estos síntomas.

1 Ambrose R.B.; Wool T.A.; Martin J.L. (1993). The water quality analysis simulation program, WASP5. Part A: Model Documentation, Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory

CONTAMINACIÓN POTENCIAL DE LAS NAPAS FREÁTICAS CON NITRATOS Y BIOCIDAS PROVENIENTES DE LA AGRICULTURA EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

Fernando Santibáñez Q⁽¹⁾ y Paola Cofré⁽²⁾

(1) Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. (2) Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Pese a los notables beneficios que implica el uso de agroquímicos en la agricultura, un manejo inadecuado de estos productos puede significar, en algunos casos, un impacto negativo en el medio ambiente, el que se traduce en la contaminación de los cuerpos de agua, del suelo y de la atmósfera.

El manejo poco tecnificado del agua de riego, junto a las altas dosis de fertilizantes y biocidas en la Región Metropolitana, convierte a esta actividad en una fuente contaminante potencial de los acuíferos.

La contaminación de las aguas subterráneas de la R. M. por fuentes difusas es un problema difícil de evaluar en su total magnitud, debido a las complejidades de las múltiples relaciones entre los factores que regulan la dinámica de la contaminación de los acuíferos. El presente trabajo constituye una aproximación en el dimensionamiento del impacto potencial de la actividad agrícola en la contaminación difusa de los cuerpos de agua. Con este objetivo se propone una metodología basada en balances de masa y que integra las características de los suelos, la superficie cultivada con cultivos anuales y frutales, el balance hídrico de los cultivos, las prácticas de fertilización, la persistencia de los biocidas en el suelo y el clima de la Región Metropolitana. En ausencia de información experimental precisa, se estiman algunos parámetros del balance de los fertilizantes y los biocidas, lo que permite dimensionar los aportes potenciales de las superficies cultivadas a las napas freáticas de esta Región.

CONTAMINACIÓN POR DERRAME DE CIANURO EN TRANQUES DE RELAVE

SYLVIA V. COPAJA y JULIO HIDALGO

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

En este trabajo se discute el efecto de un derrame de varios miles de metros cúbicos de Cianuro desde un tranque de relaves ubicado en una instalación minera dedicada a la extracción de oro y plata, en el Norte del país. Este accidente ocurrió en momentos de comienzo de nevadas. Por este motivo y por estar ubicado a gran altura, no fue posible abordar el caso inmediatamente.

Por datos de monitoreo de los piezómetros, ubicados aguas abajo del área impactada, dos meses más tarde, las concentraciones de Cianuro fluctuaban entre 100-200 mg/L de Cianuro total y del orden de 80-100 mg/L de Cianuro libre. Tres meses más tarde, las concentraciones en suelos eran de 140 mg/kg promedio de Cianuro total y 33 mg/kg de Cianuro libre, en un lugar donde afloró el derrame aguas abajo, mas o menos a 200 metros de la cortina del tranque de relaves. En lugares más alejados al centro de impacto las concentraciones variaron entre 4,8-14 mg/kg de suelo superficial. Seis meses más tarde los pozos de monitoreo y las aguas superficiales de dos esteros receptores de las vertientes superiores, no registran presencia de Cianuro, lo que indica valores por debajo del límite de detección del método analítico utilizado (1).

Una posible explicación para esta "autodepuración natural" se encuentra en las características geológicas, hidrológicas, físicas y químicas del suelo en este lugar. Entre ellas un suelo muy permeable, su textura franca arenosa, predominando en el subsuelo roca fragmentaria y grava gruesa. Esta permeabilidad permite escurrimientos subsuperficiales y no-permanentes, en depósitos de suelos residuales y escombros de pendientes. Además, con escurrimientos subterráneos de depósitos fluviales-glaciares de quebradas. El flujo global de los escurrimientos en la zona de derrame es hacia el estero principal del área.

Valores de pH, entre 5,5-7,2, conductividad 26-130 $\mu\text{ohm/cm}$, así como la presencia de algunos metales pesados entre ellos: Cd, Cu, Fe, Mn, Ni y Pb; determinados en las muestras, permiten inferir por un lado la difusión de Cianuro libre desde el suelo superficial y por otro lado la formación de complejos metálicos solubles, los que escurren por un proceso de lixiviación favorecido por las características del terreno.

Referencias

1. Standard Methods. 20th Edition (1998).

Agradecimientos

Al Depto. de Investigación y Desarrollo (DID) Universidad de Chile.

ESTUDIO DEL EFECTO DE USAR AGUAS CLARAS DE RELAVE PROVENIENTES DE LA MINERIA DEL COBRE

Julio Hidalgo C., Verónica Bustos G. y Julio Vergara G.

Instituto Profesional Asociación Chilena de Seguridad (IPACHS).
General Jofré 038. Providencia. Santiago. Chile. E-mail: ipachs@entelchile.net

El uso potencial de las aguas claras provenientes del Embalse Carén cuenta con 13 años de experimentación, teniendo una nutrida recopilación de antecedentes fisico-químicos y de producción, la Hacienda Loncha ha tenido un sistema de riego sostenido con aguas conteniendo elevadas concentraciones de Molibdeno (0,5 ppm) y Sulfato (1.380 ppm).

Los resultados experimentales permiten determinar lo siguiente: El Molibdeno tras una fase aproximada de cuatro años de acumulación, satura los primeros 35 cm del perfil del suelo, quedando fuertemente retenido en concentraciones relativamente estables de 35 a 40 mg/kg. Queda de manifiesto este estrato como el que presenta mayor reactividad en relación a los demás horizontes subsuperficiales (1). Los sulfatos lixivian con facilidad saturando rápidamente el primer metro del perfil en concentraciones que van desde 1.400 a 2.000 ppm. La conductividad eléctrica, como buen indicador de salinidad, relaciona estos valores cuando se ha producido la saturación del suelo; porque no se incrementa, a pesar de seguir siendo regados con agua de relaves.

El Molibdeno es un metal pesado esencial para la vida y requerido en mínimas concentraciones por las especies vegetales. En las plantas es absorbido como Molibdato y su biodisponibilidad está directamente relacionada con el pH del suelo, siendo óptima a las ocho unidades y deficiente a pH menores que 5,5 unidades.

La alfalfa es una buena acumuladora de Molibdeno en su follaje, su riego con aguas conteniendo 0,4 ppm de metal ha permitido cosecharla con valores inferiores o cercanos al límite máximo de 3 ppm en tejido vegetal. En rumiantes, una adecuada concentración permite que aumenten de peso, al estimular la acción de los microorganismos del rumen en la degradación de celulosa. Cuando existen niveles elevados de Mo en suelos, de 20 a 100 ppm y con una relación $Cu : Mo < 2$ en forraje, se les produce la hipocuprosis (anorexia). En contraste, los monogástricos presentan tolerancia a una dieta rica en Molibdeno, como lo demuestra experiencia sobre ocho años en conejos y cobayos.

Los años de experimentación y estudio permiten diferir sobre las apreciaciones de la Norma de Riego NCh 1333 para establecer los límites permisibles adecuados para nuestra realidad agroecológica: 0,01ppm para el Molibdeno en consideración que hasta 5 ppm del metal en perfil edáfico se consideran adecuados para diferentes suelos de uso agrícola. De los experimentos usando agua de riego con concentraciones de 0,4 a 0,5 ppm, han permitido cosechar forraje con niveles del metal en rangos frecuentemente observados en diferentes tejidos vegetales.

Referencias:

1.- Uso agropecuario de agua efluente del embalse relave Carén. SICA Ing. Año 91-92.

Agradecimientos: a CODELCO-CHILE DIVISION EL TENIENTE y al SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG), por la información aportada.

EFEECTO DEL EMBALSAMIENTO DE LAS AGUAS DEL RIO BIO-BIO SOBRE EL TRANSPORTE DEL MATERIAL PARTICULADO

Cecilia Toro Villegas, Manuel Contreras Leiva

Laboratorio Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile;
Las Palmeras #3425, Ñuñoa, Santiago, Chile.

Los ríos son ecosistemas lineales que evacuan hacia los océanos el agua caída sobre las masas continentales. Esta transferencia gravitacional hace que se disipe la energía potencial contenida en el agua, dando como resultado modificaciones importantes en la morfología de los cauces fluviales. Este proceso influye fundamentalmente en la carga de sólidos que arrastran las aguas, como en la calidad química de las aguas. Este material particulado en suspensión en contacto con el agua es transformado y degradado en procesos físico-químicos y/o biológicos, dando como resultado las características químicas al agua y la productividad biológica de los ecosistemas acuáticos.

Las alteraciones hidráulicas de los cauces de los ríos, como son la construcción de embalses, afectan potencialmente los procesos de transporte de material particulado y por ende, los procesos biogeoquímicos. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la construcción del embalse Pangue (Cuenca del río Biobío), sobre la carga de material particulado que es exportado por la cuenca.

Se realizaron muestreos estacionales entre los meses de marzo de 1997 y junio de 1999, en 4 estaciones ubicadas: i) aguas arriba de embalse Pangue (Huirí Huirí), ii) aguas abajo embalse Pangue (Pangue), iii) aguas abajo de la ciudad de Los Angeles (Coigüe) y iv) en la desembocadura del río Biobío (Pte. Viejo). Se obtuvieron muestras *compuestas* en cada estación, lo cual consistió en la obtención de 5 muestras representativas de la sección transversal de cada estación cada 4 horas durante 24 horas. El análisis de la cantidad de material particulado y su composición se realizó según los métodos descritos en el Standar Methods (APHA, 1995). Los datos de caudales fueron obtenidos de las estaciones limnométricas de Endesa y DGA (MOP).

En los resultados obtenidos de concentración del Material Particulado se encontraron diferencias significativas entre la estación Pte. Viejo con el resto de las estaciones en los meses de Marzo y Junio de 1997 y Junio de 1998. En cuanto a la masa transportada las estaciones Huirí-Huirí y Pangue no presentan diferencias significativas durante el período de trabajo. Tanto en concentración y masa Inorgánica como en masa Orgánica la estación Pte. Viejo presentó diferencias significativas con el resto de las estaciones en los meses de Junio de 1997, 1998 y 1999, y Septiembre de 1997 y 1998. Lo mismo ocurre con tal estación en lo que respecta a concentración orgánica, pero sólo en los meses de Septiembre de 1997 y 1998, y Junio de 1998 y 1999. Por último, la estación Pte. Viejo es la que muestra la mayor variabilidad intermensual en concentración y masa de Material Particulado, tanto orgánico como inorgánico.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA REUTILIZACION EN RIEGO DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS DEL JARDIN ZOOLOGICO NACIONAL

Marcia Montero Ruiz, Dr. Fernando Núñez Salinas*

Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

* Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile

La importancia de respetar el medio ambiente en el que vivimos, ha llevado a la humanidad a buscar la manera de progresar armónicamente con él. En este contexto, el Parque Metropolitano de Santiago y específicamente su departamento el Jardín Zoológico, buscan realizar sus actividades cotidianas junto a una adecuada protección del medio ambiente. Con el fin de aproximarse a un buen manejo del recurso hídrico, se realizó un estudio para la posible reutilización de los residuos líquidos del Zoológico.

En el desarrollo del presente estudio, se recopilaron los antecedentes del origen, distribución, consumo, disposición y destino de las aguas que utilizan en dichas dependencias; se revisó y recopiló la legislación vigente ah-doc; los residuos líquidos del Zoológico (provenientes de las jaulas) se sometieron a análisis para conocer parte de sus componentes, los que fueron examinados a la luz de la legislación y su potencial reutilización.

Los parámetros analizados fueron nitrógeno, fósforo, DBO₅, sólidos suspendidos, detergentes, poder espumógeno, aceites, pH, temperatura, caudal y coliformes fecales a cargo del laboratorio Hidrolab (autorizado por la SISS); además, de la posible presencia de algunos metales como cadmio, cobre, níquel, plomo y zinc, en dependencias de la Facultad de Ciencias por el método de Voltametría de Redisolución Anódica, todo esto para un día Lunes.

Los resultados de dichos análisis, arrojan valores aceptables en su mayoría para un reciclaje de las aguas residuales, salvo los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales, los que aparte de ser altos, representan un riesgo potencial para la salud pública. Sin embargo, estos resultados no pueden generalizarse para la semana. Por esto, su virtual reutilización previo tratamiento, queda supeditada a un análisis completo de los residuos líquidos del Zoológico.

Aún así, suponiendo la composición de las aguas residuales constante a través de los días, lo que es factible por el origen común de ellas, se presenta una propuesta de tratamiento para poder reutilizarlas de manera más segura, desde un punto de vista sanitario. Esta propuesta implica mayor facilidad de concretarse en la futura construcción del Zoológico, pudiendo otorgarse la infraestructura necesaria en conjunto a la de levantar el nuevo recinto.

DIFUSION EN CAPA FINA: OPTIMIZACION DE UNA TECNICA PARA LA DETERMINACION DE ESPECIES DISUELTAS EN AGUAS NATURALES

Pizarro J.¹, Rubio M.A.², Lira G.²

¹Depto. Ing. Geográfica, Fac. Ingeniería, USACH Casilla 10233 (jpizarro@lauca.usach.cl);

²Depto. Cs. Químicas, Fac. Química y Biología, USACH, Casilla 40 correo 33

(mrubio@lauca.usach.cl)

La distribución de especies disueltas en aguas de ríos y lagos puede alcanzar una gran diversidad como resultado de los procesos autóctonos y de aporte alóctono que pueden determinar las características químicas tanto de la columna de agua como de los sedimentos. Especial atención se debe colocar a la contaminación de metales traza provenientes de actividades industriales y mineras.

El conocimiento de la toxicidad y ciclos biogeoquímicos que presentan dichos metales, dependen de la capacidad para obtener mediciones confiables de la concentración en el medio natural. La dinámica de la interfaz sedimento-agua, resultado de una intensa actividad química y biológica, es una zona de interés por la presencia de gradientes de especies químicas¹. A esta zona precipita material particulado de origen orgánico y mineral el que, junto al formado en la misma zona, se acumula en concentraciones significativas. La oxidación del material orgánico y la simultánea reducción de O₂, NO₃⁻, Mn(IV), Fe(III), etc., da cuenta de la formación de especies reducidas y solubles, por ejemplo de Fe(II) y Mn(II), provenientes de la descomposición de los óxidos de estos metales. Este proceso puede ir acompañado de la liberación de metales adsorbidos o asociados a los óxidos mencionados.

En los últimos años se han venido desarrollando técnicas de medición *in situ*, que permiten minimizar los riesgos de contaminación y aumentar la resolución espacial en la determinación². La técnica de gradiente de difusión en capa fina permite medir metales traza en aguas intersticiales. El dispositivo consiste en un gel de poliacrilamida, preparado con una resina, Chelex 100, otro gel de poliacrilamida que cubre al anterior y una membrana que protege a ambos. El conjunto se dispone en un soporte de acrílico.

En el desarrollo y puesta a punto de la técnica se ha utilizado Fe y Cu. Estos metales han sido determinados por espectroscopia de absorción atómica. Para ambos metales se han optimizado los tiempos de exposición del dispositivo de muestreo en el medio a analizar, tiempo de elución del metal desde la resina y el grosor de la capa de difusión a través del gel.

¹Santschi P., Höhener P., Benoit G. y Buchholtz-ten Brink M. (1990). *Chemical processes at the sediment-water interface*. Mar. Chem., 30, 269-315.

²Davison W., Fones G., Harper M., Teasdale P. y Zhang H. (2000). *Dialysis, DET and DGT: in situ diffusional techniques for studying water, sediments and soils*. In *situ Chemical Analysis in Aquatic Systems*, eds. Buffle, J. Y Horvai, G., Wiley.

Agradecimientos

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

MEDICIÓN DEL ESPESOR DE LA CAPA DE OZONO EN LA ZONA TROPICAL AMERICANA DURANTE EL VERANO DE 1974-1975

J. GORTY, N. S. GARCÍA, M. A. GARCÍA

Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

SECCIÓN ATMÓSFERA

MEDICIÓN DEL ESPESOR DE LA CAPA DE OZONO DIARIO EN ARICA DURANTE EL PERIODO 1996-1998

J.CORTES¹, M.RIVAS², E. ROJAS²

¹ Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá, Arica

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá, Arica

En Arica, latitud 18°34'S – longitud 70°23'W – altura 23 msnm, se han realizado mediciones periódicas del espesor de la columna de ozono en la vertical del lugar, utilizando un equipo portátil que mide radiación solar ultravioleta directa, para lo cual dispone de colimadores que impiden la entrada de radiación difusa. Las bandas de radiación UV-B que mide el equipo terrestre se encuentran centradas en 303 y 313 nm. La calibración del equipo ha sido realizada midiendo a lo largo del día en condiciones de cielo claro y utilizando los datos satelitales del instrumento TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) de la NASA para la obtención de las constantes del equipo, a y b, mediante el uso de los diagramas de Langley a través de la ecuación:

$$DU = \frac{a * \ln R - b}{m_a}, \text{ en donde el cociente } R = \frac{S_{313}}{S_{303}} \text{ y } m_a \text{ es la masa de la columna de}$$

aire correspondiente (1)

En este trabajo se presentan las mediciones de ozono diario durante el periodo 1996-1998, en días de cielo claro de mínima nubosidad. Los valores obtenidos para el espesor de la capa de ozono atmosférico en la vertical del lugar muestran un comportamiento muy particular en torno al mediodía solar. No obstante, siguiendo el comportamiento general de ir aumentando desde la mañana para alcanzar los valores máximos de ozono hacia el mediodía solar, se encontró que se producía una disminución en el espesor de la capa de ozono en un rango de 3 a 14 % cerca del mediodía solar. Las mayores variaciones se encontraron en los días julianos 36 y 43 del año 1998 (en torno a un 14%), En el año 1996 se observó una variación en torno a un 10% (día 356). En relación al año 1997 las variaciones observadas fueron en torno a un 7 % (días 24 y 72). Es necesario además, destacar el hecho que la disminución del espesor en la capa de ozono mostró una variación de un 3,3 % en torno al mediodía solar en el día 140 del año 1998, siendo este año el que se denoto una mayor variación en la época de verano, en los días en estudio.

Las mediciones de este comportamiento diario en la columna de ozono atmosférico no son comparables a las informaciones satelitales, por el motivo que el instrumento TOMS de la NASA sólo registra un valor diario para las coordenadas del lugar.

Este efecto fue observado en distintas épocas del año y en distintos periodos de tiempo; dada la magnitud de la disminución del espesor de la capa de ozono cerca del mediodía solar y basándonos en datos teóricos presentes en la literatura podemos esperar que debido a esta disminución se podría producir el aumento importante en los niveles de radiación ultravioleta que se recibe a nivel del suelo, hecho el cual nos encontramos estudiando.

Referencia (1) F.Jaque, G. Lifante and L.Da Silva, Physica Status Solidi (1994).

EFFECTO DE LA RADIACION UV EN MICROALGAS EN CULTIVO

Consuelo Gamboa, * Vivian Montecino² Verónica Muñoz.

* Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

² Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Las Palmeras 3425 Casilla 653 Santiago Chile.

La disminución del ozono estratosférico produce un aumento en la radiación ultravioleta-B (UV-B) incidente y como consecuencia de ello, graves daños en los seres vivos, en la vegetación y en la agricultura (1). En el medio acuático, la capacidad de penetración de la radiación UV es altamente dependiente de la concentración de compuestos orgánicos disueltos (especialmente material húmico) y del material particulado. En lagos ultraoligotróficos y en océanos, la profundidad a la cual llega el 1% de la radiación UV-A es de 132 m (longitud de onda λ de 360 nm) y es de 30 m para la radiación UV-B (λ 300 nm), con consecuencias nocivas para los organismos marinos, para el fitoplancton, para las bacterias, zooplancton, y los peces.

En el presente trabajo se estudia el efecto de la exposición a radiación UV- A y UV-B de tres especies de microalgas mantenidas en condiciones controladas de laboratorio, a través de la formación de Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2). Después de irradiar las muestras los niveles de H_2O_2 se determinaron mediante el método de espectrometría de fluorescencia de la Escopolatina (adición de alícuotas sucesivas) el cual presenta un límite de detección del orden nanomolar (2). Las especies estudiadas son: el dinoflagelado *Alexandrium catenella*, la diatomea *Phaeodactylum tricorutum* y la crisofícea *Aureococcus* sp que representan taxas diferentes.

También se determinaron los niveles de los pigmentos fotoprotectores como lo son los β carotenos y la clorofila - α por medio de los métodos colorimétricos convencionales para ello.

La discusión de los resultados permite postular que la formación de peróxidos en estas especies proviene fundamentalmente del interior de las células de las especies estudiadas y/o de la interfase

Bibliografía.-

- 1.- "Radiación Solar y Fotoprocesos Atmosféricos". Eduardo Lissi, Eugenio Sanhueza, Ed. Universidad de Santiago
- 2.- Miller W.L. and Kester D.R. Hydrogen Peroxide measurement in seawater by (p-hydroxyphenil acetic acid dimerization) 1988, Anal. Chem. 60: 2711

DESARROLLO DE UN SENSOR ULTRAVIOLETA DE BAJO COSTO CON CAPACIDAD DE POST-PROCESAMIENTO DE DATOS

ERNESTO GRAMSCH Y RAÚL LABBÉ

Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile
Avda. Ecuador 3493, Santiago, Chile

Se ha desarrollado un equipo basado en detectores de silicio sensibles a la radiación ultravioleta acoplados a filtros ópticos. Para resolver el problema de la alta sensibilidad de los detectores de silicio a la radiación visible y parte del infrarrojo, se ha caracterizado en forma completa el porcentaje de la radiación no ultravioleta que logra pasar al detector en las distintas condiciones que existen en terreno. Esta caracterización se introduce en el circuito electrónico para obtener una calibración. El equipo tiene tres sensores con filtros ópticos centrados alrededor del UV-B (280 – 320 nm), UV-A (320 – 400 nm) y uno centrado alrededor del rojo (650 – 750 nm). Mediante una combinación de la señal proveniente de los tres sensores, se puede obtener la radiación UV-B y UV-A. Para la calibración del equipo, se realiza una medición simultánea con detectores UV-A y UV-B calibrados.

Un microcomputador incluido con el equipo realiza el procesamiento de la señal proveniente de los detectores, y entrega datos en forma de radiación instantánea y Dosis de Eritema para los 4 tipos de piel más comunes.

RÉGIMEN DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN VALDIVIA-CHILE (39.8° S)

Ch. Lovengreen*, H. Fuenzalida **y L. Villanueva*

* Instituto de Física, Facultad de Ciencias, U Austral de Chile

**Dpto de Geofísica, Facultad de Ciencias. Físico Matemáticas., U de Chile

Casilla 567, Valdivia, Chile

e-mail: clovengr@uach.cl

Con datos recolectados mediante el radiómetro multicanal GUV 511 entre enero de 1995 y marzo de 1999 en Valdivia se caracterizan los ciclos diario y anual de la radiación de 340 nm y 305 nm. Las tasas de dosis y dosis diarias eritemáticas son igualmente caracterizadas.

Para el mes de enero las irradianzas máximas de mediodía son de 7.4 y 64 $W/cm^2/nm$ para 305 nm y 340 nm, respectivamente; en julio estas cifras se reducen a 0.3 y 20. Las dosis eritemáticas diarias fluctúan entre 300 y 6000 J/m^2 entre julio y enero.

Un evento con muy escaso ozono total (altas tasas de dosis) es presentado, ilustrándose su evolución espacio temporal con imágenes TOMS. Las variaciones de ozono total, medidas desde el espacio, y las variaciones de nubosidad, inferidas de la radiación UV-A, dan cuenta de un 77% de la variabilidad de las fluctuaciones diarias de radiación UV-B.

METODO DE ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN GLOBAL EN SUPERFICIE USANDO UN MODELO DIGITAL DE ELEVACION

Luis Gutiérrez O.^(1,2), Eduardo Mera G.⁽¹⁾, Luis Morales S.⁽¹⁾

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile⁽¹⁾

Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad Marítima de Chile⁽²⁾

RESUMEN

Se presenta una metodología para la estimación de la radiación solar en superficie considerando la posición del sol en la esfera celeste y los parámetros geomorfológicos de superficie, sin considerar los efectos atmosféricos de absorción, emisión y scattering. Para la estimación de la radiación solar instantánea, que incide sobre una superficie orientada arbitrariamente se usa la expresión

$$I = I_0 E_0 [\cos(\beta) \cos(\theta_z) + \sin(\beta) \sin(\theta_z) \cos(\psi - \gamma)]$$

donde I_0 es la radiación solar en el tope de la atmósfera, E_0 la distancia tierra sol en unidades astronómicas, β es la pendiente de la superficie, θ_z es el ángulo zenital solar, γ es la exposición al sol y ψ es el ángulo azimutal solar. La ecuación anterior se implementó en un programa computacional, al cual se le ingresa el día del año y la hora en que se desea estimar el valor de la radiación solar. El modelo digital de elevación se construyó a partir de las curvas de nivel digitalizadas a partir de cartografía IGM 1:250000 e interpolación de inverso al cuadrado de la distancia, usando un sistema de información geográfico llamado Idrisi. También a partir de este software se calculó de la exposición y la pendiente de superficie. De estos parámetros calculados es posible estimar la radiación solar instantánea en superficie y para un lugar con una orientación y pendiente específica. En una segunda etapa se espera introducir el efecto de la atmósfera.

DISTRIBUCION AREAL DE ISOPACAS Y ESTIMACION DE VOLUMENES DE DEPOSITOS DE CENIZA VOLCANICA

Juan C. Parra y P. Acevedo

Depto. de Ciencias Físicas. Fac. Ingeniería, Ciencias y Administración.

Universidad de La Frontera.

Av. Francisco Salazar 01145. Casilla 54-D. Temuco, Chile

Email: jparra@ufro.cl - p.acevedo@ufro.cl

Un modelo del tipo advección-difusión es aplicado a una eventual erupción de carácter explosiva en el volcán Lonquimay ($38^{\circ}22'S-71^{\circ}35'W$), Andes del Sur, Chile.

El modelo considera procesos de advección horizontal, difusión turbulenta y deposición vertical, todos integrados en una ecuación de evolución que describe la concentración de partículas en cada instante y punto del espacio. Su resolución, vía método de diferencias finitas, considera como input de información: coeficientes de difusión, velocidad terminal de caída de las partículas eruptadas, perfiles de intensidad de viento y la concentración de partículas que por unidad de tiempo abandona la columna eruptiva.

Bajo condiciones estacionales de verano e invierno, los resultados obtenidos permiten obtener la distribución areal de las isópacas y los volúmenes de ceniza depositados a nivel del suelo.

DETERMINACIÓN DE LA MASA DE PLUMAS VOLCÁNICAS MEDIANTE EL ESPESOR OPTICO

Sonia Montecinos G. y Plinio Durán G.

Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de La Frontera

Casilla 54-D, Temuco, Chile

e-mail: smonteci@ufro.cl, pduran@ufro.cl

En este trabajo se propone una metodología general para determinar la cantidad de material particulado presente en una pluma volcánica, a partir de datos de radiación en las bandas del infrarrojo termal, medidos desde satélites. La metodología es la siguiente: aceptando que en esta región espectral la pluma se comporta principalmente como atenuador de la radiación [1], el espesor óptico de cada píxel esta dado por $\tau = \ln(R_p / R_s)$, donde R_p es la radiancia que mide el satélite y R_s la radiancia que detectaría el satélite si no hubiera pluma.

Este valor se calcula interpolando los valores de radiancia provenientes de píxeles aledaños a la pluma.

Con el dato del espesor óptico es posible determinar la masa de la pluma en el píxel considerado. Para ello se supone una distribución de tamaño homogénea de partículas y un coeficiente de extinción $Q_e=2$. La masa total se calcula a a partir del **espesor óptico**

acumulado $\tau = \sum \tau_i$, donde la suma se realiza sobre todos los píxeles. Puede mostrarse

que la masa total puede estimarse por la expresión $M = 2/3Ar_0\tau$, con A el área del píxel,

ρ la densidad de masa y r_0 el radio efectivo de las partículas.

Si se aplica este método a la erupción del volcán Lonquimay (1989), usando $\rho = 2.6[\text{gr}/\text{cm}^2]$, $r_0 = 100[\mu\text{m}]$ [2], se puede estimar que la masa de la pluma en los días en que duró la erupción varió entre las 70 y 50 [kton].

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el proyecto DIDUFRO 9637, de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad de La Frontera, Temuco.

[1] S. Wen and W. Rose, J. Geoph. Res. 99, 5421-5431 (1994).

[2] L. Wilson and T.C. Huang, Earth and Planetary Sc. Lett. 44, 311-324 (1979).

PANTALLAS MOLECULARES DE RADIACION ULTRAVIOLETA SOLAR Y ESCALAS DE FACTOR DE PROTECCION

Raúl G.E. Morales, Alexis Hidrobo y Gregorio P. Jara
Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Centro de Química Ambiental y Departamento de Química
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
casilla 653, Santiago, Chile

Se clasifican como pantallas moleculares de radiación ultravioleta solar a aquellas especies que poseen una o varias bandas electrónicas de absorción de radiación en el rango ultravioleta comprendido entre los 280 y 400 nm. Estas especies moleculares, en función de sus coeficientes de absorción molar, impiden que esta radiación penetre en un medio material determinado, actuando como protectores de especies más sensibles o fotoquímicamente activas, degradando la radiación incidente principalmente en energía térmica.

En el presente trabajo, un amplio espectro de moléculas orgánicas del tipo aromáticas polares, con grupos aceptor y dador de carga, han sido caracterizadas respecto de su capacidad protectora de radiación ultravioleta solar. Y se han medido haciendo uso del concepto clásico de Factor de Protección Solar (SPF), en referencia al compuesto de homosalato en una solución estándar de aceite mineral con factor de 4.2.

Sin embargo, es bien sabido que este método clásico de FPS corresponde a una metodología esencialmente empírica basada en la formación de eritemas en la piel, la cual responde en función del tiempo de exposición o de la cantidad de radiación a la que ha sido expuesta. De esa manera se determina la dosis mínima de radiación formadora de un eritema (DME) con y sin moléculas protectoras de radiación, estableciéndose el FPS como la razón entre DME(sin protector)/DME(con protector).

Siendo este un método muy dependiente de variables biológicas y ambientales físicas, tales como los tipos de piel, espesor y características de la solución, carácter oxidante del medio, exposición a la humedad y el aire seco, etc., resulta ser poco apto para establecer comparaciones entre diferentes pantallas moleculares, así como para caracterizar rangos espectrales propios de la radiación solar como el rango UV-A y UV-B. De ahí, que en el presente trabajo se realiza un estudio comparativo de especies moleculares orgánicas haciendo uso de un nuevo método de determinación de Factor de Protección Solar de Escala Espectroscópica,^{1,2} basado en nuevos conceptos que hacen uso de un estándar de radiación solar y del espectro de acción correspondiente al espectro de absorción molar.

Los resultados son promisorios y permite realizar estudios cuantitativos independientes del medio empleado.

Agradecimientos. Trabajo financiado con el proyecto Fondecyt 1990709.

1. R. G.E. Morales, G.P. Jara y V. Vargas, *J. Photchem. Photobiol. A: Chem.* 119(1998)143-146.

2. R.G.E. Morales, A. Hidrobo y G.P. Jara, *Spectroscopy*, 14 (2000)141-146.

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA ESCUELA
LA HABANA, CUBA

SECCIÓN EDUCACIÓN AMBIENTAL

“QUIMICA AMBIENTAL EN LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA, CUBA”.

Isel Cortés Nodarse

Laboratorio de Investigaciones y Servicios Analíticos (LISAQ). Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE), Universidad de La Habana.

IIMRE – Universidad de La Habana.

Zapata y G. Vedado. CP 10400 , Ciudad de La Habana, Cuba

e-mail: isel@imre.oc.uh.cu

La Universidad de La Habana, la más antigua de las universidades cubanas, cuenta con una amplia tradición de estudios ambientales en los entornos locales, nacionales y regionales. Sin embargo, los enfoques paisajísticos y ecológicos han predominado durante años por encima de la multidisciplinariedad aconsejable para estos casos. La química ambiental, como disciplina básica e integradora de las cantidades y reacciones de los elementos y compuestos químicos en las diferentes partes del ambiente físico, biológico y social, ha estado en un nivel secundario. Los factores objetivos y subjetivos de este lugar se analizan en el trabajo.

En los últimos dos años se observa una tendencia a un cambio en la posición de la química ambiental, manifestado en:

- a) Aumento en la participación en grupos multidisciplinarios para estudios ambientales cortos.
- b) Aumento en la participación en proyectos conjuntos de investigación ambiental.
- c) Asesoría de doctorados en temas de química ambiental.
- d) Participación en un programa unificado de Maestría Ambiental.
- e) Confección e implantación de una estrategia ambiental universitaria que aporta la base de proyección para incluir lo ambiental en todos los aspectos de la vida universitaria.

Los datos que evidencian tal tendencia se presentan en el trabajo.

Además, el estudio de las tendencias encontradas en un marco lógico de condiciones externas e internas permite avizorar tres momentos importantes para el futuro inmediato:

1. Inauguración del Laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad de La Habana, en cuyo proyecto hemos trabajado desde finales de 1998.
2. Acreditación de dicho laboratorio para realizar ensayos en muestras ambientales.
3. Celebración en La Habana del V Simposio Centroamericano y del Caribe de Química Analítica Ambiental y Sanitaria.

OPTIMIZACIÓN DE EVA EN RENDIUS INDUSTRIAL

SILVIA A. COPPIN, JUAN A. GARCÍA
MAYA MENDEZ

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas,
Universidad de Chile, Fonnal y Alameda 1700, Santiago,
República de Chile. Correo electrónico: silvia.coppin@uc.cl

El presente artículo se refiere a la optimización de los procesos de producción de EVA en la industria, considerando los aspectos económicos, ambientales y de seguridad. Se describe el proceso de producción de EVA y se analizan los factores que influyen en su rendimiento. Se propone un modelo de optimización que permite determinar el nivel óptimo de producción, considerando los costos de materia prima, energía y mano de obra, así como los impactos ambientales y de seguridad. El modelo se valida con datos de la industria y se demuestra que es capaz de determinar el nivel óptimo de producción de EVA en la industria.

SECCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

OPTIMIZACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS

SYLVIA V. COPAJA¹, JULIO HIDALGO¹, NELSON GUTIÉRREZ¹
MAYA MENDÉZ² y JOACHIM VOGDT³

¹Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago, Chile. E-mail scopaja@uchile.cl ²Ingeniería Ambiental. Instituto Nacional de Capacitación Profesional (INACAP) ³Ingeniería Alemana.

La planta de tratamiento en su origen fue diseñada para realizar un tratamiento preliminar de los desechos mediante una cámara de reja y volteo, de limpieza automática, operada por un sistema que regula el periodo de limpieza de la cámara de rejas. A continuación se encuentra un separador de grasas, mediante flotación, que separa partículas sólidas de una fase líquida, por ascensión a la superficie de aquellas de menor densidad, como es el caso de aceites y grasas. El tratamiento biológico es del tipo de lodos activados, de carácter aeróbico, el cual degrada la materia orgánica y remueve los sólidos coloidales, asegurando que el efluente líquido contenga niveles de materia orgánica que no afecten al medio ambiente. El mismo criterio se utiliza para la disposición de los sólidos generados.

Al año de estar en funcionamiento, la Planta comienza a tener problemas de olores y a superar con creces los parámetros de sólidos suspendidos y demanda biológica de oxígeno disuelto (DBO₅). Un estudio preliminar permitió estimar una sobredimensión del volumen del estanque de aireación, predominio de condiciones anaeróbicas, falta de desarrollo de la biomasa y lodo flotante en el sedimentador.

Se ensayó un proceso de sedimentación primaria, tomando muestras de agua a la salida del desgrasador, para luego someterlas a un proceso de coagulación. Los resultados encontrados indican que los valores de sólidos suspendidos se lograron rebajar desde 3.000-13.550 mg/L a 360-570 mg/L.

Para conocer el problema en el sedimentador se midió la DBO₅ total y disuelta en las muestras de agua. Los valores de la DBO₅ disuelta no presentaron una variación significativa. Probablemente debido a que en el filtrado predomina materia orgánica de tipo coloidal, la que no es retenida por el papel filtro (Watman N° 2). Al ensayar el proceso de tratamiento físico-químico, de coagulación con Sulfato de Aluminio y Cloruro Férrico se obtuvieron buenos resultados al bajar los sólidos suspendidos desde 7.100-7.400 mg/L a 200-300 mg/L y la DBO₅ desde 2.800-3.400 a 480-1.100 mg/L. Se demostró además, experimentalmente que a escala de laboratorio la dosificación óptima del coagulante está en el rango de los 240-280 mg/L.

Agradecimientos

Al Centro de Química Ambiental y al Departamento de Investigación y Desarrollo (DID), Universidad de Chile

AUDITORÍA AMBIENTAL DEL PROYECTO RALCO: UN CASO DE ESTUDIO

Marly López Correa Manuel Contreras L.

Laboratorio de Limnología, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias,
Universidad de Chile. Las Palmeras N°3425 Ñuñoa

La evolución de la situación ambiental en el país introdujo nuevas necesidades y desafíos a las empresas, tales como el enfrentar de manera estratégica el tema del medio ambiente, a fin de desarrollar sus actividades sin causar deterioro ambiental, cumpliendo con la normativa ambiental vigente y a un costo razonable.

Una manera de enfrentar este problema es a través de la Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental que actúan de manera preventiva sobre una actividad determinada o proyecto, mediante el diseño de políticas, objetivos y metas ambientales, los cuales son efectuados mediante planes y programas a fin de alcanzar un mejoramiento continuo. Sin embargo, no es suficiente contar con medidas preventivas que garanticen el compromiso con el medio ambiente, se necesita, además, mecanismos que controlen que las medidas adoptadas son las correctas. De esta forma surgen mecanismos de control ambiental tales como la Auditoría Ambiental. Este tipo de procedimiento constituye una herramienta de gestión que ayuda a identificar las deficiencias de un sistema a fin de mejorar la calidad de la gestión.

En Chile, las Auditorías Ambientales constituyen un procedimiento de aplicación voluntaria, que es emprendido principalmente por las grandes empresas del país, cuyo destino de exportación corresponde a mercados internacionales con estrictas políticas de protección ambiental. También, el procedimiento es aplicado a ciertos proyectos que ingresan al SEIA nacional y que por sus magnitudes e implicancias ambientales requieren de una segunda opinión, que es expresada a través de la realización de Auditoría Ambiental Externa, exigida como requisito dentro de la Resolución de Calificación Ambiental que aprueba el Proyecto.

Considerando la importancia que reviste la Implementación de las Auditorías Ambientales en el país como una medida de control, es que se propuso como objetivo principal de este trabajo analizar las principales características de este instrumento aplicado en el Proyecto Ralco, con el fin de identificar sus fortalezas y desventajas. Este proyecto es un caso interesante desde el punto de vista de la Auditoría Ambiental puesto que engloba su implementación en el plano empresarial y estatal.

El análisis efectuado mostró que los factores que influyen directamente en el desarrollo de una Auditoría Ambiental de cualquier tipo son: (1) La disposición organizacional de la Auditoría Ambiental como procedimiento, (2) La calidad y experiencia del equipo auditor, y (3) La capacidad de autocontrol por parte de las unidades que ejecutan la Auditoría Ambiental para detectar sus falencias y corregirlas. En general, las falencias encontradas en los procedimientos de Auditoría Ambiental analizados obedecen, en gran medida, a la falta de experiencia en el tema ambiental no sólo de ENDESA, sino que también a la falta de experiencia en la aplicación de este instrumento a nivel nacional.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

Claudia Rivera Rojas, Julio Hidalgo y Andrés Gómez-Lobo R.
Hospital Dr. Gustavo Fricke, Viña del Mar,
Alvarez 1532, Viña del Mar, Chile.
rsalmona@123click.cl

Un Hospital, desde el punto de vista de la Salud Ambiental, es un establecimiento inserto en una comunidad urbana concreta, que interactúa con ella, que le entrega servicios, que utiliza recursos y que por supuesto elimina residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

Sin embargo, no siempre los hospitales han estimado el verdadero efecto que sus residuos y emisiones tienen sobre la comunidad y tampoco han cuantificado la accidentalidad en que ellos ocurren. Es necesario entonces, que se entienda que la responsabilidad de un Hospital no termina en el momento en que sus residuos salen del perímetro del mismo y que su rol va más allá de ser un centro de prestaciones de salud.

Para evitar poner en riesgo a los sectores de la población hospitalaria (pacientes, visitas, funcionarios), el Hospital debe preocuparse por sus residuos desde el momento en que se originan, hasta su procesamiento o eliminación final.

Considerando lo anterior, se hace evidente la necesidad de crear Planes de Gestión de Salud y Seguridad que proporcionen a trabajadores y profesionales de la salud, lugares de trabajo libre de riesgos y peligros conocidos, entre los que se destaca la infección por virus de la Hepatitis B (VHB), virus del SIDA (VIH), y la exposición a materiales o residuos contaminados, tales como sustancias químicas o desechos médicos.

Esto queda claramente definido dentro del marco del Decreto N° 745 del Ministerio de Salud de Chile.

Para dar solución a una parte de este abanico de problemáticas, se presenta este estudio que enfoca su interés particular en el Manejo de los Residuos Biopeligrosos Sólidos y Líquidos generados a partir de tratamientos oncológicos, uso de material médico quirúrgico, y otros aspectos relacionados con la actividad asistencial del Hospital Dr. Gustavo Fricke; por lo cual, las etapas de generación, segregación, acondicionamiento y tratamiento de estos desechos, serán analizadas en profundidad.

PETCOKE: UN COMBUSTIBLE SOLIDO DE TERMOGENERACION ELECTRICA

Carlos Hernández,* Hernán Ríos y Raúl G.E. Morales

*Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Centro de Química Ambiental y Departamento de Química, Facultad de Ciencias

Universidad de Chile, casilla 653, Santiago, Chile. E-mail: raulgem@uchile.cl

El advenimiento de normativas ambientales más estrictas, posteriormente a la aprobación de la ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19300), han ido configurando un cuadro más difícil en el empleo y elección de combustibles altamente energéticos, que cumplan los requerimientos económicos, técnicos y ambientales. Particularmente se ha visto que en las empresas generadoras de energía, esta es una tarea de envergadura, en el afán de colocar a más bajos costos este preciado bien, de amplio e intenso uso en la minería e industria pesada.

La producción e importación en nuestro país del Petcoke como combustible sólido, ha causado hondas preocupaciones y polémicas en cuanto a la legitimidad y a las consecuencias de su empleo.^{1,2} Sin embargo sus costos operacionales y su capacidad calorífica, además de otras propiedades intrínsecas, han llevado a emplearlo en empresas termogeneradoras de electricidad del Norte Grande y de Concepción.

En los últimos años, nuestro país se ha visto sometido a fluctuaciones climáticas que han generado períodos de rigurosas sequías. Tal situación provocó recientemente un impacto profundo en la generación de electricidad en el Sistema Interconectado Central (SIC), debido a su mayoritario componente hidroeléctrico, como fuente principal de este recurso energético. Por otra parte, en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), debido a su condición geográfica, históricamente ha estado fundado en la producción térmica de carbón y petróleo. Sin embargo, en los últimos dos años se ha librado una suerte de competencia conflictiva por la entrada en operaciones del combustible Gas Natural, traído desde la Argentina, y el Petcoke importado, principalmente de U.S.A., ambos combustibles con costos de producción comparables en determinados tipos de tecnologías de combustión operativas actualmente.

Sin duda que, aparte de los conflictos de mercado que con la entrada de este combustible se han producido en nuestro país, hay aspectos inherentes al cuidado y protección de nuestro ambiente tanto en escala local como regional y planetaria, que resultan propias con cualquier tipo de combustible del que se trate, particularmente aquellos problemas que se refieren a otros ámbitos además de la contaminación directa, y que tienen relación con la seguridad nacional a nivel del control de las fuentes energéticas, su transporte, almacenamiento, producción y manejo de desechos tanto gaseosos como líquidos y sólidos.

En el presente trabajo se presenta una relación de la naturaleza y características fisicoquímicas y ambientales de este combustible, así como de sus potenciales impactos en su empleo a gran escala.

1. Raúl G.E. Morales, "Viabilidad ambiental del Petcoke como combustible alternativo en plantas termoeléctricas del S.I.N.G.", Universidad Católica del Norte y Conama II Región, Septiembre de 1999.
2. Raúl G.E. Morales y Hernán Ríos, "Auditoría Ambiental del Petcoke", Informe Técnico, Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Mayo 1999.

MECANISMOS DE DEGRADACIÓN Y
SOPORTE DE MATERIALES

Prof. Dr. D. José María de los Angeles
Prof. Dr. D. Xosé Ramón Barreiro
Prof. Dr. D. Xosé Ramón Barreiro

SECCIÓN MATERIALES

MECANISMOS DE ACLIMATACIÓN AL UV AMBIENTAL EN *SOPHORA MICROPHYLLA*

Susan Hess, Instituto de Química, Facultad de Ciencias
Magdalena Romero, Instituto de Botánica, Facultad de Ciencias
Universidad Austral de Chile

En el presente trabajo se ha realizado un estudio morfológico y químico en plántulas de *Sophora microphylla* (Fabacea) cultivadas bajo condiciones controladas de radiación ultravioleta del tipo B (UV-B), estas radiaciones, que presentan longitudes de onda de 290 a 320 nm, se han incrementado las últimas décadas debido al deterioro observado en la columna de ozono, especialmente en la parte austral de nuestro planeta. Se ha elegido esta planta debido a que es un árbol nativo de los bosques australes que tiene importancia en programas de recuperación de suelos y restauración ecológica de áreas degradadas, así como por su capacidad de adaptación al ambiente y a su hábitat arbóreo.

Para evaluar si niveles variables radiación UV-B son capaces de provocar un cambio en el crecimiento y desarrollo de esta especie, se trabajó en condiciones de campo, aplicando una diferencial de las radiaciones UV, manteniendo normal la transmisión de la radiación fotosintéticamente activa (PAR = 400-700nm). La exclusión diferencial de UV-B se logró utilizando 2 tipos de filtro (Mylar y Acetato).

Al inicio de los tratamientos y al término de cada período vegetativo se realizó en el material foliar de las plántulas cultivadas en ausencia y presencia de UV-B, un estudio de parámetros morfológicos como: Crecimiento, peso (fresco y seco), superficie foliar y densidad estomática. Encontrándose, como se esperaba, que las plantas cultivadas en ausencia de UV-B alcanzan niveles mayores de crecimiento y superficie foliar. Mensualmente se extrajeron los pigmentos foliares (clorofilas y carotenos) y las flavonoides. Estos pigmentos se caracterizaron mediante un espectrofotómetro UV-VIS (GAMA UNICAM 550) que permite observar las bandas de absorción de los pigmentos en una región de 190 a 110 nm. Los resultados se compararon con estándares.

Los análisis de los espectros obtenidos muestran notorias diferencias espectroscópicas entre los pigmentos extraídos de plantas cultivadas bajo condiciones de ausencia y presencia de radiaciones UV-B respectivamente. En general se determinó que las condiciones UV-B no afecta mayormente la concentración total de clorofilas y carotenos. Sin embargo, se observó que la concentración total de flavonoides aumentó, registrándose hasta un 25% más de flavonoides en las especies cultivadas en presencia de UV-B. Adicionalmente se observó que se produce una síntesis selectiva de aquellas flavonoides que son mejores inhibidores de los superóxidos originados por los fotones altamente energéticos del UV-B, como la Quercitina. Cuantitativamente las mayores diferencias se registraron en los meses con mayor flujo de radiación UV-B (septiembre y octubre).

Si bien la concentración total de carotenos no sufrió cambios, los peaks máximos de absorción de estas moléculas presentan un desplazamiento de hasta 8 nm hacia rangos más energéticos del espectro electromagnético. Una respuesta similar ha sido observada en moléculas pequeñas como el trans-estilbeno que al ser sometido a radiaciones altamente energéticas (UV) pasa de la configuración más estable (*trans*) en la menos estable (*cis*) y presentando un desplazamiento en su banda de absorción, según lo observado se propone que un mecanismo similar ocurre en moléculas más grandes como los carotenos los carotenos presentes en el sistema fotosintético.

Referencias:

- 1) L. Stryer (1988) *Biochemistry*, 3th edition; W.H. Freeman and Co.: NY.
- 2) H. Scheer (1991) *Chlorophyll's* 1st edition; CRC press, Inc.: Florida
- 3) Ch.R. Cantor and P.R. Schimmel (1980) *Biophysical Chemistry, Part II: Techniques for the Study of Biological Structure and Function*; Freeman and Co: USA, pp. 454-465
- 4) W.J. Manning and A.V. Tiedemann, "Climate Change Potential effects of increased atmospheric carbon dioxide, ozone and ultraviolet-B radiation on plant disease", *Environ. Pollut.*, 88 219-245.
- 5) J. Levitt, "Responses of plants to environmental stress. Vol. II. 2^a Ed. Academic Press, London. 303 p
- 6) R.G. Zeep, T.V. Callaghan and D.J. Erickson "Effect of increased ultraviolet radiation on biogeochemical cycles", In *Environmental Effects of the Ozone Depletion: 1994 Assessment* *Ambio*, 24, 181-187

BIODEGRADACION DE CELULOSA KRAFT POR LODOS ACTIVADOS CON BIOMASA FIJADA EN SOPORTE INERTE

Villouta, F., Soto, M., Vidal, G. y Diez M.C.

Depto. Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Casilla 54 D, Temuco

cdiez@ufro.cl

La industria de celulosa kraft blanqueada genera aguas residuales que causan impacto ambiental asociado a su contenido de sólidos en suspensión (SS), elevada carga orgánica, expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), toxicidad y color (1). Los procesos convencionales de tratamiento ya sean aerobios o anaerobios, eliminan un elevado porcentaje de DBO (85-95%), sin embargo la eliminación de DQO no sobrepasa el 50%, debido principalmente a la presencia de ligninas de elevado peso molecular y a compuestos fenólicos clorados de difícil degradación (2). Por otro lado, en el tratamiento por lodos activados con aireación convencional, se genera una concentración de lodos en el licor de mezcla (SSVLM) en el rango de 2 a 4 g/L, lo cual parece ser insuficiente para aumentar la eficiencia del sistema. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es estudiar las condiciones operacionales para la biodegradación de un efluente de celulosa kraft blanqueada por medio de un sistema de lodos activados con biomasa fijada en un soporte inerte.

Se trabajó con reactor de lodos activados de 2,7 litros en el cual se colocó en el estanque de aireación un soporte inerte de cubos plásticos esponjosos (20-40% v/v) que permite fijar gran parte de la biomasa sobre y dentro de los cubos. Los cubos se retienen en el estanque de aireación por un tamiz, mientras que el lodo libre va al sedimentador secundario, de donde son recirculados al reactor a través de una bomba mamut. Se utilizó efluente de celulosa kraft blanqueada que utiliza *Pinnus radiata* como materia prima y que proviene de un tratamiento primario de clarificación, para la eliminación de fibra. El nivel de oxígeno dentro del reactor se mantuvo sobre 4 ppm y se adicionó nitrógeno y fósforo a la alimentación de forma de mantener una relación DBO:N:P de 100:5:1. El reactor se operó a temperatura ambiente y se varió el tiempo de residencia hidráulico (TRH) desde 16 a 4 horas. Durante el funcionamiento se midió pH, oxígeno disuelto, índice volumétrico de lodos (IVL), DQO, DBO, SS, fenoles totales, fenoles UV, taninos y ligninas y color. Además, se cuantificó la cantidad de biomasa fijada al soporte a través del recuento en placa de microorganismos utilizando medio PCA 100% y medio PCA con adición de efluente de celulosa (50%).

Los principales resultados indican que el sistema permanece estable obteniéndose eficiencia de remoción de DBO de 90 a 95% y de 50 a 60% para DQO. El contenido de SSVLM aumentó gradualmente con la disminución del TRH, obteniéndose, hasta el momento, un 30% más de biomasa en relación a un reactor convencional de lodos activados. La remoción de taninos y ligninas disminuye con el aumento de la carga orgánica, variando de 35% para TRH de 16 horas a 25% para TRH de 6 horas.

SINTESIS DE UN POLIELECTROLITO Y SU APLICACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE IONES METÁLICOS

O.G. MARAMBIO, G. DEL C. PIZARRO, O. RODRIGUEZ

Departamento de Química, Universidad Tecnológica Metropolitana, J.P. Alessandri 1242, Santiago-Chile.

INTRODUCCION

Una gran variedad de polímeros solubles en agua con fuertes propiedades acomplejantes han sido previamente sintetizados ¹⁾ y utilizados como agentes acomplejantes de iones metálicos. Numerosas técnicas para la separación de iones inorgánicos contenidos en aguas naturales o fluidos industriales o materiales sólidos disueltos han sido utilizadas tales como extracción por solventes, sorpción, intercambio iónico, precipitación, etc. Sin embargo la distribución de los iones metálicos en fase heterogénea constantemente presenta problemas cuando se trabaja con concentraciones trazas, en contraste con esto se tienen excelentes resultados cuando se trabaja en fase homogénea donde el proceso de difusión es controlado ²⁾.

PARTE EXPERIMENTAL

Polímeros: Los polímeros N-maleil glicina-co-acido Itacónico P(MG-co-AI) fueron obtenidos bajo las siguientes condiciones experimentales: En solución, usando tetrahidrofurano o dioxano como solventes, 0.5 % en mol de iniciador (peróxido de benzoilo, BPO), composición molares iniciales variables).

Procedimiento: Se pone en contacto el polímero con los iones metálicos en una celda de reacción con una concentración al 2% de polímeros y 20 ppm de cada ión metálico, previamente se ajusta el pH de reacción. Se realizan 10 filtraciones de 20 mL a las cuales se determina la concentración de iones metálicos que no ha sido retenida por el polímero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los polímeros sintetizados resultaron solubles en agua, metanol y acetona. La composición copolimérica no fue correlativa a la composición inicial de monómeros. Se utilizaron tres polímeros de distintas composiciones copoliméricas para los ensayos de capacidad de retención del agente frente a los iones metálicos tales como Cu(II), Co(II), Ni(II), Cd(II), Pb(II), Zn(II) y Fe(III) a distintos pH (3, 5 y 7). El P(MG-co-AI)-1, cuya composición copolimérica es 1.3 : 2.0 presentó una gran capacidad de retención a pH 5 y 7 prácticamente un 100% de retención de todos los metales en estudio. A pH 3 también presentó altos porcentajes de retención, excepto para Ni, (25%) y Zn (56%). El P(MG-co-AI)-2, cuya composición copolimérica es 1.0 : 3.0 presentó una gran capacidad de retención a pH 5 prácticamente un 100% de retención de todos los metales en estudio. A pH 3 y 7 presentó bajos porcentajes de retención, excepto para Fe, (42%) y Zn (76%) respectivamente. El P(MG-co-AI)-3, cuya composición copolimérica es 1.0 : 4.0 presentó un comportamiento similar al P(MG-co-AI)-2. Se puede concluir que la naturaleza del copolímero que contiene mayor cantidad de unidades MG es mejor agente acomplejante que cuando contiene un mayor número de unidades AI incorporadas en su estructura.

AGRADECIMIENTOS: Se agradece a la Dirección de Investigación de la Universidad Tecnológica Metropolitana por el financiamiento, Proyecto Interno 121/00

1.-K.E. Geckeler, E.Bayer. *Analytica Chimica Acta* 230 (1990) 171.

2.-G. del C. Pizarro, B.L. Rivas, K.E. Geckeler *J.M.S. Pure Appl. Chem.*, A34(5)(1997) 855-864

APLICACION DEL POLIMERO SOLUBLE EN AGUA HIDROXIETIL METACRILATO-co-ACRILAMIDA COMO AGENTE QUELANTE EN LA EXTRACCION DE METALES PESADOS DESDE AGUA.

O.G. MARAMBIO, G. del C. PIZARRO, M. JERIA, M. HUERTA

Departamento de Química, Universidad Tecnológica Metropolitana, J.P. Alessandri 1242, Santiago-Chile
Omarambi@omega.utem.cl

INTRODUCCION

Los polímeros solubles en agua son cada vez más considerados como materiales deseables para ser utilizados en la purificación de aguas naturales ¹⁾. Dentro de estos materiales se encuentran los que pueden actuar como agentes quelantes teniendo en su estructura grupos funcionales que pueden actuar como ligandos frente a los iones metálicos formando complejos ²⁾. La ventaja de usar polímeros solubles en agua para este propósito radica en la estabilidad mecánica de los complejos al encontrarse estos en fase homogénea.

PARTE EXPERIMENTAL

Polímeros: Estos materiales fueron obtenidos bajo las siguientes condiciones experimentales: En solución, usando tetrahydrofurano o dioxano como solventes, 0.5 % en mol de iniciador (peróxido de benzoilo, BPO), composición molares iniciales variables).

Capacidad máxima de retención de Pb(II): El polímero P(HEMA-co-AAm) fue saturado con una solución al 10% de nitrato de plomo(II). Posterior purificación utilizando LPR.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las propiedades de P(HEMA-co-AAm) como agente quelante frente a los iones metálicos tales como Cu(II), Co(II), Cr(II), Ni(II), Cd(II), Pb(II), Zn(II) y Fe(III) fue estudiada utilizando la técnica de ultrafiltración-LPR. La capacidad de retención del agente quelante frente a los iones metálicos puede ser calculada utilizando la siguiente expresión matemática: $R = C_r/C_o \times 100$ (%). Donde C_r es la concentración del metal después del proceso de filtración, C_o es la concentración inicial de los metales.

En general se pudo determinar que este agente quelante tiene una gran capacidad de retención a pH 7 frente a varios metales considerados en este estudio, excepto para Co(II), Ni(II) y Cd(II). Todos los iones metálicos presentan una gran dependencia del pH en el proceso de retención, excepto en los metales previamente mencionados. La capacidad máxima de retención de P(HEMA-co-AAm) frente a plomo(II) depende del pH de interacción observándose un máximo de retención de 182 mg por g a pH 5.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación de la Universidad Tecnológica Metropolitana por el financiamiento, Proyecto Interno 121/00

1) Pomogailo, A.D.; Savost'yanov, V.S. Russian Chemical Reviews 60, (7) 762-783 (1991)

2) Pizarro, G. del C.; Marambio, O.G.; Rivas, B.L.; Geckeler, K.E. Pure Appl. Chem. 1483-1491 (1997)

EVALUACION DEL GRADO DE ESTRÉS OXIDATIVO EN *Chiton granosus* Fremby, 1828 (Mollusca: Poliplacophora)

A. Cabello¹, M.E. Hidalgo², E. Fernández³

¹Facultad de Ciencias del Mar, ²Facultad de Ciencias ³Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso
Casilla 5030, Valparaíso, Chile.
e-mail: maria.hidalgo@uv.cl

Los contaminantes ambientales provocan daño celular en los organismos por un mecanismo que involucra la acción de especies radicalarias, además de las radiaciones gamma y la luz ultravioleta. La oxidación de los lípidos de las membranas celulares por radicales libres procede por un mecanismo en cadena que altera la permeabilidad celular, la capacidad de mantener los gradientes iónicos transmembrana, la actividad de enzimas ligadas a membrana y la fluidez de la matriz lipídica. Para preservar la integridad celular, los organismos aeróbicos disponen de diversos mecanismos de defensa antioxidante, los cuales permiten minimizar los efectos nocivos causados por los contaminantes, además de los causados por la producción de energía a través de la reducción del oxígeno en las mitocondrias.^(1,2)

Chiton granosus, es la segunda especie de quitón en tamaño de Chile y la más abundante en la V Región. Es un organismo primitivo, sedentario de hábitos gregarios y fácilmente colectable del intermareal. La gónada es de gran tamaño con respecto del resto del cuerpo y su sexo es de fácil determinación⁽³⁾, además la gónada es el órgano con mayor concentración de lípidos en comparación con el estómago y manto⁽⁴⁾.

En este trabajo se analizaron macerados de gónada de 80 ejemplares de *Chiton granosus* provenientes de Playa Torpederas y Caleta Montemar, con el propósito de evaluar la posible influencia del medio ambiente y del sexo en el grado de estrés oxidativo. La técnica de determinación de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) fue aplicada a los macerados.

Los resultados mostraron una marcada diferencia entre machos y hembras, expresado como concentración de malondialdehído (MDA), siendo mayor la lipoperoxidación en las hembras, en los dos sitios de muestreo, lo que no sería atribuido al contenido lipídico ya que es el mismo en ambos sexos⁽⁴⁾. Comparando los datos de las dos áreas estudiadas, se aprecia que las concentraciones de MDA son mayores para Torpederas, lo que concuerda con lo esperado por tratarse de un área más expuesta a la contaminación por residuos urbanos. Además se observó que Playa Torpederas presentó individuos de menor tamaño, lo que expresado como índice gónado-somático, no influyó en los resultados obtenidos.

La poca información que sobre los individuos existe⁽⁵⁾, no nos permite deducir la causa principal que explique los resultados obtenidos, sin embargo continuaremos este estudio analizando el estado de defensas enzimáticas que posean.

Literatura Citada:

- 1.- Halliwell, B. Nutr. Rev. 52 (8): 253-265, 1994.
- 2.- Sevanian, A. y P. Hochstein. Ann. Rev. Nutr. 5: 365-390, 1985.
- 3.- Basáez, F. y A. Zamorano. Tesis. UPLA. 1997.
- 4.- Lawrence, J. Carib. J. Sci. 10(1-2): 1-3.
- 5.- Stuardo, J. Investigaciones Zoológicas Chilenas 5: 139-148, 1959

SECCIÓN SUELOS

ACONDICIONAMIENTO ORGÁNICO EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS

Ma. Teresa Varnero¹; Iván Grez²; Raúl Mosqueira² y Boris Zúñiga²
Facultad de Ciencias Agronómicas¹ y Facultad de Ciencias Forestales²
Universidad de Chile (FONDEF D9811036)

Uno de los principales problemas ambientales lo constituyen las actividades industriales extractivas de gran envergadura, como la minería y la explotación forestal, provocando serias alteraciones en su entorno inmediato, siendo causa de pérdida y degradación del recurso suelo. La recuperación de áreas afectadas basada en la restauración ecológica, tiene como actividad principal la restitución de una cobertura vegetal del tipo herbácea, arbustiva y arbórea para contribuir al mejoramiento del medio ambiente, preservando y conservando las características fisiográficas de los terrenos. Sin embargo, previo al establecimiento de una cubierta vegetal, se deben realizar diversas obras físicas para estabilizar el terreno. Posteriormente, preparar o acondicionar el suelo para crear condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas o semillas que se coloquen, mediante el uso de productos como geles hidratantes, fertilizantes o abonos orgánicos. Estos últimos mejoran las propiedades físicas de los suelos, como infiltración, retención de agua, difusión del oxígeno, resistencia mecánica del suelo y otras, lo que favorece el desarrollo radical y por tanto, el crecimiento de la planta. Este trabajo tiene como objetivo implementar una tecnología para acondicionar suelos o sitios improductivos, con alto riesgo de degradación, para mejorar la capacidad productiva de éstos mediante la incorporación de abonos orgánicos.

Los ensayos de restauración con las especies vegetales seleccionadas, se ubicaron en un sector de taludes en la Carretera El Cobre, Sexta Región. Los suelos de este sector son de textura franco arenosa a franco arenoarcillosa, fuertemente ácido, no salino, con bajos niveles de materia orgánica, de N y P disponible, pero con alto nivel de K. Se implementó parcelas de 25m por 25 m, las cuales se subdividieron en cuatro módulos de 6m por 6m cada uno. El objeto de esta subdivisión era disponer de un módulo con especies nativas (árboles, arbusto y herbáceas); un segundo módulo con especies exóticas y una nativa herbácea; un tercer módulo con especies nativas herbáceas y un cuarto módulo sólo con obras físicas. Estos módulos, a su vez, se dividieron en cuatro unidades homogéneas para distribuir los diferentes tratamientos en función de los tres tipos de substratos orgánicos seleccionados (compost, algas y mezcla en partes iguales de compost - algas), más un tratamiento testigo con gel hidratante, sin acondicionador orgánico. En forma preliminar se evaluó la producción de biomasa estable a la fecha, medida como porcentaje de prendimiento y crecimiento inicial de la plantación para cada tratamiento y especie.

Los resultados obtenidos indican que en general se favorece el prendimiento de las distintas especies vegetales con el acondicionamiento orgánico, respecto del testigo. En cuanto al incremento promedio de altura, se observa un efecto muy favorable de la mezcla de acondicionadores orgánicos sobre la especie exótica (*Cupressus macrocarpa*), del uso de algas sobre la arbórea nativa (*Schinus molle*) y de compost sobre arbustivas (*Cestrum palqui*, *Muehlenbeckia hastulata*) y sobre herbácea (*Stipa caudata*); además, esta última presenta un buen desarrollo, en términos de incremento promedio en diámetro a la altura de la corona, con todos los tratamientos orgánicos, especialmente con compost.

ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

Ma. Teresa Varnero¹; Fernando Santibáñez²; Claudia Mascayano¹, Andrés de la Fuente²
Depto. Ingeniería y Suelos¹ y Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)²
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
(Proyecto FONDECYT 1981211)

Las limitaciones hídricas permanentes en ecosistemas de zonas áridas, se reflejan en un empobrecimiento de la cobertura vegetal asociado a una degradación del recurso suelo. Adicionalmente, los cambios interanuales que se observan en la vegetación, en función de la variabilidad de las precipitaciones, modifican los aportes periódicos de materia orgánica que llega al suelo. Esto determina la existencia de ecosistemas bajo estrés con una mínima productividad, lo que restringe la actividad microbiana quimiotrófica. La mineralización de la materia orgánica del suelo es una propiedad de todos los microorganismos quimiotróficos y habitualmente es utilizada como un índice del nivel de actividad microbiana. La degradación del suelo afecta simultáneamente a un gran número de variables de éste, disminuyendo gradualmente su fertilidad natural. Esto hace posible definir un índice integrador basado en el nivel de materia orgánica del suelo como variable de estado y el desprendimiento de CO₂ como variable dinámica, lo que constituiría un indicador global de la integridad ecológica del sitio edáfico. Con el objetivo de obtener este índice, se realizaron incubaciones "in vitro" con muestras de suelos de exclusiones de terreno en 10 sitios del Campo Experimental Las Cardas, IV Región. A cada muestra se le determinó, materia orgánica, (calcinación y Walkled-Black), pH, conductividad eléctrica, evolución de CO₂ por incubación en medio cerrado y carbono biomásico. Además, se colectó la capa superficial del suelo, la cual se puso en bandejas en condiciones óptimas de humedad de modo de evaluar la cinética de germinación hasta agotar las semillas germinables.

La evolución del CO₂, como reflejo de la actividad metabólica global y la determinación del carbono biomásico, como expresión de la biomasa microbiana del suelo, aumentan en forma proporcional al contenido de materia orgánica, presentando significativos coeficientes de determinación entre sí. El promedio obtenido de los índices adimensionales, calculados para materia orgánica y actividad respiratoria, se define como Índice Biológico Global. Este valor presenta una alta correlación con la riqueza del banco de semillas viables de corto plazo, lo que es un indicador de integridad ecológica.

EVALUACIÓN DE ESPECIES DE *Brassica* NATIVAS Y EXÓTICAS PARA LA FITOREMEDIACIÓN DE SUELOS

J. MENDOZA, T. GARRIDO, L. ASCAR, P. ESCUDERO e I. AHUMADA

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Casilla 233. Santiago.

Introducción: La incorporación de metales pesados al suelo a través del riego con aguas servidas, o la adición de lodos obtenidos de los residuos industriales líquidos constituye una problemática ambiental de creciente interés en nuestro país. Una estrategia promisoría para la recuperación de suelos, poco explorada en Chile, la constituye el uso de plantas para fitoextraer elementos del suelo. En años recientes se ha comenzado a asociar la planta con complejantes sintéticos para aumentar la capacidad fitoextractora (Brooks, 1998).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar cuatro especies del género *Brassica* en su habilidad para acumular metales pesados de suelos contaminados, el efecto de EDTA agregado al suelo y la distribución de los elementos en distintas formas químicas en el suelo.

Metodología: Se llevó a cabo un ensayo bajo condiciones controladas utilizando suelo contaminado con metales pesados de la zona agrícola regada por el Zanjón de la Aguada. Se estudiaron las especies exóticas *Brassica Juncea* (B4-1) y *Brassica Carinata* (B6-1) provistas por Crucifer Genetics Cooperative, (USA) y las especies nativas *Brassica* SP4 y *Brassica* CH1 obtenidas de los mismos suelos en estudio. Las plantas se cultivaron en potes por 45 días al cabo de los cuales se les agregó EDTA en cantidad de 2 g/kg suelo permaneciendo bajo las mismas condiciones por otros 10 días. Se determinaron las concentraciones del metal en la parte aérea y raíz de la planta. La distribución del metal en sus distintas formas presentes en el suelo (intercambiable, asociado a carbonato, ocluido en óxidos de Mn, unido orgánicamente y ocluido en óxidos de Fe) se determinó siguiendo un esquema de extracción secuencial usando distintos extractantes. El contenido de metales en el suelo y la planta se determinó por EAA con llama o ICP-MS.

Resultados: Las especies estudiadas mostraron mayor habilidad para la captación de los elementos Cu, Pb y Zn, en tanto que los elementos Cd, Cr y Co no fueron movilizados por estas plantas. Todas las especies aumentaron la concentración de Cu en la planta, la cual creció entre un 20 y un 360% después de la adición de EDTA. Las especies más efectivas fueron *Brassica Juncea* y *Brassica* SP4. En el caso del Pb y el Zn el aumento de concentración fue en todos los casos menores al 100%. El contenido de metal en la parte aérea, parámetro más indicativo de la cantidad de metal extraído del suelo, registró un aumento de entre 115 y 330% para Cu. La especie SP4 absorbió preferentemente Cu.

Con relación a la distribución del metal en el suelo, para Cu y Zn la adición de EDTA implicó un incremento importante de la fracción intercambiable, hecho que significó la reducción de las fracciones de metal unido a carbonato, ocluido en óxidos de Mn y enlazado orgánicamente. En el caso del Pb se observaron cambios en el metal intercambiable pero no así en las restantes fracciones.

Agradecimientos: El presente estudio fue financiado por el proyecto Facultad-CEPEDEC.

Referencias: Brooks, R. 1998. "Plants that hyperaccumulate heavy metals". CAB International, Wallingford, UK.

CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS CON ARSÉNICO POR INCIDENCIA MINERA

JULIO HIDALGO y SYLVIA V. COPAJA

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

En este trabajo se presenta un estudio del proceso de dispersión del Arsénico desde su origen, en una chimenea de proceso de una Planta Minera Aurífera en el Norte del país. Su arrastre por el viento y el agua, hasta quebradas que dan origen a esteros que bajan desde la cordillera y que son tributarios de un río con desembocadura en el océano.

El punto de fusión del arsénico es 315 °C, temperatura a la cual también sublima y el punto de ebullición es de 457 °C (1). En Estudio de Impacto Ambiental sobre este proceso minero, se determinó que la temperatura de recuperación del carbón activado es de 700 °C; por lo que, estas condiciones son óptimas para que el Trióxido de Arsénico salga como vapor por la chimenea.

La toma de muestra fue del suelo superficial menor que 3 mm, para asegurar que hubiera solo polvo generado por el proceso, ya que, en este lugar existe una capa de polvo muy fino sobre un terreno compactado. La determinación de Arsénico en las muestras se realizó por Absorción Atómica con Generación de Hidruros. El criterio utilizado para la toma de muestras fue que los efluentes emitidos por la chimenea tienden a concentrarse en la superficie del suelo y no lo hacen así los compuestos solubles, los que, tienden a drenar hacia capas inferiores. El trióxido arsénico es soluble en agua caliente y en menor medida lo es en agua fría. Para el presente caso de estudio, se tiene una zona de bajas temperaturas y de poca precipitación líquida (promedios mensuales de 3,3 mm) y con poca nieve (promedios mensuales de 1,6 cm). Por lo tanto, la probabilidad de drenaje del Trióxido de Arsénico es muy baja.

Los análisis realizados indican valores entre 1033-1333 mg/kg en el área de influencia directa de la chimenea, los valores disminuyen a medida que las muestras se alejan del lugar, hasta alcanzar los correspondientes a la línea base (213 mg/kg), a aproximadamente a 2.500 metros, en la dirección Este-Oeste. En el lugar existen muchas pequeñas emanaciones de agua superficiales, las cuales arrastran agua abajo el polvo arrojado por la chimenea hacia los nacientes esteros. Esta situación permite explicar las concentraciones relativamente altas de Arsénico en aguas superficiales, superando con creces la NCh 409 con valores entre 0,41-0,44 mg/kg en un punto de monitoreo mensual y 0,49-0,51 mg/kg en otro estero alledaño. Estas altas concentraciones del contaminante van disminuyendo aguas abajo, a medida que se van uniendo esteros para generar ríos con caudal creciente.

Referencias

1. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo OIT (1989).

Agradecimientos

Al Departamento de Investigación y Desarrollo (DID) Universidad de Chile.

ANALISIS ESTADISTICOS DE LA TOXICIDAD DEL COBRE SOBRE DIVERSAS ESTRUCTURAS MORFOLOGICAS DE LAS PLANTULAS DE *Noticastrum sericeum*.

¹Jéssica Narváez F., ²M^a Inés Toral P., ³Rosanna Ginocchio,
⁴Patricio Rodriguez.

¹Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. ²Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. ³Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. ⁴Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM).

El cobre es un micronutriente esencial para el funcionamiento de los sistemas vegetales. No obstante, el aumento de la concentración de cobre en los ambientes terrestres debido a distintas actividades antrópicas contaminantes, puede afectar tanto fisiológica como morfológicamente a aquellas especies vegetales sensibles a este tipo de estrés metálico. En este ámbito, es importante considerar que tanto el tipo de substrato de crecimiento como la forma química del cobre involucrado en episodios de fitotoxicidad, podrían determinar la biodisponibilidad de este metal para las plantas y, por ende, la intensidad del efecto fitotóxico.

En base a lo anterior, el objeto de este estudio fue estudiar y comparar mediante análisis estadísticos los efectos tóxicos producidos por dos formas químicas de cobre, una sal de cobre altamente soluble (CuSO_4) y un compuesto de cobre netamente insoluble (CuO), adicionados en concentraciones de 0, 10 y 100 mg/kg o mg/L, sobre diversas estructuras morfológicas de las plántulas de *Noticastrum sericeum* (planta herbácea perenne, nativa de la zona central de Chile), las cuales fueron cultivadas durante 23 días en dos tipos de substratos de crecimiento: tierra de hoja comercial y solución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 g/L. Para tal efecto, se aplicó Análisis de Varianza (Andeva) de una vía, con el fin de comparar los datos obtenidos entre los distintos tratamientos realizados. Además, se empleó *a posteriori* la prueba HSD de Tukey (StatSoft, 1993).

La determinación de los efectos fitotóxicos del cobre se realizó mediante la medición de ciertos parámetros morfológicos, tales como: longitud de raíz principal, producción de raíces secundarias, número de hojas nuevas producidas, longitud del cotiledón, productividad de la raíz y productividad del vástago.

Los resultados indicaron que los parámetros morfológicos determinados en aquellas plántulas cultivadas en soluciones de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 g/L enriquecidas con cobre, fueron significativamente más afectados por las adiciones de ambas formas de cobre, que en aquellas plántulas crecidas en substrato sólido enriquecido con las mismas formas químicas

de este metal ($P < 0,01$). Estos resultados se atribuyen principalmente a que los niveles de cobre disponibles para las plántulas mantenidas en solución fueron muy superiores a los niveles fitodisponibles en sustrato sólido, donde el cobre adicionado fue posiblemente complejoado con la materia orgánica presente en el sustrato sólido.

Además, se encontró que todos los parámetros morfológicos considerados en el caso de las plántulas cultivadas en solución, exceptuando la longitud de los cotiledones, fueron afectados significativamente por las adiciones de cobre realizadas en el ensayo, en tanto que no se observó un efecto significativo por la escasez de nutrientes dependiente de la solución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 g/L.

Por otro lado, no se evidenció un comportamiento específico entre los parámetros determinados en las plántulas cultivadas en solución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ enriquecida con distintas dosis de CuSO_4 y CuO , considerando que se esperaba una cierta tendencia en relación al tipo de compuesto de cobre adicionado. Tales resultados se atribuyen a la variabilidad natural de las especies vegetales.

Por lo tanto, mediante la realización del presente estudio estadístico se logró demostrar la gran importancia que presenta el tipo de sustrato de crecimiento en relación a los efectos tóxicos producidos sobre diversas estructuras morfológicas de las plántulas sometidas a ensayo.

EVALUACIÓN DE NITRATO Y FOSFATO LIXIVIADOS EN DOS ECOSISTEMAS DE LA NOVENA REGIÓN.

Cristian Escobar¹; Angélica Francois¹; e Itilier Salazar²

1.- Dpto. de Ciencias Ambientales y Químicas, Facultad de Ciencias,

Universidad Católica de Temuco e-mail: anfranci@uctem.cl

2.- Dpto. de Ciencias Químicas, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración,
Universidad de la Frontera. Temuco. e-mail: itilier@ufro.cl

El impacto de las prácticas agrícolas modernas sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas es evidente desde la década del 70. En particular, el mayor impacto se debe a lixiviación de aniones móviles, como cloruro, nitrato, sulfato, etc., provenientes de suelos sometidos a continuas siembras, sostenidas por aplicación de grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos. En la mayoría de los casos, el fosfato, otro de los nutrientes de plantas, no lixivia de tierras cultivadas, en cantidades significativas; debido a fuerte retención fisicoquímica en el suelo.(1)

El objetivo del presente trabajo fue determinar la cantidad de N-nitrato y P-fosfato lixiviado en suelos derivados de cenizas volcánicas, en dos ecosistemas de la novena región, uno ubicado en la zona central (suelo Ultisol) y el otro en la zona precordillerana (suelo Andisol); con y sin utilización de fertilizantes, bajo bosque nativo y cultivo. La cuantificación de lixiviación se determinó a distintas profundidades de suelo (2.5, 10, 20 y 30 cm) por dos métodos: - Recolección de líquido lixiviado y elusión de membranas de intercambio aniónico(2) del tipo Ionac MA-3475, ubicadas a las profundidades en estudio.

Para llevar acabo ambas determinaciones se monto lisímetros paralelos, con y sin membranas de intercambio preparados con suelo colectado a diferentes profundidades. Sobre los lisímetros, se agregó volúmenes conocidos de agua, simulando un promedio diario de agua caída igual a 19 mm. La determinación de los aniones, NO_3^- y PO_4^{3-} , se hizo por los métodos tradicionales de Kjendhal para N y Olsen para P.

En general se encontró en los dos suelos estudiados, un mayor contenido de N-NO_3^- y $\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$, en los suelos cultivados y entre estos el suelo Andisol. Principalmente el fosfato se encontró en mayor cantidad en el suelo superficial, disminuyendo gradualmente a mayor profundidad. El contenido de N-NO_3^- fue mayor a una profundidad intermedia. Las tendencias de los resultados fueron similares en ambos suelos y en general guardan relación con los niveles totales de ambos elementos. El método de elusión de membrana arroja menores magnitudes tanto para N-NO_3^- y $\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$, que el método de lixiviación.

1.- C.P Webster, M.A. Shepherd, K. Goulding y E. Lord; J.of Soil Science, 1993, 44, 49-62

2.- M.B.Turion, J.F.Gallardo y M.I. Gonzalez.; J. Geomicrobiology; 1997, 14, 51-64

Agradecimientos: A la Dirección de Investigación, Universidad Católica de Temuco
Proyecto DUICT N° 96-4-07

DEPOSITACION ATMOSFERICA DE NITROGENO A TRAVES DE UN TRANSECTO ALTITUDINAL DESDE SITIOS AGRICOLAS A FORESTALES EN EL SUR DE CHILE

Carlos E. Oyarzún*, Roberto Godoy** y Sergio Leiva***
Institutos de Geociencias*, Botánica** y Microbiología***, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia (Chile). E-mail: coyarzun@uach.cl

Con el creciente interés por los problemas ambientales globales, una cantidad considerable de investigación ha sido generada en las últimas décadas procurando evaluar el impacto de las crecientes tasas de depositación atmosférica de elementos nitrogenados, asociado con actividades humanas, ya que estos elementos son causantes de la acidificación de los suelos, eutroficación de los cuerpos de agua y desbalance de nutrientes en los ecosistemas.

La influencia marítima sobre la química de las precipitaciones es de especial importancia en el sur de Chile, ya que los vientos dominantes del oeste transportan las masas de aire provenientes del Océano Pacífico. Algunos estudios se han referido a la influencia oceánica sobre la química de las precipitaciones en el sur de Chile, y han sugerido tasas de depositación de nitrógeno inorgánico ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) inferiores a $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en la Cordillera de la Costa y alrededor de $3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en la Cordillera de los Andes. Sin embargo, se puede esperar que en el Valle Central, con intensa actividad agrícola-ganadera, redes viales y urbanización, estas tasas debieran incrementarse significativamente debido a las emisiones provenientes de estas fuentes antrópicas.

En el presente estudio se evaluaron los cambios en la química de las precipitaciones en un transecto altitudinal de 66 km de distancia, entre los alrededores de la ciudad de Osorno, Valle Central (92 m s.n.m.) y el Parque Nacional Puyehue, Cordillera de los Andes (1210 m s.n.m.). Las muestras de agua de lluvia se recolectaron mensualmente en 7 sitios, los cuales correspondieron 3 de ellos a lugares con actividad agrícola-ganadera en el Valle Central, 3 a bosques nativos prístinos en la Cordillera de los Andes y una zona de transición, durante el período anual junio 1999-mayo 2000. La precipitación anual se incrementó desde 1103 mm en la zona de Osorno hasta 6799 mm en el sector del Parque Nacional Puyehue. Las concentraciones promedio anual de $\text{NO}_3\text{-N}$ fueron de $55.6 \mu\text{g L}^{-1}$ y $11.6 \mu\text{g L}^{-1}$, y las de $\text{NH}_4\text{-N}$ fluctuaron entre $753.2 \mu\text{g L}^{-1}$ y $57.3 \mu\text{g L}^{-1}$, en las zonas agrícolas-ganaderas de los alrededores de Osorno hasta los bosques de *Nothofagus* del sector de Antillanca, respectivamente. Las concentraciones de nitrógeno inorgánico mostraron una marcada tendencia estacional, especialmente en las zonas agrícolas, con valores máximos en el período primavera-verano y mínimos en el período de invierno. Las tasas anuales de depositación atmosférica de $\text{NO}_3\text{-N}$ fluctuaron entre $0.53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $0.57 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, y las de $\text{NH}_4\text{-N}$ entre $6.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $2.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, respectivamente. Estos resultados se discuten en relación a los posibles efectos ambientales de crecientes tasas de depositación atmosférica en el Valle Central del centro-sur de Chile.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por los proyectos FONDECYT 1990694 y DIDUACH 2000-07.

INDICE DE AUTORES

Acevedo, B.,.....	14
Acevedo, P.,.....	41
Adonis, Marta.....	2
Ahumada, Inés.....	56
Ahumada, Ramón B.,.....	20
Alvarez, José Luis.....	22
Alvial, P.,.....	27
Arévalo, V.,.....	13
Ascar, L.,.....	56
Avila, Juan.....	15, 18
Bustos, Verónica.....	32
Bravo, R.,.....	27
Briceño, M.,.....	9
Cabello, Alicia.....	53
Castillo, A.,.....	11
Castillo, Ximena.....	19
Catalán, L.,.....	24
Cazanga, M.,.....	9
Cea, N.,.....	27
Cofré, Paola.....	30
Contreras L., Manuel.....	33, 46
Copaja, Sylvia.....	31, 45, 57
Cornejo, J.J.....	13, 16
Coronado, E.....	22
Cortés, Isel.....	44
Cortés, Juan.....	28, 36
Cortés, Pedro.....	15, 18
De la Fuente, Andrés.....	55
Diez, María Cristina.....	50
Durán, Plinio.....	42
Escobar, Cristián.....	60
Escudero, P.,.....	56
Escudey, M.,.....	9
Fernández, Ernesto.....	53
Francois, Angélica.....	60
Fuentes, D.,.....	27
Fuenzalida, H.,.....	39
Gamboa, Consuelo.....	37
Garrido, T.,.....	56
Gil, Lionel.....	2
Ginocchio, Rosanna.....	58
Godoy, Roberto.....	61
Gómez-Lobo R. Andrés.....	47
Gramsch, Ernesto.....	24, 38

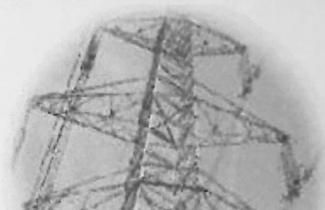
Grez, Iván.....	54
Gutiérrez O., Luis.....	40
Gutiérrez, Nelson.....	45
Hernández, Carlos.....	48
Herrera, Venecia.....	17
Hess, Susan.....	49
Hidalgo, Julio.....	31,32,45,47, 57
Hidalgo, María Elena.....	53
Hidrobo, Alexis.....	43
Huerta, M.,.....	52
Irarrázabal, C.....	2
Jara, M.,.....	28
Jara, Gregorio P.,.....	23, 43
Jeria, M.,.....	14, 52
Labbé., Raúl.....	38
Leiva, Sergio.....	61
Lira, G.,.....	35
Lissi, Eduardo.....	21
López, Marly.....	46
Lovengreen, Charlotte.....	22, 39
Marambio, O.G.,.....	14, 51, 52
Mascayano, Claudia.....	55
Mendez, Maya.....	45
Mendoza, J.,.....	56
Mera, Eduardo.....	40
Miranda, C.,.....	16
Molina, F.J.,.....	13
Molina, Ximena.....	12
Montecino, Vivian.....	37
Montecinos, Sonia.....	42
Montero, Marcia.....	34
Morales S., Luis.....	40
Morales S., Raúl G.E.,.....	5, 23, 43, 48
Morales, Tatiana.....	15,18
Mosqueira, Raúl.....	54
Muñoz, F.G.,.....	16
Muñoz, Verónica.....	37
Narváez, Jessica.....	58
Navarro, M., Ricardo.....	3
Núñez S., Fernando.....	34
Ochoa, G.,.....	28
Ormeño, I.,.....	24
Ortega, O.A.,.....	16
Oyarzún, Carlos E.,.....	61
Oyola, Pedro.....	24

Pacheco, P.,.....	28
Palma, G.,.....	24
Parra, Juan C.,.....	41
Pérez, P.,.....	27
Pizarro, G. del C.,.....	14, 51, 52
Pizarro, Isabel.....	15,18
Pizarro, Jaime.....	19, 29,35
Ríos P., Hernán.....	48
Rivas, M.,.....	36
Rivera R., Claudia.....	47
Rivera, Lidia.....	15,18
Rojas E.,.....	36
Rojas, Rodrigo.....	29
Rodríguez, Patricio.....	58
Rodríguez, O.,.....	51
Román, Domingo A.,.....	6, 15,18
Román, Hugo A.,.....	18
Romero, Magdalena.....	49
Rubio, M. Angélica.....	19, 21, 35
Salazar, Carlos.....	29
Salazar, Itilier.....	8, 10,11, 60
Sanhueza, Eugenio.....	4
Santibáñez, Fernando.....	30, 55
Schmitz, Reiner.....	25
Schuller, P.,.....	11
Solar, Carlos.....	15
Soto, Marcela.....	50
Stewart, A.J.,.....	16
Toral, M. Inés.....	58
Torres, Celia.....	17
Toro V., Cecilia.....	33
Trumper, R.E.,.....	11
Valdovinos, Carlos.....	18
Valenzuela, G.,.....	27
Vamero, María Teresa.....	54, 55
Vargas, Patricia.....	12
Vergara, José.....	25
Vergara, Julio.....	32
Vidal, G.,.....	50
Vila, Irma.....	19
Vilaxa, A.,.....	28
Villanueva, L.,.....	22,39
Villena, Guillermo.....	21
Villouta, Fabiola.....	50
Vogdt, Joachin.....	45
Zúñiga, Boris.....	54



Somos La Empresa Electrica Mas Confiable Del Norte

Nos respalda un pasado y un presente creador, para el desarrollo de un futuro acorde a sus necesidades



Nuestras Fortalezas:

- Centrales con turbinas a gas de respuesta rapida.
- Centrales a carbon.
- Centrales de ciclo combinado a gas natural.
- Servicios de mantenimiento de equipos.
- Servicios de mantenimientos de lineas y subestaciones.
- Moderno puerto para carga, Almacenamiento y Descarga de todo tipo de graneles y liquidos.

Isidora Goyenechea 3365, piso 7, Tel.:(56-2) 4604600 Fax (56-2) 4604642 Las Condes Santiago de Chile
info@electroandina.cl www.electroandina.cl