



Facultad de Ciencias
UNIVERSIDAD DE CHILE



AÑO 2005

13, 14 Y 15 DE ABRIL

IV^{TAS} JORNADAS

Chilenas de Física y Química ambiental

Instituto del Medio Ambiente Universidad de
la Frontera de Temuco, Temuco

**Libro de Resúmenes
Conferencias y
Presentaciones Orales**

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

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



IV JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y QUIMICA AMBIENTAL

13, 14 y 15 de Abril de 2005

Organiza

SOCIEDAD DE QUIMICA AMBIENTAL DE CHILE

Fundada el 29 de Septiembre de 2000

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

Lugar del Evento

***INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA DE TEMUCO
TEMUCO***

Sociedad de Química Ambiental de Chile



IV JORNADAS CHILENAS DE FISICA Y QUIMICA AMBIENTAL

13, 14 y 15 de Abril de 2005

Organiza

SOCIEDAD DE QUIMICA AMBIENTAL DE CHILE

Fundada el 29 de Septiembre del 2000

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

Editor

Lugar del Evento

**INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA DE TEMUCO
TEMUCO**

Sociedad de Química Ambiental de Chile

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

Comité Directivo Ejecutivo

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

Consejo Directivo Nacional

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

Editor

Lic. Patricio Jara A.

Secretaria

Luzmira Carreño M.

AGRADECIMIENTOS

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

Especialmente agradecemos a nuestras Instituciones Patrocinantes :

***Instituto del Medio Ambiente de la
Universidad de La Frontera de Temuco***

Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

EDITORIAL

Hoy damos inicio a estas *IV Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental*, en Temuco, bajo el alero del Instituto del Medio Ambiente de la Universidad de La Frontera. A nombre de la Sociedad de Química Ambiental de Chile, agradecemos a nuestros anfitriones su hospitalidad y fraterna disposición a contribuir por el desarrollo de nuestras disciplinas, en un andar de pocos años como ente organizado.

Nuestra iniciativa de constituirmos como Sociedad Científica, única en su género a nivel nacional, ha ido consolidándose gradualmente a la fecha, con el desarrollo de cuatro encuentros en nuestro país y la participación de muchos de nosotros en otra iniciativa que hermana a nuestra sociedad, como lo es el Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental, que en su cuarta versión se celebrará en Cáceres, España, el próximo año.

Al converger en este nuevo encuentro científico, nuestras miradas nos permiten reconocer a un conjunto de rostros que se nos han hecho familiares y, que en otros casos, se han llegado a establecer amistades entrañables, notándose afectivamente sus presencias y sus ausencias, producto de estar, efectivamente, constituyendo un grupo que está trascendiendo en sus vinculaciones por el trabajo que mutuamente nos convoca, en la vocación de contribuir al desarrollo de las Ciencias Ambientales, con particular énfasis en el Medio Ambiente Físico. Vayan a todos ustedes, mis más caluroso afectos y deseos de éxito en el encuentro que damos inicio.

Al comenzar este nuevo congreso, lo hacemos en un marco nacional que invita a reflexionar sobre el futuro de la ciencia chilena, sus oportunidades de insertarse verdaderamente en la nueva sociedad del conocimiento, y conseguir que nuestro desarrollo, como país, vaya por los cauces apropiados de la equidad e igualdad de oportunidades para un crecimiento económico con la debida armonía en el uso de nuestros recursos naturales y el respeto debido por el medio ambiente. Sin duda que, la concepción de que no hay desarrollo sostenible sin conocimiento científico ni preocupación del medio ambiente, ha comenzado a marcar una senda clara en la retórica y en incipientes acciones proactivas, aun débiles e insuficientes, por quiénes tienen el liderazgo político de nuestro país. Así, hemos visto la paralización de faenas de inmensos conglomerados industriales asociados a la producción de celulosa en fechas recientes, y hemos visto, también, como el tema del royalty minero ocupa un espacio en la discusión nacional por dotar de medios a la innovación tecnológica y científica, a fin de lograr un crecimiento con mayor valor agregado a nuestros productos de recursos naturales y materias primas. Sin duda que vislumbramos esperanzadoras señales para el fortalecimiento de la ciencia y el medio ambiente en nuestro país.

Por otra parte, y en mis recorridos por diferentes centros universitarios de nuestro país, he podido percibir un creciente entusiasmo de nuevas generaciones de jóvenes chilenos que han orientado sus vocaciones científicas al estudio de las ciencias ambientales. Es más, ya comienzan a ejercer como nuevos profesionales en diferentes campos laborales, aquellos que tan sólo algunos años atrás, tímidamente llegaron a nuestros laboratorios o salas de clases, motivados por inquietudes personales descubiertas tempranamente en su paso por la Enseñanza Media. Hoy, varios de ellos se encuentran junto a nosotros y son diversos los ejemplos de egresados que en este encuentro presentan sus trabajos de investigación, sus tesis o sus memorias de título. Bienvenidos nuevos colegas, y estudiantes aventajados, a esta tarea de compartir nuevas experiencias y que con sus aportes nos llenan de satisfacción y orgullo.

En el transcurso de estos días, tendremos oportunidad de participar de la presentación de 65 trabajos científicos, cifra que ha crecido en un 10% respecto de nuestros congresos anteriores. Sin duda que es un logro, considerando además, que es el primer encuentro que se realiza en esta sureña región, consolidando nuestro encuentro científico y logrando, de paso, convocarnos en otras latitudes que vienen a respaldar el trabajo local que se efectúa en esta zona de nuestro país. Sea nuestra contribución, un aporte a la celebración del año mundial de la Física.

Finalmente, no puedo dejar de mencionar que, al comenzar nuestro encuentro en Jahuel, año 1997, pude expresar: *"...que estos tres días de congreso sean fructíferos y marquen el inicio de un largo ciclo de amistad y conocimiento de nuestra ciencia"*. Hoy, tras 8 años de ese primer encuentro, no tengo dudas de lo fructífero de estas jornadas, ni de la sólida amistad que hemos ido construyendo juntos.

Bienvenidos, una vez más, a Temuco, al dar por inaugurado estas IV Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental.

Dr. Raúl Morales Segura
Presidente

Sociedad Chilena de Química Ambiental

Ciudad de Temuco, 13 de abril de 2005.

PROGRAMA

Miércoles 13 de Abril de 2005

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

13:30 Almuerzo

15.30 Ceremonia Inaugural

Prof. Sergio Bravo Escobar, Rector, Universidad de La Frontera

**Prof. Itilier Salazar Q., Director del Instituto del Medio Ambiente,
Universidad de La Frontera, Temuco.**

**Prof. Raúl G.E. Morales Segura, Presidente Sociedad de Química
Ambiental de Chile.**

16.00 Conferencia Inaugural

**Prof. José Sepúlveda Sánchez, Universidad Autonoma Metropolitana,
México.**

**"Nuevas tendencias en la caracterización morfológica del particulado
atmosférico urbano mediante microscopía electrónica" 1**

17:00 Mesa Redonda : "Uso actual de los suelos de la IX Región"

Moderador : Prof. Itilier Salazar, Universidad de La Frontera

Panelistas:

**Sra. Ana María Harcha, Arquitecto, Ministerio de Vivienda y Urbanismo,
Temuco.**

**Sr. Jorge Baraona, Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía,
Universidad de La Frontera de Temuco.**

**Sr. Alejandro Espinoza, Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias
Forestales, Universidad de La Frontera**

17:30 Café

18:00 Presentación de Posters : 1 al 20

**20:30 Cóctel de Bienvenida, Auditorium Selma Saavedra, Biblioteca Central,
Universidad de La Frontera, Campus Andrés Bello, Temuco.**

Jueves 14 de Abril de 2005

Presentaciones Orales :

Presidente : Prof. Sylvia Copaja C., Universidad de Chile,
Secretaria : Prof. María Eliana Hidalgo, Universidad de Valparaíso

- 9:00 **Jaime Cornejo J.**
"Environmental City: Un modelo informático en realidad virtual que defina una ontología del conocimiento ambiental" 4
- 9:20 **L. Cabezas P., I. Romero R., D. Yout E., y C. Hernández T.**
"Contextualización de los contenidos dispuestos por el Programa de Química para NM I" 5
- 9:40 **Roberto Orellana, María Teresa Varnero, Pablo Alvarado, Claudia Santibáñez**
"Influencia del contenido de humedad en la actividad microbiológica de pilas de compostaje de residuos agroindustriales" 6
- 10:00 **Roberto Godoy, Carlos Oyarzún, Pablo Donoso, Gotees Palfner y Mónica Barrientos**
"Química de las precipitaciones en bosques de Nothofagus en el centro Sur de Chile" 7
- 10:20 **Jaime Pizarro, M. Angélica Rubio, Alicia Matta, Pamela Maturana y Ana Soto**
"Sedimentación y difusión de especies químicas en un lago de baja profundidad" 8
- 10:40 **Gastón Muñoz, Hellmuth Leal y María Cristina Diez y Marysol Alvear**
"Evaluación de la degradación de pentaclorofenol por hongos blancos ligninolíticos nativos de Chile" 9
- 11:00 **Gabriela Aguirre, Anny Rudolph, Ramón Ahumada**
"Metales traza, Haps y toxicidad en sedimentos marinos de puertos" 10
- 11:20 **Café**
- 12:00 **Conferencia Plenaria**

Prof. Manuel Contreras, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
"Seguimiento ambiental multiescalado : Un enfoque multidisciplinario"... 11
- 13:30 **Almuerzo**

Presentaciones orales :

Presidente :Prof. Carlos Hernández T., Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Secretario: Prof. Manuel Leiva, Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA.

- 15:00 **Luis Da Silva M., Luis Gutiérrez O., Luis Morales S., y Arnaldo Torres**
"La humedad estratosférica, un aporte en la baja de la columna de ozono de Los Andes" 14
- 15:20 **Ramón Ahumada y José Vargas**
"Modelos de simulación para oxígeno disuelto como herramientas de predicción y gestión ambiental en bahías costeras" 15
- 15:40 **Cristian Francisco Bustos Salas**
"Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: Análisis del Proceso" 16
- 16:00 **Santibáñez F., N. Urrea Pardo, P. Roa, M. Riadi**
"Modelo territorial de análisis de riesgo por uso de plaguicidas en Chile" 17
- 16:20 **Felipe Zapata, Juan Luis García, Mirna Aguilar, Sandor Mulsow y Mario Pino**
"Dinámica de las corrientes de marea y el transporte de sedimentos suspendidos en el estuario del Río Valdivia durante dos ciclos de marea".. 18
- 16:40 **Leandro Paulino, Pascal Boeckx, Roberto Godoy, Mónica Barrientos, Carlos Oyarzún**
"Análisis de δ^5 en el suelo como evidencia de la pérdida de nitrógeno en una cuenca boscosa afectada por incendio en el Centro Sur de Chile" 19
- 17:00 **Café**
- 17:30 **Sesión de Posters : 20 al 40**
- 19:00 **Reunión de la Sociedad de Química Ambiental de Chile.**
- 21:00 **Cena Clausura**

Santiago, Viernes 15 de Abril de 2005

9:00 Mesa Redonda : “Red Nacional de Programas de Pregrado en Química Ambiental”

Moderador : **Dr. Raúl G.E. Morales S.**, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Panelistas :

Prof. Lorena Cornejo, Universidad de Tarapacá

Prof. Sylvia Copaja, Universidad de Chile

Prof. Jorge Muñoz, Universidad Católica de la Santísima Concepción

Representante, Universidad de La Frontera

Presentaciones Orales :

Presidente: **Juan Cortés**, Universidad de Tarapacá

Secretario: **Claudio González**, Universidad de Chile

10:30 Itilier Salazar y Karina Quilodrán

“Relación entre la materia orgánica y tasas de producción de CO₂ por acción microbiana en un ecosistema de la IX Región” 20

10:50 Cristian Mattar B., Luis Morales, Juan Parra A., y Raúl Orrego V.

“Estudio de las tendencias del vapor de agua en américa del sur a partir de datos reanálisis NCEP/NCAR” 21

11:10 Café

11:30 Richard Toro, Raúl Morales y Manuel Leiva

“Promedio móvil de 24 horas y su efectividad en la caracterización de episodios críticos de material particulado en la ciudad de Santiago” 22

11:50 A. Sepúlveda, P. Schuller, D.E. Walling y A. Castillo

“Uso de la distribución de ¹³⁷Cs en el suelo en estimación del impacto de prácticas de manejo agrícolas sobre tasas de erosión y sedimentación” 23

12:10 A. Castillo, P. Schuller, P. Seemann

“Influencia de la adsorción foliar sobre la concentración de ¹³⁴Cs en Beta vulgaris var. Cicla L. Bajo condiciones climáticas particulares” 24

12:30 Eduardo Mera G., Luis Gutiérrez O., Manuel Hevia S., Carmen Godoy V., y Luis Morales S.

“Desarrollo de un modelo para la concentración máxima diaria de Ozono en la ciudad de Santiago de Chile” 25

13:30 Almuerzo

Presentaciones Orales :

Presidente: Jaime Pizarro, Universidad de Santiago de Chile

Secretaria: Lorena Cornejo, Universidad de Tarapacá

- 15:00 **R.E. Trumper, P. Schuller, A. Iroumé, H.B. Mancilla y A. Castillo**
Uso de ^{7}Be en estimación de tasas de redistribución de suelo en períodos de
poscosecha forestal" 26
- 15:20 **Pavez O., Miranda H., Tapia P.** 27
"Utilización de una zeolita natural en la porción de iones de cobre"
- 15:40 **Jorge Muñoz, S. Mudge y R. Loyola**
"Compuestos volátiles halocarbonados, producidos por algunas especies
de microalgas y macroalgas marinas" 28
- 16:00 **C.H. González-Rojas, M. Merino, A. Llano y R.G.E. Morales**
"Parámetros meteorológicos locales y pronóstico de episodios de
contaminación atmosférica de la Ciudad de Santiago de Chile" 29
- 16:20 **J. Neira, J. Zuñiga, R. Ahumada, E. González**
"Clasificación de cuerpos de agua de sistemas loticos mediante
espectrofotometría UV, análisis de componentes principales y de
agrupamiento jerárquico" 30
- 16:40 **Café**
- 17:00 **Premiación de Posters y Ceremonia de Clausura de las IV Jornadas
Chilenas de Física y Química Ambiental**

POSTERS

Primera Sección de Posters : P-1 al P-20
Miércoles 13 de Abril de 18:00 a 20:00 hrs.

Los Posters deberán ser defendidos públicamente ante la Comisión Seleccionadora por un tiempo máximo de cinco minutos, en orden correlativo.

- | | | |
|-----|--|----|
| P-1 | Marcela Obando, Gema Montesinos, María Rosa González, Raúl G.E. Morales S., y Manuel A. Leiva G.
"Determinación de iones en material particulado en la atmósfera urbana de la Región Metropolitana" | 31 |
| P-2 | Alejandra Carrasco, Camilla Gallardo, Gregorio Jara, Raúl G.E. Morales, Manuel A. Leiva G.
"Estudio comparativo de mediciones de intensidad de radiación UV-Solar mediante métodos actinométricos y radiométricos" | 32 |
| P-3 | Ricardo Cárdenas, Richard Toro, Raúl G.E. Morales y Manuel A. Leiva
"Correlación de variables meteorológicas y concentración de material particulado respirable de la Ciudad de Santiago" | 33 |
| P-4 | Manuel A. Leiva, M.R. González, Raúl G.E. Morales, M. Belmar, D. Morata, M. Polve, S. Hasegawa, S. Wakamatsu
"Elemental and organic carbon rations in aerosols a turban street canyon in Santiago Downtown, Chile" | 34 |
| P-5 | Carmen Gloria Araya, Gregorio Jara y Raúl G.E. Morales
"Heterociclos aromáticos azufrados : una nueva clase de actinómetros para medición de radiación ultravioleta solar" | 35 |
| P-6 | Sylvia V. Copaja y Karina Olivares
"Relación retención/Biodisponibilidad de Plomo en suelos de la VI Región" | 36 |
| P-7 | J. Cortés, E. Luccini, M. Rivas, E. Rojas, P. Canziani, T. Eck and B. Holben
"Caracterización de parámetros ópticos de aerosoles en un sitio costero del desierto de Atacama: Arica, Chile" | 37 |
| P-8 | Marijana Tomljenovic N. y María Cecilia Concha
"Una metodología innovadora en el laboratorio de química con un enfoque ambiental" | 38 |

P-9	Luis Brahim N., Juan Espinoza G., Eduardo Roble M. "La enseñanza de la física en el contexto de la problemática ambiental"	39
P-10	María Cecilia Duarte Romero y Carlos Hernández T. "Empleo de la problemática ambiental como estrategia para la facilitación del aprendizaje, apoyándose en la taxonomía de Benjamín Bloom. Sugerencias para mejorar el aprendizaje significativo en ciencias"	40
P-11	Camila Peralta e Italo Serey "Emisiones de Amoniacos desde la columna de agua del Río Mapocho Poniente"	41
P-12	H. Campos Ortega, J. Peña Ahumada, B. Alvarez Velásquez y D. Saenz Rojas "Retención comparativa de Cu, Cd y Pb en bentonita y zeolita con potencialidad mitigadora de contaminación ambiental acuática"	42
P-13	Alvaro Aguirre, María Eliana Hidalgo "Capacidad antioxidante total de Chiton Granosus en relación a factores ambientales"	43
P-14	Paula Cartes y María de la Luz Mora "Peletización de semilla de Lolium perenne con dos fuentes de selenio y su impacto en el medio ambiente"	44
P-15	Lorena Cornejo P., Fidel Zarzuri V., Raquel Ayca C., Kareem Nuñez M., Elisa Santander G., y Francisco Barrios C. "Determinación de plomo en orina por absorción atómica después de una pre-concentración con silica modificada con pan"	45
P-16	Cecilia Paredes N., y María Cristina Diez J. "Detoxificación de un efluente de celulosa Kraft, utilizando procesos de adsorción y biorremediación"	46
P-17	Alvaro E. Aliaga, Manuel Contreras, Rubén León Bio-Degradación de cianuro en solución acuosa por bacterias aisladas desde minerales sometidos a cianuración"	47
P-18	Claudia Santibáñez, Rossana Ginocchio y Roberto Orellana "Fitoestabilización de relaves mineros de cobre acondicionados con biosólidos"	48
P-19	Cristian Valentín C., M. de la Luz Mora, Marta Arias P., y Felipe Gallardo A. "Aplicación de lodo de la industria de celulosa en suelos degradados y su impacto sobre las propiedades químicas del suelo"	49

P-20	Analí Rosas Fajardo, Roxana Sofía López Emparán, Marysol Alvear Zamora y María de la Luz Mora Gil "Efecto del Mn sobre parámetros cinéticos de fosfatasa ácida inmovilizada en arcilla y ácido tánico"	50
------	--	----

POSTERS

Segunda Sección de Posters : P-21 al P-40

Jueves 14 de Abril de 18:00 a 20:00 hrs.

Los Posters deberán ser defendidos públicamente ante la Comisión Seleccionadora por un tiempo máximo de cinco minutos, en orden correlativo.

P-21	Ch. Lovengreen, H. Fuenzalida, L. Videla y M. Valdebenito "Dependencia espectral de las alzas de radiación UV debido a nubes en valdivia-Chile (39.8°S)	51
P-22	Sylvia Copaja, Loreto Cisterna y Ximena Molina "Caracterización Físico-Química y determinación de metales pesados en los sedimentos del Río Cachapoal"	52
P-23	Ana María Callejas P., e Itilier Salazar Q. "Evolución de CO ₂ en el proceso de compostaje de lodos biológicos"	53
P-24	Cristina Rivas R., e Itilier Salazar Q. "Estabilización de lodos mediante el proceso de compostaje"	54
P-25	Cristina Muñoz, Erick Zagal y Carlos Ovalle "Importancia de la cobertura de acacia caven (Mol) en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo y en la rehabilitación de suelos degradados".	55
P-26	Sylvia V. Copaja, Fernanda Valdivieso y Víctor Gatica "Estudio comparativo de la adsorción de dos fungicidas de carácter hidrofóbico diferente en suelos"	56
P-27	Mauricio E. Chacht A., Patricio Acevedo A., Alejandro Espinoza S., Nelson Ojeda O. "Caracterización de los impactos del cambio de uso del suelo producto del plan regulador de la Ciudad de Temuco"	57
P-28	Claudia Aravena R., María Cristina Diez J., y Felipe Gallardo A. "Aplicación de lodo de la industria de celulosa en suelos degradados y su impacto sobre las propiedades físicas del suelo"	58

P-29	Roxana Tessada Sepúlveda y Sergio González Martineaux “Medición de la lixiviación de nitrógeno en columnas de suelo utilizando prácticas de riego con purines de cerdo”	59
P-30	Cristian Bravo C., Marisol Alvear Z., Fernando Borie B., y Felipe Gallardo A. “Aplicación de lodo de la industria de celulosa en suelos degradados y su impacto sobre algunas propiedades biológicas del Suelo”	60
P-31	Olga Rubilar A., Mara Cea L., y M. Cristina Diez J. “Estudio de la degradación e incorporación de pentaclorofenol- ¹⁴ C en el material húmico de un suelo andisol de la IX Región”	61
P-32	Marcia Cazanga y Deborah Muñoz “Metales pesados en fertilizantes, lodos y suelos”	62
P-33	Sylvia V. Copaja y Diego Granella “Caracterización de suelos nativos y labrados ubicados en la X Región”	63
P-34	Bárbara Fuentes, Rodrigo Navia y María Cristina Diez “Retención de metales pesados en suelo de origen volcánico: Aplicación en rellenos sanitarios”	64
P-35	Marianela Mella B., y M. Cristina Diez J. “Efecto de la concentración de pentaclorofenol sobre la actividad biológica de un suelo andisol de la IX Región inoculado con <i>Phanerochaete chrysosporium</i> ”	65
P-36	Marysol Alvear Z., Marcia Astorga E., Andrea Méndez M., y Rayen Millaleo M. “Impacto de la aplicación de compost en suelos de la IX Región sobre algunas de sus propiedades Biológicas”	66
P-37	Alejandra Jara, Ramiro Poblete y María de la Luz Mora “Disponibilidad de Boro en suelos y su efecto tóxico en <i>Trifolium pratense</i> y <i>Lolium perenne</i> ”	67
P-38	Gustavo Adolfo Olivares Pino ¿De que tamaño es el material particulado de Santiago?	68
P-39	Roxana López, Analí Rosas, María de la Luz Mora, Marysol Alvear “Efecto del molibdeno sobre las propiedades catalíticas de la fosfatasa ácida libre o inmovilizada en arcilla”	69
P-40	Sylvia V. Copaja, Priscilla Sagredo y Carolina Barra “Efecto de la aplicación de lodo y fertilizante al suelo en la adsorción de thiram”	70

CONFERENCIA INAUGURAL

Nuevas Tendencias en la Caracterización Morfológica del Particulado Atmosférico Urbano Mediante Microscopía Electrónica

Dr. José David Sepúlveda Sánchez
Universidad Autónoma Metropolitana
México, D.F.

CONFERENCIA INAUGURAL

Dr. José Sepúlveda Sánchez
Universidad Autónoma Metropolitana
México, D.F.

La contaminación atmosférica es un problema persistente que afecta tanto a la población como al medio ambiente. En las grandes ciudades, este problema origina un sinnúmero de problemas por su relación con la salud de múltiples poblaciones y enfermedades agudas y crónicas, principalmente de las vías respiratorias, cardiovascular y nerviosa. Se tienen noticias que para los grupos humanos esto no sólo es una preocupación, sino que también afecta a los organismos vivos tales como la salud, pero es que también afecta a la actividad económica en general, y en especial, la actividad industrial. La contaminación atmosférica de las sustancias contaminantes sólo puede reducirse si se logra, en la Quinta, hacer apenas unos 100 años.

Por otro lado, también se requiere que desarrollen aparatos, métodos y técnicas para estudiar, de manera científica, los diversos tipos de contaminantes. Tal es el caso de la Microscopía Electrónica de Barrido, que fue introducida por M. von Ardenne en 1935 y que alcanzó su nivel óptimo de desarrollo hacia 1960, junto con la Microspectrometría, inventada por Raymond Castaing en 1949. Ambos sistemas, en la actualidad mejorados en un mismo aparato, han permitido realizar el estudio detallado de cualquier material sin necesidad de una preparación previa que pudiera alterarlo. Tal sería el caso de los diversos tipos de partículas que pueden ser recolectadas en suspensión en la atmósfera, siempre y cuando existan equipos de colectas en condiciones tales en las que podamos establecer cómo y cuándo se generan, y las probables transformaciones que las mismas habrían tenido hasta el momento de ser estudiadas.

En diversas revistas, no muy claras, desde muchos años se ha apoyado el uso de un tal método de estudio en la valoración de las características morfológicas y composición química del material particulado. Sin embargo, de algunos años para acá, se reconoce la enorme importancia que tiene la Microscopía Electrónica, especialmente la de Barrido, con una Microscopía de Análisis de Rayos X acoplada, para el análisis elemental.

CONFERENCIA INAUGURAL

Nuevas Tendencias en la Caracterización Morfológica del Particulado Atmosférico Urbano Mediante Microscopía Electrónica

Dr. José David Sepúlveda Sánchez
Universidad Autónoma Metropolitana
México, D.F.

La contaminación atmosférica es un problema persistente que afecta tanto a la población como al entorno ecológico de manera integral. En las grandes ciudades, este problema origina un deterioro en la calidad de vida de los grupos humanos por ser la causa de múltiples problemas y enfermedades agudas y crónicas, principalmente de los sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso. Se tienen noticias que para los grupos humanos esto ha sido una preocupación constante por los efectos que ciertos contaminantes tenían sobre su salud, pero es quizá a partir del siglo XII en que se cobra conciencia de la relación que tienen sus actividades con las alteraciones de su hábitat y del medio ambiente en general, y en especial, la atmósfera. Sin embargo, el estudio científico de las sustancias contaminantes sólo pudo iniciarse hasta la llegada de la Química, hace apenas unos 100 años.

Por otro lado, también se tuvieron que desarrollar aparatos, métodos y técnicas para estudiar, de manera científica, los diversos tipos de contaminantes. Tal es el caso de la Microscopía Electrónica de Barrido, que fue introducida por M. von Ardenne en 1938 y que alcanzó su nivel óptimo de desarrollo hacia 1960, junto con la Microespectrometría, inventada por Raymond Castaing en 1949. Ambos sistemas, en la actualidad interconstruidos en un mismo aparato, han permitido realizar el estudio detallado de cualquier material sin necesidad de una preparación previa que pudiera alterarlo. Tal sería el caso de los diversos tipos de partículas que pueden ser encontradas en suspensión en la atmósfera, siempre y cuando seamos capaces de colectarlas en condiciones tales en las que podamos establecer cómo y cuándo se generaron, y las probables transformaciones que las mismas hubieren tenido hasta el momento de ser estudiadas.

Por diversas razones, no muy claras, durante muchos años se ha soslayado el uso de tan útil método de estudio en la valoración de las características morfológicas y composición química del material particulado. Sin embargo, de algunos años para acá, se reconoce la enorme importancia que tiene la Microscopía Electrónica, especialmente la de Barrido, con una Microsonda de Análisis de Rayos X acoplada, para el análisis elemental.

El particulado atmosférico urbano representa, para su estudio, un enorme reto, ya que a la gran variedad de fuentes propias de las comunidades de las ciudades, se unen los contaminantes generados por múltiples industrias que, por razones históricas, han quedado inmersas o muy cercanas a la mancha urbana.

Nos hemos mal acostumbrado a pretender diferenciar los contaminantes de los diversos tipos de fuentes, como si estos, generándose gaseosos, siempre permanecieran como tal, y los que se generan microsólidos, de un tamaño específico, mantuvieran siempre sus mismas características y, más aún, como si unos y otros, una vez suspendidos, sólo se sedimentaran por el efecto de las precipitaciones pluviales, acabando ahí su ciclo como contaminantes atmosféricos. Esto no es real, ya que los gases también pueden formar partículas y, por coalición, su tamaño puede aumentar, o pueden pasar a formar parte componente de otras partículas, constituyendo aerosoles u otras formas de organización macromolecular.

Resulta importante tener conciencia de la potencial o real toxicidad de muchas de las sustancias químicas que constituyen a las partículas suspendidas, pero aún se conoce poco de los perfiles morfológicos y químicos (denominados huella morfoquímica), de sus fuentes de emisión y de la manera como podrían modificarse en su tránsito en la atmósfera.

Los estudios que se han realizado en diversas partes del mundo respecto de las partículas suspendidas respirables, han mostrado que su composición es una mezcla compleja de diferentes elementos y compuestos, lo que se explica por la gran variedad de fuentes que las producen y la reactividad que las partículas pueden tener. Por ejemplo, una muestra típica de la fracción respirable puede contener diversos tipos de partículas en forma de sulfatos, principalmente de calcio y amonio; cloruros, principalmente sódicos; nitratos, principalmente de amonio; carbono elemental y orgánico relacionado con el tránsito vehicular; otros compuestos orgánicos e inorgánicos y, además, materiales biológicos, oligoelementos, compuestos férricos específicos, y minerales diversos que derivan del suelo y de las actividades de la construcción. Aún así, es posible la identificación de marcadores químicos específicos (compuestos o elementos) relacionados con los procesos de origen. Así, podemos pretender deducir si su origen es una fuente industrial, un proceso agrícola, o la actividad de vehículos automotores, tanto en lo que se refiere a la combustión como al desgaste de los sistemas de tracción y frenado.

Por esta razón, las tendencias más actuales apuntan a revalorizar las estrategias de muestreo que se han seguido hasta este momento con casi exclusivamente monitoreos ambientales y, aún con la repercusión en los altos costos que esto originaría, es indispensable iniciar, paralelamente, muestreos perimetrales y/o en chimenea, de manera sistemática, con los muestreos ambientales que se vienen realizando en las redes estructuradas, tanto para las fracciones PM_{2.5} como para las PM₁₀, o si fuese necesario, para las PST. Por otro lado, es necesario rediseñar dentro de esas estrategias, la metodología de captación de partículas y las condiciones en que éstas se obtienen, probando diferentes matrices de retención, y la manera de mantenerlas sin cambios hasta el momento mismo del estudio con el microscopio electrónico.

Estamos concientes que este camino, mucho más largo, no es la solución a las necesidades que las políticas de gestión requieren para establecer las medidas reguladoras

cotidianas, pero el conocimiento preciso sobre los perfiles morfoquímicos de las fuentes generadoras de este tipo de contaminantes, es indispensable para decidir las medidas óptimas de gestión en calidad del aire a largo plazo. Más aún, esta información puede proporcionar los elementos de juicio que nos permitan conocer la contribución real a la atmósfera, en cuanto a partículas suspendidas se refiere, de las diversas fuentes fijas o de área.

En resumen, las tendencias actuales deben involucrar la participación multidisciplinaria de los diversos especialistas interesados en la investigación y solución de los problemas de contaminación atmosférica, ya que ninguno de ellos, de manera individual, podrá responder ante este enorme reto cuya solución se ha postergado por muchísimos años, y en el que las medidas reguladoras, normas y procesos de producción, no parecen disminuir el problema.

SECCIONES ORALES

ENVIRONMENTAL CITY: UN MODELO INFORMÁTICO EN REALIDAD VIRTUAL QUE DEFINE UNA ONTOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO AMBIENTAL

Jaime J. Cornejo

Programa Sustentabilidad y Medio Ambiente
Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología
Universidad de Santiago de Chile
Alameda 3363, Casilla 40, Correo 33, Santiago
ima@lauca.usach.cl

Nuestra investigación en informática ambiental está orientada a desarrollar sistemas que permitan acceso estructurado al análisis y visualización del conocimiento sobre ciencia ambiental y sus aplicaciones, con énfasis en los dominios de química ambiental. Recientemente hemos introducido Environmental City como un modelo en realidad virtual con capacidad de estructurar y representar conocimiento y metodología ambiental en un modo activo, vale decir, los conceptos son ejecutables en línea (1). Environmental City, -habitada for información y metodología ambiental-, es operable a través de Internet y permite viajar a través de la estructura del conocimiento ambiental, la cual consta de vecindades con los grandes temas ambientales que son ejecutables como procesos, da acceso a diferentes niveles de usuario representados por edificios que contienen los grandes tópicos de medio ambiente, los campos del conocimiento involucrados, los sectores de la sociedad que intervienen, y los ámbitos de aplicación y acción específicos tales como experimentos, métodos, principios, criterios, actitudes y valores.

Environmental City ha evolucionado hasta constituirse en una ontología (2) del conocimiento ambiental en tanto involucra una formalización del proceso de integración de los componentes de la información, permitiendo con ello una inédita visualización de la esencia del conocimiento ambiental.

Efectivamente, Environmental City es una ontología caracterizada por el modelamiento tridimensional de sus componentes y por su interfaz que revela las relaciones entre conocimiento y acción ambiental, lo cual permite guiar la interacción entre ciencia ambiental, naturaleza y sociedad. La visualización ontológica por medio de realidad virtual facilita la organización e integración del conocimiento ambiental y su aplicación efectiva como procesos (o grandes temas) a través de las diversas disciplinas y sectores de la sociedad. Así, cualquier miembro de la sociedad puede visualizar la estructura del conocimiento y su conceptualización, y acceder a las herramientas de protección ambiental en armonía con su nivel de manejo, conocimiento y competencias.

Presentaremos cómo la ontología se manifiesta en dominios tales como medición ambiental, química ambiental y muy particularmente en el proceso química sustentable.

Referencias.

- (1) J. J. Cornejo et al. *Química sustentable y monitoreo ambiental por la vía Environmental City: Un modelo informático ambiental basado en realidad virtual*. XXIV Jornadas Chilenas de Química, Antofagasta, Enero de 2004
- (2) *Ontología* es un concepto que se utiliza en filosofía para representar la realidad y verdadera esencia de aquello que existe. En el presente contexto, *ontología* es una representación explícita de un modelo conceptual de conocimiento e información.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS DISPUESTOS POR EL PROGRAMA DE QUÍMICA PARA NM 1

L. Cabezas P., I. Romero R., D. Yout E. y C. Hernández T.

Departamento de Química, Facultad de Ciencias BÁSICAS, universidad
Metropolitana de Ciencias de la Educación. J.P. Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
de Chile.
e-mail: cherman@umce.cl

Resumen:

Los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) y los objetivos Fundamentales Transversales (OFT) se encuentran definidos en el marco curricular nacional (Decreto N° 220). Se explicitan los propósitos formativos de la educación media en cuatro ámbitos: crecimiento y autoafirmación personal, desarrollo del pensamiento, formación ética, persona y entorno.¹ La sistematización de ellos depende de la Unidad educativa, y la forma de enseñar.

Los CMO que se relacionan con temáticas Ambientales se presentan en primer año de enseñanza media, se entregan lineamientos en base a seis unidades bien definidas: El agua, El Aire, EL Suelo, El Petróleo, Los Procesos Químicos y Los Materiales. Esta secuencia pretende familiarizar de forma pausada a los aprendices con el mundo de la química, tomando en cuenta aprendizajes preexistentes y esperados, además de la vinculación de éstos con su entorno más cercano.

Los contenidos pueden ser tratados según la realidad que rodea a cada uno de los estudiantes, *¿Están los profesores entregando de forma contextualizada estos contenidos?, ¿Relacionan los contenidos con la zona geográfica a la cual pertenecen?, ¿Se entregan a los aprendices relaciones con su entorno más directo?*. Estas preguntas orientan y motivan el presente trabajo.

¹Química. Programa de Estudios Primer Año Medio. Ministerio de Educación de Chile.

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DE PILAS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES¹

Roberto Orellana², María Teresa Varnero³, Pablo Alvarado³, Claudia Santibáñez.

¹ Proyecto Transformación de Residuos Orgánicos

² Tesista. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas.

³ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Casilla 1004, Santiago, Chile.

e-mail: rob_orellana@yahoo.com, mvarnero@uchile.cl, palvarad@uchile.cl, csantiba@uchile.cl

La eficiencia del proceso de compostaje depende de diversos parámetros tales como, biodisponibilidad de las materias primas, balance de nutrientes (relación C/N), pH, niveles de sales solubles, contenido de oxígeno y humedad. Estos parámetros se relacionan entre sí determinando las diversas sucesiones biológicas que se van generando al interior de la pila y la intensidad con que estas van transformando la materia fresca en compuestos más estables.

En la localidad de San Francisco de Mostazal (VI región) se evaluó la influencia del contenido de humedad sobre la actividad microbiológica presente en tres procesos de compostaje de residuos agroindustriales. Los tratamientos correspondieron a las siguientes mezclas volumétricas RC = 100 % de residuos de elaboración de café, RC+TD = 50% de residuos de elaboración de café + 50% de residuos de tierras de diatomeas, RC+RF = 50% de residuos de elaboración de café + 50% de residuos de fruta fresca, generándose pilas con las siguientes propiedades.

Materiales	Contenido de Humedad (%)	Contenido de M.O.(%)	C(%)	N(%)	Relación C:N	pH	C.E (mS/cm)
RC	76,48	99,37	54,65	1,95	28,03	5,68	0,21
RC + TD	71,67	76,24	41,93	2,03	20,71	5,68	0,62
RC + RF	79,71	95,55	52,55	1,65	31,85	5,22	0,41

Se realizó un monitoreo periódico de temperatura, humedad, materia orgánica, pH y C.E durante el proceso. Al cabo de siete meses se observó que existe una estrecha relación entre humedad y actividad microbiológica en el compostaje de este tipo de residuos. En los tres tratamientos se obtuvo correlaciones de humedad y temperatura ($RC R^2 = 0.73$; $RC+TD R^2 = 0.67$; $RC+RF R^2 = 0.66$) que indican que a contenidos de humedad superiores a 50% disminuye considerablemente la actividad biológica. Estos niveles de humedad se mantienen desde el inicio del proceso (fines de Mayo) hasta finales de invierno (Septiembre) lo que sugiere la influencia de las precipitaciones sobre la eficiencia del proceso. Además se observa que el tamaño de partículas es también un parámetro relevante para el movimiento del agua y oxígeno en el interior de la pila, que determina que el tratamiento RC+TD sea el tratamiento menos eficiente producto de zonas anaeróbicas generadas en su interior. Se concluye que la humedad es un parámetro relevante para la actividad microbiológica del proceso, determinando así que para distintos materiales existen distintos niveles de humedad óptimos para el proceso de compostaje.

QUÍMICA DE LAS PRECIPITACIONES EN BOSQUES DE *Nothofagus* EN EL CENTRO-SUR DE CHILE.

Roberto Godoy, Carlos Oyarzún, Pablo Donoso, Goetz Palfner y Mónica Barrientos

Instituto de Botánica, Instituto de Geociencias, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile
e mail: rgodoy@uach.cl

El ingreso de nutrientes al ecosistema boscoso ocurre principalmente a través de la atmósfera, vía depositación (seca y húmeda) o por fijación biológica activa, contribuyendo en forma importante al ciclo biogeoquímico.

La química de las precipitaciones en el centro-sur de Chile, particularmente en áreas montañosas remotas, es considerada exenta de contaminación y se caracteriza por estar íntimamente relacionada al ciclo hidrológico. En una misma área geográfica, el dosel de los bosques modifica fuertemente la química de las precipitaciones y produce como resultado una transferencia adicional de nutrientes al suelo. Se plantea que la variabilidad en la química de las precipitaciones en escala de paisaje en áreas remotas, es atribuida a la variación de la composición florística y la estructura de la vegetación.

El área de estudio está localizada en San Pablo de Tregua, Provincia de Valdivia (39°35'S - 72°07'W), a 600 m s.n.m., caracterizado por un clima lluvioso (5.308 mm año⁻¹) y verano breve y seco, con temperatura media anual de 11 °C. El área posee una topografía de carácter montañosa y los suelos son originados de cenizas volcánicas.

Mediante monitoreo continuo, se analizó mensualmente la química de la precipitación (P) en un área despejada (libre de vegetación) y se comparó con la precipitación directa (Pd) de 4 diferentes bosques de *Nothofagus* y entre ellos, respectivamente. Los análisis químicos promedio en el agua de P para 2 años de estudio son: pH (6,2), conductividad (8,78 $\mu\text{S cm}^{-1}$), $\text{NO}_3\text{-N}$ (33,18 $\mu\text{g L}^{-1}$), $\text{NH}_4\text{-N}$ (50,01 $\mu\text{g L}^{-1}$), N orgánico (55,94 $\mu\text{g L}^{-1}$), P (40,5 $\mu\text{g L}^{-1}$) y cationes (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2}) con 0,19, 0,82, 0,28 y 0,05 mg L^{-1} , respectivamente. Se observaron variaciones significativas entre P y Pd de los bosques, particularmente en el aumento de la conductividad por el aporte de cationes (K^+ y Na^+) y la variación en la concentración de compuestos nitrogenados inorgánicos. Se analiza y compara los resultados de Pd entre bosques caducifolios y siempreverdes. Se discuten los resultados del presente estudio con otros sitios experimentales en la región con influencia de actividades agrícola-ganaderas.

Proyectos Fondecyt 1050313 y Forecos P04-065-F.

SEDIMENTACIÓN Y DIFUSIÓN DE ESPECIES QUÍMICAS EN UN LAGO DE BAJA PROFUNDIDAD

Jaime Pizarro¹, M. Angélica Rubio², Alicia Matta¹, Pamela Maturana¹, Ana Soto¹

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

jpizarro@lauca.usach.cl

La elevada demanda por recursos hídricos y la fuerte disminución de su disponibilidad como resultado de la alteración del ciclo hidrológico y la creciente contaminación hace necesario orientar esfuerzos por la mantención, conservación y restauración de éstos en las distintas regiones del mundo. Atención especial se ha empezado a dar a los humedales y lagos de baja profundidad pues muchos de ellos acogen una gran biodiversidad, sirven como sistemas depuradores de aguas y en las áreas urbanas son usados con fines recreacionales. La laguna Carén es un lago de baja profundidad cuyas aguas están afectadas por una fuerte carga de materia orgánica y que ha recibido pulsos de contaminación por descargas accidentales de relaves de una mina de cobre cercana.

Este trabajo presenta resultados del comportamiento diagenético de metales (Cu, Sb, Pd, Fe, Zn y Mn) en la interfaz sedimento-agua. También muestra resultados de un estudio de fraccionamiento selectivo de los metales en sedimentos y la tasa de sedimentación de estos metales en los últimos 20 años.

El muestreo incluyó el uso de dializadores, procedimiento poco perturbante que permite extraer y posteriormente identificar la presencia de especies metálicas de interés que difunden a través de la interfaz sedimento-agua y los sedimentos fueron obtenidos con una saca testigo ("core"). La columna de sedimentos fue seccionada cada 0,5 cm. Las muestras de sedimentos son liofilizadas y sometidas a disgregación ácida y posteriormente analizadas por ICP-EOS. El estudio geocronológico se realizó usando ²¹⁰Pb.

Los resultados obtenidos señalan que la condición reductora bajo la interfaz sedimento-agua permiten la formación de flujos de Mn, Fe, Cu, amonio y fosfatos hacia la columna de agua. El fraccionamiento selectivo indica que los metales mayoritariamente están asociados a la fracción insoluble y la datación señala la presencia de eventos contaminantes en los últimos veinte años.

Referencias

1- Martin A.J., McNee J.J. y Pedersen T.F. (2001) The reactivity of sediments impacted by metal-mining in Lago Junin, Perú. J. Geochem. Explor. 52, 81-89.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto N° 010312PK, DICYT Universidad de Santiago

EVALUACION DE LA DEGRADACION DE PENTAFLOROFENOL POR HONGOS BLANCOS LIGNINOLITICOS NATIVOS DE CHILE

G. Muñoz, H. Leal, M.C. Díez

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

M. Alvear

Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D.
Temuco, Chile.

El empleo de microorganismos capaces de degradar los compuestos organoclorados es una alternativa viable y eficiente para la transformación de éstos en el ambiente

En este trabajo se evaluó la transformación de clorofenoles (2,4-diclorofenol; 2,4,6-triclorofenol y pentaclorofenol) por la acción de hongos de pudrición blanca y su actividad enzimática relacionada. Para ello se empleó el hongo de colección *Phanerochaete chrysosporium* CECT N° 2798 y otro hongo nativo, *Stereum sp*, los cuales se hicieron crecer en medios con distintas concentraciones estos clorofenoles.

Los resultados obtenidos señalan que la actividad enzimática Manganese Peroxidasa no fue afectada al incorporar altas concentraciones de estos contaminantes en la etapa de idiofase del hongo, a diferencia de lo observado en la etapa de crecimiento o trofofase, la que se ve seriamente inhibida al trabajar con concentraciones cercanas a los 30 ppm de clorofenoles. También se observó que existe una relación directa entre la resistencia a la biodegradación y la cantidad de átomos de cloro presentes en las moléculas de los compuestos halogenados, presentándose el pentaclorofenol como el compuesto clorado más resistente a la biodegradación.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por los proyectos FONDECYT 1010529 y Fundación Andes C-13755-28.

Referencias

- (1) L. Gianfreda and M. Rao. *Enzyme and Microbial Technology*. 35 (2004) 339-354.
- (2) M.L. Rabinovich, A.V. Bolobova, L.G. Vasilichenko. *Appl. Biochem. Microbiol* 40 (2004) 2-18.

METALES TRAZA, HAPS Y TOXICIDAD EN SEDIMENTOS MARINOS DE PUERTOS.

Gabriela Aguirre¹, Anny Rudolph², Ramón Ahumada².

¹U. Arturo Prat. Departamento Ciencias del Mar. Casilla 121. Iquique. ²U. Católica Sma. Concepción. Fac. Ciencias. Depto. Química Ambiental. Casilla 297. Concepción. Email rahuma@ucsc.cl.

Los puertos son áreas protegidas, de uso múltiple y vertimientos de aguas residuales heterogéneas producto de las actividades desarrolladas en su entorno. Los sedimentos son una matriz integradora, que registra los cambios de concentración de las sustancias introducidas a la columna de agua desde la atmósfera y la zona costera. La acumulación de compuestos químicos en los sedimentos y las reacciones allí producidas, resultan en una alta toxicidad, con progresivos estados de desfaunación. En este contexto, se analiza el impacto de la contaminación de los sedimentos de los puertos: Iquique, Patache (I Región), San Vicente, y Talcahuano (VIII Región), respecto un área de bajo impacto por actividades portuarias *i.e.*, Coliumo (VIII Región). El análisis se realiza a través del contenido de compuestos de toxicidad media y alta: metales, HAPs y la aplicación de un test estandarizado de fertilización con *Arbacia spatuligera*. El contenido de metales (Cd, Pb y Cu) se realizó por polarografía de redisolución anódica y HAPs mediante cromatografía de gas masa. Se determinó además materia orgánica total (MOT) por gravimetría. Los resultados muestran en el puerto de Iquique las mayores concentraciones de Cd ($20\mu\text{gg}^{-1}$), Pb ($370\mu\text{gg}^{-1}$), Cu ($514\mu\text{gg}^{-1}$) y MOT ($10,2 \pm 0,4\%$). Seguido del puerto de San Vicente y Talcahuano. El mayor contenido de HAPs se determinó en San Vicente, siendo benzo(a)fluoranteno en de mayor concentración ($12,62\text{ ugkg}^{-1}$). La menor concentración de Cd ($0,8\mu\text{gg}^{-1}$) y Cu (BND) se observó en el sector Coliumo, mientras que en el sedimento de Patache se determinó la menor concentración de Pb ($1,6\mu\text{gg}^{-1}$) y MOT ($2,2 \pm 0,2\%$). Para los análisis de toxicidad se usó como control positivo CuSO_4 , determinándose un EC_{50} con CuSO_4 de $7,0\text{ }\mu\text{L/L}^{-1}$. Los porcentajes de fertilización fueron: $99,4 \pm 0,6\%$ para los controles, $96,2 \pm 2,1\%$ Coliumo, $74,5 \pm 5,6\%$ para puerto Patache, $68,75 \pm 5,7\%$ en el puerto Talcahuano, $52,4 \pm 4,8\%$ en el puerto Iquique y 0% en el Puerto de San Vicente. Se observa una relación directa entre el contenido de HAPs y la toxicidad de los sedimentos, pero no en relación al contenido de metales estudiados.

Palabras Claves: metales traza, HAPs, sedimento en puertos, test de fertilización.

Agradecimientos a MECESUP USC-99 01 por la infraestructura analítica aportada.

SEGUIMIENTO AMBIENTAL MULTIESCALADO: UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Dr. Manuel Contreras Lelva

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile - Centro de Ecología Aplicada Ltda.

1. Introducción

Los sistemas ecológicos o ecosistemas pueden ser estudiados y monitoreados desde múltiples perspectivas y a las más diversas escalas de tiempo y espacio. Uno de los principales problemas que se producen en que se distorsiona y estructura de los ecosistemas es "escala desproporcionada", esto es, el ecosistema se "vea" distinto según la escala a la que se observa. Es por ello que resulta vital, en las etapas iniciales del monitoreo ambiental, el poder definir más de un escala, espacial y temporal, en la que este se realizará. De esta forma se puede evitar el riesgo de estar viendo en el lugar y tiempo equivocados.

Los programas de seguimiento ambiental tienen como objetivos evaluar la efectividad de las medidas destinadas a mitigar impactos ambientales y detectar cambios inesperados en el área de influencia de los proyectos. Ante cualquier efecto ambiental adverso a la conservación, establecido en el marco del SIA, a través de la

CONFERENCIA PLENARIA

Dr. Manuel Contreras L.

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Centro de Ecología Aplicada

El desarrollo de un programa de monitoreo multiescala se basa en la detección de los cambios que ocurren a diferentes escalas (espaciales y temporales) y que eventualmente pueden generar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Los indicadores de cambios y variables que existen en los sistemas multiescala complejos, son un excelente ejemplo de la necesidad de un enfoque multiescala para explicar la dinámica poblacional. Por una parte, el nivel espacialmente de la especie depende de la intensidad que se genera en un hábitat específico. En segundo lugar, los cambios en los niveles poblacionales a mediano y largo plazo, dependen de la incorporación de procesos a una escala espacial y temporal mayor. Incorporando el estudio de las perturbaciones poblacionales en una muestra, la importancia del enfoque multiescala, permite en que permita evaluar el peso relativo de cambios derivados por procesos que ocurren a escala local que ocurren en actividades antropogénicas.

2.1. Seguimiento Ambiental

El diseño de un programa de monitoreo multiescala se basa en la detección de los cambios que ocurren a diferentes escalas (espaciales y temporales) y que eventualmente pueden generar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

La detección de dichos cambios involucrados se realiza dividiendo el espacio en diferentes niveles de observación, desde la división natural de estos sistemas. Para definir un nivel es necesario

SEGUIMIENTO AMBIENTAL MULTIESCALADO: UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO.

Dr. Manuel Contreras Leiva.

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Centro de Ecología Aplicada Ltda.

1. Introducción

Los sistemas ecológicos o ecosistemas pueden ser estudiados y monitoreados desde múltiples perspectivas y a las más diversas escalas de tiempo y espacio. Uno de los principales problemas que se producen es que la dinámica y estructura de los ecosistemas es "escala dependiente"; esto es, el ecosistema se "verá" distinto según la escala a la que se observe. Es por ello que resulta vital, en las etapas iniciales del monitoreo ambiental, el poder definir más de un escala, espacial y temporal, en la que este se realizará. De otra forma se puede correr el riesgo de estar mirando en el lugar y tiempo equivocados.

Los programas de seguimiento ambiental tienen como objetivo evaluar la eficiencia de las medidas destinadas a mitigar impactos ambientales y detectar cambios inesperados en el área de influencia de los proyectos. Aún cuando esta actividad corresponde a un compromiso establecida en el marco del SEIA a través de la Resolución de Calificación Ambiental, se traduce en un riesgo para la operación de los proyectos, ya que en base al "Principio Precautorio" con el cual operan los Servicios del Estado, frente a cualquier cambio que ocurra en el medio natural, se asigna *a priori* una responsabilidad directa, no necesariamente causal a las empresas, tanto para el área de influencia directa como indirecta.

El desarrollo de un Programa de Seguimiento Ambiental Multiescalado (PROSAM), permitirá evaluar fenómenos que son escala dependiente y que pueden ser afectados por procesos cuyo origen esta en otra escala. Como por ejemplo, determinar el rol que cumplen fenómenos climatológicos globales (fenómeno del Niño), regionales (invierno boliviano), locales (evaporación, disponibilidad recursos hídricos) sobre la dinámica de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Las poblaciones de flamencos y vicuñas que habitan en las cuencas endorreicas altiplánicas, son un excelente ejemplo de la necesidad de un enfoque multiescalado para explicar su dinámica poblacional. Por una parte, el éxito reproductivo de la especie depende de la interacción que se genera en un hábitat específico, sin embargo, los cambios en los tamaños poblacionales a mediano y largo plazo, requieren de la incorporación de procesos a una escala espacial y temporal mayor, incorporando el análisis de los parámetros poblacionales en otras cuencas. La importancia del enfoque multiescalado radica en que permite evaluar el peso relativo de cambios derivados por procesos naturales versus aquellos que tienen su origen en actividades antrópicas.

2.1 Bases Conceptuales

El diseño de un programa de monitoreo multiescalado se basa en la detección de fenómenos que ocurren a diferentes escalas (tanto temporales como espaciales), y que potencialmente pueden regular la estructura y funcionamiento de los ecosistema terrestres y acuáticos.

La definición de dichas escalas involucradas se realiza dividiendo al espacio en diferentes niveles de resolución que nacen de la división natural de estos sistemas. Para definir un nivel es necesario

identificar al menos dos puntos importantes: elementos que componen el nivel e interacción entre el nivel y los niveles de orden inferior o superior (condiciones de borde). Cabe mencionar que elementos de un nivel definen la escala espacial característica de dicho nivel, por lo tanto, elementos de un mismo nivel necesariamente tienen que tener escalas espaciales similares.

Para el diseño monitoreo multiescalado se plantean los siguientes niveles utilizando a modo de ejemplo las cuencas endorreicas del altiplano chileno:

Primer Nivel: Este nivel corresponde al total de espacio definido El PROSAM constituye una herramienta complementaria al Sistema de Manejo Ambiental que ya está implementado en la Compañía Minera Inés de Collahuasi (Figura 1), permitiendo el análisis y integración de la información ambiental disponible, la optimización de los programas de monitoreo, y la generación de escenarios estratégicos destinados al manejo de los recursos naturales.

En la gran mayoría de los casos la inversión inicial que implica definir escalas de observación múltiples, se ve compensada en el mediano y largo plazo por una mayor capacidad predictiva, tanto cualitativa como cuantitativa

- en función de las características estructurales y funcionales del medio natural. Dicho espacio se compone por un número finitos de cuencas endorreicas características de estos ambientes. Las cuencas endorreicas pueden presentar flujos hídricos que las conecten subsuperficialmente a través de los acuíferos, sin embargo, también pueden existir flujos superficiales de materia y especies. En este nivel es necesario definir si existen interconexiones entre las cuencas, interconexiones como la presencia de vectores biológicos (camélidos o aves por ejemplo). Las principales condiciones de borde de este nivel son meteorológicas (radiación solar, precipitaciones).
- **Segundo Nivel:** Este segundo nivel corresponde a cada una de las cuencas en particular. Estas cuencas se componen principalmente por un mosaico formado por los ecosistemas terrestres que rodean el salar (cuenca de avenamiento) y aquellos emplazados en el interior del salar (Salar). La interacción entre ambas unidades queda definida por los flujos de agua que los ligan, flujos tanto superficiales como subterráneos, que son acompañados en la mayoría de los casos, por flujos de nutrientes y especies. Las principales condiciones de borde de estas cuencas también vienen dadas por las condiciones meteorológicas, pero adquieren un papel de mayor importancia las singularidades de cada cuenca, por ejemplo, altura de la cuenca, tipo de suelo (que define interacción entre escurrimientos superficiales y subterráneos), o latitud.
- **Tercer Nivel:** Este tercer nivel corresponde a los flujos (agua, materia, especies) que se producen entre los ecosistemas acuáticos y terrestres que se encuentran al interior de la cuenca de avenamiento y el salar. Las principales condiciones de borde de estas cuencas también vienen dadas por las condiciones meteorológicas, pero adquieren un papel de mayor importancia las singularidades de cada cuenca, por ejemplo, altura de la cuenca, tipo de suelo (que define interacción entre escurrimientos superficiales y subterráneos), y el metabolismo de los ecosistemas.
- **Cuarto Nivel:** Este nivel corresponde a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos, definidos a partir de la biodiversidad local y los procesos

biogeoquímicos. Las condiciones de borde de estos niveles son las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos.

Existe una estrecha relación entre las escalas temporales y espaciales, debido a la velocidad a la cual ocurren los procesos, a cada nivel se asocia una escala espacial y un tiempo en el cual es posible detectar cambios, siendo mayor para los niveles superiores. La escala temporal asociada a cada uno de los niveles es uno de los puntos que es necesario de investigar para definir la frecuencia de muestreo representativa de cada nivel, requiriéndose identificar con precisión la interacción que se genera entre ambas escalas, para los componentes ambientales de interés. Para resolver lo anterior existe una gran variedad de métodos que permiten definir de una manera objetiva las escalas de observación y monitoreo más convenientes para responder preguntas específicas. Estas técnicas permiten el acoplamiento entre las diferentes escalas y lo que es más importante el escalamiento de la información entre niveles diferentes. Entre las técnicas más usadas es posible señalar las siguientes:

- Modelación conceptual y "brain storming"
- Análisis en series de tiempo
- Análisis espacial por medio de geoestadística

Como se señaló anteriormente, la dinámica y estructura de los ecosistemas es "escala dependiente"; para estudiarlos es necesario definir una escala espacial y temporal apropiada. Al aumentar la escala, los procesos dominantes cambian, resultando en nuevos componentes, interacciones y agentes forzantes, nuevas organizaciones. Cambios de escala frecuentemente requieren de la consideración de nuevos niveles de organización, generándose discontinuidades. Cuando estamos en el mismo nivel, el escalamiento de la organización puede ser corregido por las diferencias de escala, sin embargo, al cambiar de nivel se produce un fenómeno denominado transmutación, a partir del cual se generan errores no-lineales que limitan el escalamiento. Esta situación permite establecer que información primaria obtenida en niveles de organización inferiores no puede ser extrapolada a niveles superiores. Por ejemplo, los resultados provenientes de muestreos de composición y abundancia relativa de la flora y fauna, obtenidas por el método de parcelas en el interior de una vega o bofedal, no pueden ser extrapolados para establecer el comportamiento global de las vegas y bofedales en las cuencas endorreicas.

El PROSAM constituye una herramienta complementaria a los Sistemas de Gestión Ambiental, permitiendo el análisis y integración de la información ambiental disponible, la optimización de los programas de monitoreo, y la generación de escenarios estratégicos destinados al manejo de los recursos naturales. En la gran mayoría de los casos la inversión inicial que implica definir escalas de observación múltiples, se ve compensada en el mediano y largo plazo por una mayor capacidad predictiva, tanto cualitativa como cuantitativa.

La Humedad Estratosférica, en aporte en la Baja de la Columna de Ozono de Los Andes

Luis De Silva M.¹, Luis Quiroga D.², Luis Melander S.¹ and Arnoldo Torres C.²

¹ Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física,
Av. J.P. Alessandri 1245, Santiago, Chile
luis.melander@utem.cl

² Universidad de Magallanes, Departamento de Ciencias Exactas,
Av. Bulnes 21533, Punta Arenas, Chile
arnoldot@umag.cl

Resumen: La baja de la columna de ozono en el hemisferio sur de Sudamérica se ha explicado, anteriormente, en base de los vientos presentes en el área de la depresión y que comprimen la capa de ozono adelgazándola. Sin embargo, la presencia de humedad y metano en la estratosfera dan una evidencia que tales compuestos también participan en la disminución de la capa de ozono. La humedad reacciona con el oxígeno destruyéndolo y al mismo se oxida generando humedad como uno de los productos finales, y esta humedad se agrega a la existente para disminuir la capa de ozono. La data para este estudio fue obtenida de la NASA y HALOE.

Introducción

SECCIONES ORALES

Durante décadas, se han observado disminuciones de la columna total de ozono sobre el hemisferio sur de Sudamérica. Estas bajas de ozono se observan, preferentemente, en la época de verano del hemisferio sur y se extienden desde Ecuador hasta la latitud 32° S o más en Chile (1). Este área de depresión presenta su mínimo sobre la cordillera de Los Andes y su ancho va desde el borde oeste en el Pacífico hasta el extremo de la cordillera en el lado este. Un análisis de la velocidad de los vientos en esta región, ha mostrado que existe una componente vertical de la velocidad del viento desde abajo por sobre la capa de ozono consumiéndola y generando una depresión (2). Sin embargo, posteriormente, se ha determinado que durante la presencia de esta baja de ozono también se presenta un alto contenido de humedad en esa misma zona. Ese hecho ha llevado a considerar que si esta humedad llega llegar a reacciones estratosféricas, ésta puede ocasionar dando como resultado destrucción del ozono, colaborando de esta manera en la disminución del ozono estratosférico en el hemisferio sur de Sudamérica. Existen antecedentes que avalan el hecho que una baja de ozono puede deberse a una presencia de humedad estratosférica (3). Por otra parte, se ha confirmado que durante los últimos cincuenta años ha habido un incremento de la humedad estratosférica; este incremento, en promedio, ha sido de 2 ppmv por una presión normal de 4 y 6 ppmv (4). En este trabajo se analizan dos alternativas que refuerzan estas bajas de ozono estratosféricas: una, la presencia de mayor humedad sobre el hemisferio sur de Sudamérica y, la otra, la presencia de ozono estratosférico en esa región. En particular, se estudia la depresión que se presentó en Enero de 1998 haciendo uso de los datos entregados por la NASA y HALOE.

Análisis de Datos

Durante el verano entre los años 1997 y 1998, se presentó un evento de baja de la columna de ozono en el hemisferio sur de Sudamérica. Este evento comenzó el 6 de

La Humedad Estratosférica, un aporte en la Baja de la Columna de Ozono de Los Andes

Luis Da Silva M.¹, Luis Gutiérrez O.¹, Luis Morales S.¹ and Arnaldo Torres C.²

¹ Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física,
Av. J.P. Alessandri 1242, Santiago, Chile,
luis.dasilva@utem.cl

² Universidad de Magallanes, Departamento de Climatología,
Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile,
atorres@umag.cl

Resumen La baja de la columna de ozono en el costado oeste de Sudamérica se ha explicado, anteriormente, en base de los vientos presentes en el área de la depleción y que comprimen la capa de ozono adelgazándola. Sin embargo, la presencia de humedad y metano en la estratosfera dan una evidencia que estos compuestos también participan en la disminución de la capa de ozono. La humedad reacciona con el ozono destruyéndolo y el metano se oxida generando humedad como uno de los productos finales, y esta humedad se agrega a la anterior para deteriorar la capa de ozono. La data para este estudio fue obtenida de la NASA y HALOE.

Introducción

Durante décadas, se han detectado disminuciones de la columna total de ozono sobre el costado oeste de Sudamérica. Estas bajas de ozono se observan, preferentemente, en la época de verano del hemisferio sur y se extienden desde Ecuador hasta la latitud 33° S o más en Chile (1). Esta franja de depleción presenta su mínimo sobre la cordillera de Los Andes y su ancho va desde el borde costero en el Pacífico hasta el término de la cordillera en el lado este. Un análisis de la velocidad de los vientos en esta región, ha mostrado que existe una componente vertical de la velocidad del viento desde abajo por sobre la capa de ozono comprimiéndola y generando esa depleción (2). Sin embargo, posteriormente, se ha determinado que durante la presencia de esta baja de ozono también se presenta un alto contenido de humedad en esa misma zona. Este hecho ha llevado a considerar que si esta humedad logra llegar a regiones estratosféricas, ésta puede reaccionar dando como resultado destrucción del ozono, colaborando de esta manera en la disminución del ozono estratosférico en el costado oeste de Sudamérica. Existen antecedentes que avalan el hecho que una baja de ozono puede deberse a una presencia de humedad estratosférica (3). Por otra parte, se ha confirmado que durante los últimos cincuenta años ha habido un incremento de la humedad estratosférica: este incremento, en promedio, ha sido de 2 ppmv ante una presencia normal de 4 y 6 ppmv (4). En este trabajo se analizan dos alternativas que refuerzan estas bajas de ozono estratosférico: una, la presencia de mayor humedad sobre el costado oeste de Sudamérica y, la otra, la presencia de metano estratosférico en esa región. En particular, se analizará la depleción que se presentó en Enero de 1998 haciendo uso de los datos entregados por la NASA y HALOE.

Análisis de Datos

Durante el verano entre los años 1997 y 1998, se presentó un evento de baja de la columna de ozono en el costado oeste de Sudamérica. Este evento comenzó el 6 de

MODELOS DE SIMULACIÓN PARA OXÍGENO DISUELTO COMO HERRAMIENTAS DE PREDICCIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL EN BAHÍAS COSTERAS.

Ramón Ahumada¹ y José Vargas².

¹ Universidad Católica Santísima Concepción. Fac. Ciencias. Depto. Química Ambiental. Casilla 297.

Campus San Andrés. Concepción. Email rahuma@ucsc.cl.

² Universidad de Concepción. Facultad Ingeniería. Depto de Hidráulica.

Las zonas costeras restringidas, semi-cerradas (bahías) son zonas protegidas, que en forma histórica han sido usadas como áreas de asentamientos humanos. El desarrollo industrial posterior genera un uso intensivo y múltiple del área. Las escargas de aguas residuales, residuos industriales líquidos y vertimientos de materia orgánica generan zonas de rápida eutroficación: incremento de “nutrientes nuevos” de origen oxidativo, aguas suboxicas, sedimentos anóxicos, dominancia de bacterias y desfaunación. La modelación es una herramienta que aplicada a un sistema acotado, permite entender el comportamiento de las variables en el tiempo y definir una condición de comportamiento futuro. En el presente modelo se utilizó el oxígeno como variable de estado y como procesos asociados se consideró: advección, reaeración, fotosíntesis-respiración, DBO₅ de aguas residuales y demanda de O₂ de sedimentos. Se compartamentalizó cada bahía y se estableció ecuaciones de entrada y salida de cada compartimento usándose la siguiente ecuación:

$$V_i \cdot \dot{C}_i = Q \cdot C_i \pm P_i = V \cdot \dot{C} = Q \cdot \left(B - \frac{\Delta t}{2} \cdot \dot{C} \right) + P \rightarrow V \cdot \dot{C} = Q \cdot B - Q \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot \dot{C} + P \rightarrow V \cdot \dot{C} + \frac{\Delta t}{2} \cdot Q \cdot \dot{C} = Q \cdot B + P$$

La solución consiste en definir las condiciones iniciales y condiciones de borde. La información histórica experimental y el valor de saturación establecen el punto de inicio de las iteraciones. Se calcula la matriz P dentro de cada compartimento para t_1 y luego realizar la iteración del modelo. El cambio de los parámetros de interés, permitirán modelar una respuesta respecto del contenido de oxígeno en las nuevas condiciones. Se presenta los resultados de la aplicación del modelo a dos bahías de Chile central (B. San Vicente y B. Concepción) considerando diferentes compartimentalizaciones de acuerdo a sus regímenes naturales de circulación.

Nuestros agradecimientos a Liliana Pagliero, Ricardo Osorio y Cecilia Hernández quienes trabajaron en la modelación.

APLICACIÓN DE MODELOS DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: ANÁLISIS DEL PROCESO

Ing. MSc. Cristian Francisco Bustos Salas

Vicerrectoría de Asuntos Académicos, Programa Interfacultades,
Magíster en Gestión y Planificación Ambiental, Universidad de Chile
Roberto Espinoza N° 943, Dpto. 402, Santiago, Chile
e-mail: cristian.bustos@terra.cl

La presente investigación da cuenta del uso de modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos (MDCA) en la evaluación de proyectos sometidos en Chile al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) entre los años 1997 y 2001. Esto se realiza mediante la revisión sistemática de dichas aplicaciones, así como a través de entrevistas a profesionales involucrados, tanto ejecutores como evaluadores.

El examen exhaustivo de una muestra representativa de nueve proyectos sometidos al SEIA, que incluye a centrales termoeléctricas, refinerías de petróleo, proyectos mineros, incineradores, gasoductos y rellenos sanitarios, y entrevistas a profesionales, indican que el uso de MDCA se ha llevado a cabo, en general, sin una aproximación metodológica adecuada. Es así que las aplicaciones no consideraron adecuadamente elementos tales como: estudiar y definir el problema, construir o seleccionar el modelo apropiado, especificar los valores de las variables y los parámetros, evaluar y validar los resultados. Esto está interfiriendo en las evaluaciones de impacto ambiental, demandando mayor tiempo a las revisiones y dificultando que se conozcan los impactos ambientales reales de los proyectos, entre otros problemas.

Éstos resultados sugieren la necesidad de intervenir en el funcionamiento del SEIA para asegurar que los MDCA se utilicen de acuerdo a lo exigido en la Ley, es decir, que su uso sea justificado y se aplique correctamente. Esto requiere, por una parte, implementar y mantener procesos que desarrollen el conocimiento y competencia en evaluadores, analistas y tomadores de decisiones acerca del estado del arte en cuanto a la MDCA. Por otra parte, es necesario dotar al SEIA de herramientas para asegurar la calidad de las aplicaciones de MDCA, transparentar el mercado de la consultoría ambiental y, posiblemente, asignar responsabilidades legales para quienes participan en la preparación de Estudios de Impacto Ambiental.

Palabras Clave: Contaminación atmosférica, dispersión atmosférica, modelos.

MODELO TERRITORIAL DE ANÁLISIS DE RIESGO POR USO DE PLAGUICIDAS EN CHILE

Santibáñez, F., N. Urra, P. Roa, M. Riadi

*Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Casilla 1004, Santiago, Chile.
fsantiba@uchile.cl*

Gran parte de los factores que determinan el riesgo asociado al uso y posterior dispersión de los plaguicidas en el ambiente, dependen de las condiciones ambientales del lugar en que se desarrollan las actividades silvoagropecuarias, de los hábitos alimentarios y de la localización de la población potencialmente expuesta. Adicionalmente el riesgo puede ser modificado por el tipo de prácticas agrícolas y el nivel de tecnificación de uso de los plaguicidas

El sólo uso de productos químicos solo se constituye en un riesgo, si el ambiente ofrece los medios de transporte y difusión que comuniquen a la fuente con los seres vivos, donde quiera que estos se localicen. El conjunto fuente-mecanismo de transporte-receptor constituye una ruta de exposición. De esta forma, en un territorio pueden operar simultáneamente varias rutas de exposición que afectan a una misma población (aire, agua, ingesta).

Este trabajo presenta un esfuerzo por integrar, a partir de la información existente, a las actividades silvoagropecuarias, el tipo y cantidad de plaguicidas utilizados actualmente, el nivel de observancia de buenas prácticas agrícolas, y las rutas de exposición propias de las singularidades territoriales del país. El modelo calcula un índice de riesgo global, sobre la base del efecto aditivo la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales y la exposición humana, considerando la dinámica de las rutas de exposición locales. A los componentes anteriores se agrega la presión de uso de plaguicidas, que corresponde a la masa de plaguicidas utilizados en una unidad de superficie territorial, expresada en unidades de igual toxicidad. Esto último permite adicionar productos de distinto nivel de toxicidad. La expresión sintética del modelo es:

$$R_P = I_P * (I_V + I_E)$$

R_P = riesgo global por uso de plaguicidas

I_V = índice de vulnerabilidad

I_E = índice de exposición humana

I_P = índice de presión de uso de plaguicidas

DINÁMICA DE LAS CORRIENTES DE MAREA Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO VALDIVIA DURANTE DOS CICLOS DE MAREA

Felipe Zapata, Juan Luis García, Mirna Aguilar, Sandor Mulsow & Mario Pino.

*Laboratorio Geobentos, Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia
felipezapata@uach.cl*

Resumen

Los estuarios son cuerpos hídricos complejos y dinámicos donde interactúan esencialmente componentes fluviales y oceánicas. El grado de interacción entre ambas y la topografía local definen la capacidad de los estuarios en movilizar y retener contaminantes (*e.g* metales traza, pesticidas, fertilizantes), potencialmente perjudiciales para los recursos biológicos asociados a estos cuerpos de agua (*e.g* acuicultura y pesca artesanal).

En este sentido, en el estuario del río Valdivia se determinaron las tasas de sedimentación y dinámica de metales traza totales y biodisponibles en la columna de agua. Se instalaron dos trampas (sub-superficial y fondo) de sedimentos y filtros DGT (*Diffusive Gradient Thins*) en dos estaciones, que representan aproximadamente el 15 – 30% de la sección total del estuario. La primera, ubicada aguas abajo de la ciudad de Valdivia y la segunda, aguas arriba. El estudio considera dos periodos de 25 horas abarcando ciclos completos de marea en sicigia, ambos en invierno (flujo fluvial máximo).

En base a los datos obtenidos, se observó que aguas arriba de la ciudad la tasa de sedimentación (TS) total es menor en un orden de magnitud ($1.0 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$) a los de aguas abajo ($41.9 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$), encontrándose en ambos casos los valores máximos recolectados en las trampas de fondo. Por otra parte, los valores de caudales instantáneos máximos en esta estación alcanzan aproximadamente los 280 y $75 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

Se discute el efecto del estuario Cruces en los resultados obtenidos y las relaciones entre la concentración de metales traza en la columna de agua y sedimento en suspensión a diferentes profundidades.

ANÁLISIS DE $\delta^{15}\text{N}$ EN EL SUELO COMO EVIDENCIA DE LA PERDIDA DE NITRÓGENO EN UNA CUENCA BOSCOA AFECTADA POR INCENDIO EN EL CENTRO-SUR DE CHILE.

Leandro Paulino, Pascal Boeckx, Roberto Godoy, Mónica Barrientos, Carlos Oyarzún

Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

Laboratory of Applied Physical Chemistry (ISOFS), Faculty of Bioscience Engineering,

Ghent University, Coupure 653, 9000 Gent, Belgium

e-mail: lpaulino@uach.cl

Los bosques prístinos de la Cordillera de Los Andes en el sur de Chile ($38^\circ - 42^\circ \text{ S}$) están sujetos a bajos aportes atmosféricos de nitrógeno (N) y bajas exportaciones de N en el agua de escorrentía superficial. Las alteraciones exógenas masivas representan un factor de desequilibrio y poco se conoce sobre su influencia en los procesos de transformación del N en el ecosistema. Un incendio afectó a bosques de *Araucaria araucana*-*Nothofagus spp.* en el Parque Nacional Tolhuaca (38° S , 71° W) en Febrero de 2002, proporcionando un experimento natural para evaluar estos procesos.

Se colectaron muestras de suelo un año y medio y 2,5 años después del incendio en perfil detallado (cada 2 cm de 0 a 30 cm de profundidad, y cada 5 cm de 30 a 50 cm de profundidad) en una cuenca quemada (Q) y en una cuenca control (C). Se analizó la variación de la abundancia natural de isótopo estable de N ($\delta^{15}\text{N}$) y el contenido de N total (NT) a través de espectrometría de masa de radio isotópico en las muestras de suelo. Se estimó la pérdida de N a través de análisis cuantitativo en muestras de agua de escorrentía superficial.

Un año y medio después del incendio el $\delta^{15}\text{N}$ y NT variaron en el perfil de 0-50 cm del área Q de 3,9-6,4‰ y de 0,6-0,3‰, respectivamente. En el área C esta variación fue de -1,7-3,9‰ y 0,7-0,3‰, respectivamente. Después de 2,5 años en el área Q la variación de $\delta^{15}\text{N}$ NT en el perfil fue de 3,1-6,3‰ 0,7-0,3‰, respectivamente, y en el área C fue de -2,6-4,0‰ de 1,1-0,3‰, respectivamente. Estos resultados demuestran un enriquecimiento de ^{15}N en el suelo quemado comparado al área control como una situación previa al incendio. Este enriquecimiento es resultado de la pérdida de N inorgánico principalmente en la superficie del suelo. No hubo diferencias significativas entre los dos períodos de estudio, demostrando que el patrón original del suelo aún no se recupera del evento catastrófico.

La concentración de N-NO_3 en el agua de escorrentía en el área Q en Junio del 2003 era de $550 \mu\text{g L}^{-1}$, la cual fue 90 veces mayor al área C ($6 \mu\text{g NO}_3\text{-N L}^{-1}$). Durante 1 año de monitoreo la concentración de N-NO_3 ha decrecido en forma lineal ($R^2 = 0.80$), evidenciando una disminución en la pérdida de nitrógeno inorgánico en la cuenca.

Concluimos que el incendio promueve un rompimiento en el ciclo interno de N en ecosistemas boscosos prístinos y el análisis de $\delta^{15}\text{N}$ es un potente método de comprobación de este proceso y de la resiliencia del ecosistema.

Agradecimientos a Proyecto de Cooperación Bilateral Chile-Bélgica, Núcleo Milenio FORECOS y FONDECYT 1050313; L. Paulino agradece beca doctoral CONICYT.

RELACION ENTRE LA MATERIA ORGANICA Y TASAS PRODUCCIÓN DE CO₂ POR ACCION MICROBIANA EN UN ECOSISTEMA DE LA IX REGION

Itilier Salazar y Karina Quilodrán

Dpto. Ciencias Químicas. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Instituto del Medio Ambiente. Universidad de La Frontera. Casilla 54-D. Temuco.

E-mail: itilier@ufro.cl

Es sabido que el CO₂ contribuye en gran medida a efecto invernadero (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. La tala de bosques y el cambio de uso del suelo contribuyen a la pérdida del equilibrio entre las emisiones y el secuestro de C-CO₂ (2). 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 (3). El C orgánico es importante para la sustentabilidad 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), 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.

Las tasas de evolución de C-CO₂ por acción microbiana fueron del orden de 12 µgCg⁻¹hora⁻¹ bajo bosque y 4 µgCg⁻¹hora⁻¹ en suelos degradados, debido al mayor aporte de material orgánico por el bosque, tanto en calidad como en cantidad.

- 1.-Raich, J.W. and Potter, C. 1995. Global pattern of carbon dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemical Cycles*. 9: 23-36
- 2.-Novoa, S-A, R., González, M., Novoa, L y Rojas, L. 2000. Inventario de gases con efecto invernadero emitidos por la actividad agropecuaria chilena. *Agricultura Técnica (Chile)*. 60(2): 154-165
- 3.-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
- 4.-Jenkinson, D.S. and Powlson, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil: I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem*. 8: 167-177

ESTUDIO DE LAS TENDENCIAS DEL VAPOR DE AGUA EN AMÉRICA DEL SUR A PARTIR DE DATOS REANALYSIS NCEP/NCAR.

Cristian Mattar B.¹, Luis Morales S.^{1,2}, Juan Parra A.³ y Raúl Orrego V.¹

¹ Universidad de Chile, Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables,
Av. Santa Rosa 11315, 8320000, Santiago, Chile.

² Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física,
Av. José Pedro Alessandri 1242, 8320000, Santiago, Chile,
e-mail: lmorales@uchile.cl

³ Universidad de la Frontera, Departamento de Ciencias Físicas,
Av. Francisco Salazar 01145, 4780000, Temuco, Chile
e-mail: jparra@ufro.cl

Resumen

Como una aproximación a cuantificar las tendencias del contenido de vapor de agua en la atmósfera, en este trabajo se estudia la dinámica espaciotemporal del agua precipitable en América del Sur, con datos provenientes del Reanalysis NCEP/NCAR, para el período comprendido entre los años 1948 y 2003. Mediante un análisis de tipologías se ha observado que el agua precipitable esta aumentando en torno a los 10° de latitud sur, sobre el amazonas, a una tasa promedio de $67,4 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Sin embargo se observan patrones espaciales característicos asociados a la circulación atmosférica en Sudamérica y los centros de acción meteorológicos. Este hecho podría explicar la disminución en Argentina y Chile entre los 20° y los 40° de latitud sur, a una tasa promedio de $-7,5 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, con excepción de noroeste brasileño que lo hace a una tasa de $-24,6 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Este hecho evidenciaría que el cambio climático también es cuantificable en términos del vapor de agua contenido en la atmósfera.

PROMEDIO MÓVIL DE 24 HORAS Y SU EFECTIVIDAD EN LA CARACTERIZACION DE EPISODIOS CRÍTICOS DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO

Richard Toro ^(a), Raúl Morales ^(a) y Manuel A. Leiva ^(a,b)

^(a) Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

^(b) Centro Nacional del Medio Ambiente, Av. Larraín 9975,
La Reina, Santiago, Chile,

La ciudad de Santiago es el principal centro urbano del país, con una población que supera los cuatro millones de habitantes. Los rasgos climáticos y geomorfológicos presentes en la cuenca otorgan condiciones muy desfavorables para los procesos de dispersión de contaminantes, que, junto al aumento de la población, la expansión urbana, la alta concentración de vehículos y actividades industriales, han hecho que Santiago presente altos niveles de contaminación, tanto a nivel de partículas suspendidas, en el período otoño-invierno, como de ozono, en primavera-verano.

El decreto supremo N°59 del SEGPRES establece la norma primaria de calidad ambiental para MP_{10} en la cual se definen los índices de calidad de aire referido a partículas (ICAP), los cuales son una herramienta de gestión ambiental que apoya la toma de decisiones al momento de determinar una situación de emergencia ambiental o episodio crítico. El ICAP, considera la información de concentración de MP_{10} para un periodo de tiempo de 24 horas, es decir, la media aritmética de los valores efectivamente medidos de concentración en cada estación de monitoreo en 24 horas consecutivas. Esto trae consigo un problema de carácter operativo, ya que en caso de producirse un máximo de concentración, el promedio móvil de 24 horas subestima la calidad de aire efectiva, imposibilitando la toma de medidas apropiadas sobre las emisiones por parte de la autoridad, al momento en el cual la situación resulta ser más crítica.

En este trabajo se presenta una evaluación estadística del desempeño del promedio móvil de 24 horas, como indicador de calidad de aire en episodios de alta contaminación por partículas en Santiago. Para esto, se utiliza la información de concentración horaria de partículas respirables que reúne la actual red oficial de monitoreo de calidad de aire de Santiago, red MACAM-2 (SESMA) y se analizan las situaciones de emergencia ambiental ocurridas en Santiago en el período 1999-2003.

El análisis se sitúa en describir y comparar el comportamiento del promedio móvil de 24 horas con respecto a la concentración horaria, a través de una característica propia de cada curva, como área o el máximo. Esto permite evaluar en el promedio móvil, la ocurrencia de un desfase temporal y/o de una subestimación de la concentración efectiva de partículas en episodios críticos, la cual se representa a través de la concentración horaria.

Los principales aportes del presente trabajo tienen relación, por una parte, con el desarrollo de un estudio sistemático, que permitirá evaluar el promedio móvil de 24 horas como indicador de calidad de aire referido a partículas, y por otro lado, la elaboración de posibles modificaciones en la norma que generen mejoras en su eficacia temporal.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CENMA y SESMA por el empleo de la información de base para realizar el presente estudio.

USO DE LA DISTRIBUCIÓN DE ^{137}Cs EN EL SUELO EN ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE PRÁCTICAS DE MANEJO AGRÍCOLA SOBRE TASAS DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN

A. Sepúlveda^a, P. Schuller^b, D.E. Walling^c, y A. Castillo^b

^a Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile

^b Instituto de Física, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

^c Department of Geography, University of Exeter, Armory Building, Rennes Drive, Exeter EX4 4RJ, UK

e-mail: asepulve@uct.cl

Basado en la distribución espacial y en profundidad del ^{137}Cs en el suelo se desarrolló un nuevo modelo matemático que permite estimar retrospectivamente el cambio en las tasas de redistribución de suelo producto del cambio en las prácticas de manejo de éste: desde labranza tradicional hasta 1986 a cero labranza. El sitio de estudio está situado en un predio agrícola ubicado cercano a Carahue, IX Región, coordenadas 38°37'S 73°04'O, cuyos suelos pertenecen a la Serie Araucano Orden Ultisol (Typic Hapludult). El clima es templado con una tasa media de precipitación de 1100 mm a⁻¹. Los periodos abarcados por este estudio son de 32 años para labranza tradicional y 17 años para cero labranza.

El modelo desarrollado se basa en los parámetros profundidad másica histórica de arado (H , kg m⁻²) determinada en un sitio cuyo manejo ha sido permanentemente labranza tradicional y profundidad másica a la cuál el ^{137}Cs se encuentra distribuido homogéneamente en el perfil del suelo (h , kg m⁻²) determinada en el sitio estudiado. Estos parámetros, obtenidos utilizando la distribución del ^{137}Cs en profundidad, en asociación a los inventarios totales de ^{137}Cs (Bq m⁻²) medidos en 34 puntos distribuidos a lo largo de cuatro transectos de pendiente, situados en la zona en que se estima estuvo afecta a erosión durante el primer manejo (parte alta y media de la ladera, superficie total 0.5 há), han permitido estimar que la tasa neta de pérdida de suelo durante el periodo de cero labranza decreció en un 80% respecto a la estimada para el periodo de labranza tradicional. Además, la distribución espacial de los procesos de erosión y sedimentación determinada en el área de estudio muestran marcadas diferencias respecto a la práctica de manejo del suelo: durante el periodo de labranza tradicional el 100% de la superficie presentó pérdida de suelo; durante el periodo siguiente de cero labranza la proporción de la misma superficie afecta a erosión fue sólo del 50%.

A la luz de los resultados obtenidos, es posible afirmar que el modelo desarrollado, basado en la distribución del radionucleido ^{137}Cs en el suelo, proporciona información relevante para la evaluación de la efectividad de las técnicas de conservación del recurso suelo a escala predial.

Financiamiento: Contratos OIEA CHI-12321, CHI-05021; Interno-UCT y DID-UACH.

INFLUENCIA DE LA ADSORCIÓN FOLIAR SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE ^{134}Cs EN *Beta vulgaris* var. *cicla* L. BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS PARTICULARES

A. Castillo, P. Schuller, P. Seemann

Universidad Austral de Chile

e-mail: acastill@uach.cl

La transferencia de radionucleidos naturales y antropogénicos desde el suelo a la cadena alimentaria desempeña un papel relevante en modelos destinados a la estimación de la dosis que afecta a los humanos. Se ha descrito que la adsorción foliar de radionucleidos a través de resuspensión del suelo influye sobre la concentración de éstos en las plantas. Dadas las condiciones de alta precipitación que caracterizan a ecosistemas agrícolas de la Región de Los Lagos, Chile, se ha estudiado la influencia de la adsorción foliar de ^{134}Cs por depósito de suelo en las hojas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) sobre la concentración de este radionucleido en las plantas, bajo condiciones climáticas propias de esta región. Además, se ha investigado el efecto de fertilización con K sobre los factores de concentración de radiocésio suelo-planta y su variación al estar afecto a la componente de adsorción foliar.

Para ello se instalaron dos parcelas marcadas con ^{134}Cs (y respectivos testigos) en la Estación Experimental Santa Rosa, Universidad Austral de Chile ($39^{\circ}47'S$, $73^{\circ}14'W$, precipitación media 2300 mm a^{-1}) en un Umbric Andosol. Una de éstas se fertilizó con 90 kg K ha^{-1} . Simultáneamente, cada uno de estos tratamientos se dividió en dos subparcelas: una cubierta con una capa superficial protectora de suelo de 0.02 m de profundidad sin ^{134}Cs y la otra descubierta, de modo que el ^{134}Cs tenga acceso directo a las plantas por resuspensión del suelo (salpicado causado por precipitación o regadío, o depósito eólico). Las acelgas se colectaron secuencialmente desde febrero hasta agosto del mismo año, para obtener adicionalmente información respecto a la evolución temporal anual de los factores de concentración.

Los resultados obtenidos durante el primer año de observación indican que el factor de concentración de ^{134}Cs suelo-acelga es considerablemente mayor para los suelos no fertilizados que para los fertilizados con K y que decrece anualmente en forma exponencial para todos los tratamientos descritos. Además, el factor de concentración de ^{134}Cs se incrementa notoriamente por adsorción foliar: entre 40 a 60% para los suelos sin fertilización con K y entre 10 a 100% en los suelos fertilizados con K. Consecuentemente, se sugiere que paralelamente a la fertilización con K, el método de reducción del factor de concentración de radiocésio suelo-planta mediante instalación de una capa superficial protectora de suelo no contaminado, sea utilizado en áreas de mayor riesgo de resuspensión de suelo para reducción de la concentración de radiocésio especialmente en vegetales comestibles de hoja ancha.

Financiamiento: Contrato OIEA CHI-10457, VW-I/76 524

DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DIARIA DE OZONO, EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Eduardo Mera G.¹ Luis Gutiérrez O.¹, Manuel Hevia S.¹, Carmen Godoy V.¹ and Luis Morales S.^{1,2}

¹ Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física,
Av. J.P. Alessandri 1242, Santiago, Chile,
luis.gutierrez@utem.cl

² Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. Agronómicas, Departamento de Cs. Ambientales,
Av. Santa Rosa 11315, Santiago, Chile,
lmorales@uchile.cl/luis.morales@utem.cl

Resumen

Las concentraciones máximas diarias de Ozono se modelaron a través de una combinación lineal del Lugar de Presión Máxima en Chile (LPM), la Presión media diaria, la temperatura media diaria, la temperatura del punto de rocío y la velocidad del viento media diaria. La contaminación generada por ozono, es un problema diurno durante los días soleados, a causa de que la luz solar que desempeña un papel primordial en su formación.

El ozono troposférico o superficial, principal contaminante fotoquímico secundario, se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisiones, como los automóviles y la industria. En síntesis la génesis de este contaminante comienza con las fuentes de óxidos de nitrógeno y de hidrocarburos, a los que se les conoce como los "precursores" principales del ozono, estos compuestos reaccionan en la presencia de luz solar para producir ozono. La intensidad del desarrollo de este proceso está asociado a temperaturas elevadas, radiación solar alta, y escasa mezcla de corrientes de aire.

La concentración elevada de ozono superficial, se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisiones, como los automóviles y la industria. Este contaminante atmosférico, es causante de muchos problemas para la comunidad, porque este gas actúa preferentemente sobre el aparato respiratorio produciendo irritación y obstrucción bronquial, pero también produce irritación ocular y nasal. Estas acciones patogénicas relacionan al ozono con la acción irritativa respiratoria, aumento de los ataques de asma bronquial y aparición de neumopatías en exceso, fundamentalmente por disminución de las defensas alveolares. Además, la contaminación or ozono troposférico tiene efectos nocivos sobre la vegetación y los materiales de uso común, como el caucho, el nylon, los plásticos, los colorantes y las pinturas, corroe metales y deteriora las llantas de los vehículos.

El modelo diseñado resultó satisfactorio comparando los valores medidos con los estimados, debido a que presentó coeficientes de determinación entre 0.50 y 0.61 y también porque posee un porcentaje de aciertos satisfactorios, en relación con la predicción de condiciones buenas y regulares.

USO DE ^7Be EN ESTIMACIÓN DE TASAS DE REDISTRIBUCIÓN DE SUELO EN PERIODOS DE POSCOSECHA FORESTAL

R.E. Trumper, P. Schuller, A. Iroumé, H.B. Mancilla, A. Castillo

Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

e-mail: rtrumper@uach.cl

En Chile, urge desarrollar métodos rápidos y confiables para diagnosticar la degradación del suelo asociada a operaciones de cosecha forestal, con el propósito de entregar herramientas objetivas para mejorar técnicas de manejo tendientes a la conservación de los recursos suelo y agua. En el presente trabajo se explora la posibilidad de utilizar el radionucleido natural ^7Be para estimar tasas de redistribución de suelo durante periodos de poscosecha forestal, con el objeto de utilizarlo en evaluaciones futuras de las prácticas a adoptarse para la conservación de estos recursos.

Para ello se seleccionó un sitio forestal sometido tala rasa, ubicado en el Centro Experimental Forestal de la Universidad Austral de Chile ($39^{\circ}44'\text{S}$, $73^{\circ}10'\text{W}$, precipitación media anual de 2300 mm y^{-1}). La técnica del ^7Be se usó para estimar tasas de redistribución de suelo asociadas a eventos altamente erosivos durante el periodo en que el suelo aún permanecía descubierto. Después de un prolongado periodo de escasas precipitaciones, hubo entre mitad de agosto y mitad de septiembre un periodo de intensa precipitación (311 mm en 25 días, con tres eventos de intensidad mayor a 12.8 mm h^{-1}). Inmediatamente después de este periodo, se recolectaron muestras de suelo para evaluación de ^7Be : La actividad superficial referencial y profundidad inicial de relajación del radionucleido en el suelo se determinó en un sitio de referencia inalterado. Adicionalmente, a lo largo de cuatro transectos de 22% de pendiente y 10m de largo, se colectaron 40 muestras superficiales de suelo para estimar la redistribución del suelo causada por la intensa lluvia, a través de mediciones de la actividad superficial de ^7Be .

La actividad referencial del ^7Be se estimó en $573 \pm 60 \text{ Bq m}^{-2}$ y la profundidad de relajación en $2.14 \pm 0.08 \text{ kg m}^{-2}$. A partir de estos parámetros se estimó una tasa de erosión de alrededor de 0.43 kg m^{-2} con un flujo de sedimentos del 66%, a lo largo de la pendiente analizada. Para examinar la validez de los resultados obtenidos, se realizaron estimaciones directas (con un vernier) del suelo erosionado y sedimentado durante el mismo periodo en 30 puntos regularmente distribuidos sobre una retícula superpuesta a la anterior. Con este propósito, antes del inicio de los episodios lluviosos, se introdujeron púas metálicas en las intersecciones de la retícula, dejando 10 cm de éstas sobre la superficie del suelo.

Los resultados obtenidos por el método de las púas, aún considerando incertidumbres mayores, mostraron la misma tendencia que los resultados obtenidos por el método del berilio, validando los resultados de este método. Ello permite visualizar la técnica del ^7Be , que hasta el momento ha sido utilizada sólo en suelos agrícolas, también como herramienta óptima para investigar la influencia del manejo de residuos poscosecha forestal sobre los procesos de erosión y flujo de sedimentos a cauces adyacentes.

Financiamiento: Contratos OIEA CHI-12321 CRP D1.50.08, CHI-05048 y DID-UACH

UTILIZACIÓN DE UNA ZEOLITA NATURAL EN LA SORCIÓN DE IONES COBRE

Pavez, O., Miranda, H., Tapia, P.

Departamento de Metalurgia – Universidad de Atacama – Av. Copayapu 485 –

Copiapó, Chile

osvaldopavez@ingenieria.uda.cl

RESUMEN

Se estudia la aplicación de zeolita natural proveniente de la Región del Maule, Chile, en la remoción de iones cobre desde soluciones artificiales. La muestra de 75% de pureza presentó una composición química de 64% SiO_2 , 12,5% Al_2O_3 , 1,9% Na_2O , 2,3% K_2O y Fe_2O_3 en cantidades inferiores a 1,5%. El análisis mineralógico realizado a la muestra mediante difracción de rayos X, señaló la presencia de las siguientes especies: clinoptilolita, $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_2\text{-}3\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36}\times 12\text{H}_2\text{O}$; heulandita, $(\text{Na}, \text{Ca})_2\text{-}3\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36}\times 12\text{H}_2\text{O}$; mordenita, $(\text{Na}, \text{K}_2, \text{Ca})_2\text{-}3\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}\times 7\text{H}_2\text{O}$. En este estudio se realizaron pruebas a escala batch y pruebas continuas en tres columnas empaquetadas conectadas en serie. Las pruebas batch mostraron que la remoción de cobre mejora con la disminución de la granulometría de la zeolita, sin embargo, las pruebas en las columnas se realizaron con mineral de tamaño comprendido entre -30 y +50 mallas ASTM, debido a que con material de esta granulometría se evitó el arrastre de partículas finas. En las columnas empaquetadas se probaron flujos volumétricos de solución de 0,04; 0,12; 0,51; 0,84; 1,19 y 1,91 L/min, encontrándose que la remoción de cobre disminuía al aumentar el tiempo de contacto de la solución con la zeolita y al incrementar el flujo de la solución. Remociones de cobre del orden de 99,5% se obtuvieron al operar con los flujos 0,04 y 0,12 L/min, sin embargo, los mejores resultados se alcanzaron con un flujo de 0,04 L/min. La zeolita presentó un punto de saturación al tratar un volumen de solución de cobre de aproximadamente 83 litros, mientras que, el punto de quiebre de la zeolita en la remoción de cobre se alcanzó para un volumen de solución del orden de 5 litros. La zeolita, después de ser usada en la remoción de cobre, fue regenerada a través de la aplicación de una solución de NaCl, liberándola de los iones cobre que contenía, y de esta forma, pudo ser utilizada nuevamente sin perder la capacidad de captación de iones cobre.

Palabras claves : zeolita, cobre, remoción, regeneración, columnas empaquetadas.

COMPUESTOS VOLATILES HALOCARBONADOS, PRODUCIDOS POR ALGUNAS ESPECIES DE MICROALGAS Y MACROALGAS MARINAS.

J. Muñoz,¹ S. Mudge² y R. Loyola¹,

1.Dpto. de Biotecnología, Facultad de Ciencias,

Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile

2. School of Ocean Science, University of Wales, Bangor, North Wales, UK

Compuesto halocarbonados en general tienen un gran impacto en el medio ambiente, son responsables del decaimiento del ozono estratosférico y actúan como gases de efecto invernadero. Los océanos son una fuente multiproductiva de halocarbonados para la atmósfera. Las algas, tanto micro como macroalgas son importantes contribuyentes, de compuestos volátiles orgánicos halocarbonados (VOHC's), que afectan a la atmósfera.

El presente estudio, tiene los siguientes objetivos, determinar la producción de compuestos volátiles halocarbonados (VOHC's), producidos *Dunaliella tertiolecta* (Butcher) en cultivos axénicos en condiciones de laboratorio y estudiar la producción en condiciones naturales, de compuestos volátiles halocarbonados producidos por microalgas, en particular las especies; *Ulva rigida*, *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia nigrescens*.

Los estudios analíticos, se realizaron mediante Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas junto a la técnica de Head Space para el muestreo de compuestos volátiles

La microalga, *D. tertiolecta* libero de 7 a 10 compuestos orgánicos volátiles halocarbonados, siendo analizados y detectados los siguientes compuestos CH₃I, CH₃Br, CHCl₃, CH₂I₂, CH₂Cl₂, CH₃CH₂Br, CH₂ClBr, CH₂ClI, CH₃CH₂I, CH₃CH₂CH₂I y C₄H₉I.

Los resultados obtenidos para especies de macroalgas mostraron que *Ulva Rigida* produce los siguientes compuestos orgánicos volátiles halocarbonados CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I, *Mazzaella laminarioides* CH₂Cl₂, CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I y *Lessonia nigrescens* CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I. La tasa de producción de estos compuestos orgánicos volátiles halogenados se encuentra en el rango de los 33 a 639 µg⁻¹*g⁻¹ de alga fresca. Los resultados permiten concluir que tanto microalgas como macro algas contribuyen de modo significativo a la degradación de la capa de ozono. Estos compuestos tienen distintos periodos de vida media en la atmósfera, en su calidad de radicales libres y son especialmente peligrosos, por cuanto no solamente aumentan la ruptura e la capa de ozono, sino que producen el aumento de la radiación UV la que a su vez puede inducir la producción por parte de las algas, de compuestos volátiles halocarbonados más complejos y de mayor agresividad ambiental.

Agradecimientos. Los autores desean expresar sus agradecimientos a MECESUP por proveer de la infraestructura analítica con que la Facultad de Ciencias ahora esta dotada gracias al proyecto USC 9901 en Química Marina UCSC.

Parámetros Meteorológicos Locales y Pronóstico de Episodios de Contaminación Atmosférica de la Ciudad de Santiago de Chile

C. H. González-Rojas¹, M. Merino², A. Llano² y R.G.E. Morales¹

¹*Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago-Chile*

²*Centro Nacional del Medio Ambiente, Avda. Larraín 9975, La Reina-Chile*

La ciudad de Santiago de Chile localizada a 520 msnm y a 33.5° S y 70.8° W, se constituye en los períodos de otoño-invierno en una de las ciudades mas contaminadas del mundo a nivel atmosférico. El pronóstico de episodios críticos de contaminación atmosférica, en esta cuenca atmosférica, resulta ser una materia de gran importancia para establecer alertas tempranas que beneficien a la población en la toma de medidas de protección ciudadana. Para tal efecto, y sobre la base de datos meteorológicos proponemos el empleo de una función empírica que, conjuntamente con la proyección sinóptica y el aumento del ICAP, permitiría establecer el probable inicio de un episodio crítico de contaminación atmosférica en una escala de 17 a 53 horas. Ello ha sido consecuencia de un análisis comparativo de las variables meteorológicas locales de Temperatura, Humedad Relativa, Dirección y Rapidez del Viento, provenientes de estaciones de medición en superficie y en altura.

Las variables meteorológicas antes descritas, se han seguido en las estaciones de la cuenca atmosférica de Santiago de Lo Prado, ubicada en el sector Oeste a 1065 msnm, Pudahuel ubicada al centro de la cuenca y Las Condes, ubicada en el sector Este, ambas a nivel de superficie. Sus comportamientos se han comparado con determinaciones automáticas de concentración horaria de partículas de PM10 en el sector de la ciudad de mayor concentración de este contaminante atmosférico. La brecha dejada entre la estación meteorológica en altura y las situadas a nivel de superficie se ha cubierto, complementariamente, incorporando los análisis de perfiles verticales de dirección, velocidad y temperatura del viento, provenientes de un sondeador acústico, que monitorea en modo continuo la cronología del evento.

Con el análisis realizado hemos dado una nueva mirada a la caracterización del inicio y fin de episodios críticos de contaminación, asociadas a la variación de concentración de contaminantes atmosféricos a nivel urbano, bajo condiciones meteorológicas de escala regional, que determinan episodios de tipo A en latitudes 32° a 34° Sur.

Atendiendo a que los estudios sistemáticos de meteorología local y pronóstico de concentración de material particulado en la cuenca atmosférica de Santiago se iniciaron en el transcurso del año 1997, en el presente trabajo se presentan resultados observados entre los años 1998 y 2001.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CENMA y al Centro de Química Ambiental de la Universidad de Chile por el soporte financiero que ha permitido desarrollar este estudio.

CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA DE SISTEMAS LOTICOS MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA UV, ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y DE AGRUPAMIENTO JERARQUICO.

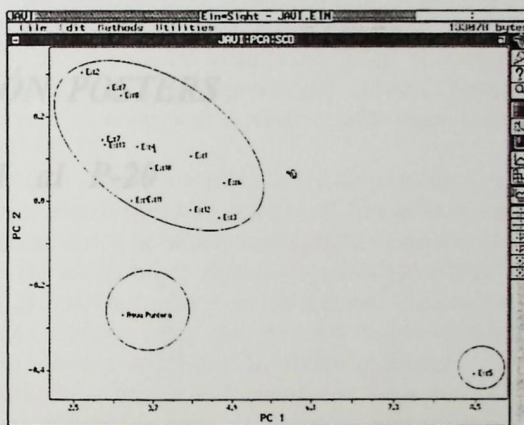
J. Neira², J. Zuñiga¹, R. Ahumada¹, E. González¹

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

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

Las características físicas, químicas y biológicas de las aguas en un sistema lacustre pueden tener diferencias, que permiten caracterizar cuerpos de agua diferentes. Los aportes de fuentes de nutrientes, sales minerales, aguas fluviales o advección confieren a las aguas características particulares, con variables conservativas y que son posibles de reconocer. En Chile son pocos los estudios de clasificación de aguas de lagunas. Basados en datos de espectros de espectrofotometría de absorción molecular ultravioleta se realizó un análisis exploratorio para la caracterización y clasificación de un sistema lacustre por análisis de componentes principales (ACP) y análisis de agrupamiento jerárquico (AJA). Se usó como modelo para este estudio la "Laguna Grande" ubicada en la comuna de "San Pedro de la Paz" en Concepción-Chile. Dicha laguna posee una cuenca hidrográfica de 12,5 Km², con una profundidad máxima de 13,5 m (8,3 m es la media) y recibe aportes principalmente fluviales. Se muestreó 13 estaciones el 09 de Marzo del 2005. Las muestras fueron analizadas en el mismo día por espectrofotometría de ultravioleta. Como referencia y para validar los métodos estadísticos (ACP y AJA) se utilizó un agua de puntera sacada a 13 m de profundidad del sector de "Guarilhue Alto" de la comuna de Concepción-Chile. El tratamiento de datos estadísticos fue hecho mediante el software PIROUETTE versión 1.02.

Se logró clasificar 3 tipos de agua (mediante ACP y AJA) que provenían de una misma estación de muestreo. En la Figura adjunta se muestra como ejemplo el agrupamiento de las estaciones de muestreo (aguas) obtenidos por ACP. De esta figura se puede observar que la "Est5" se separa muy bien respecto de las otras estaciones. La separación de la "Est5" está en relación con un lugar de muestreo que fue establecido a priori por lo cercanías a un pequeño muelle y a un sector poblacional. Mayores antecedentes de éstos estudios se proporcionarán en el póster del presente trabajo.



Millar J., Jane M. 2002, Estadística y Quimiometría para Química Analítica, Editorial Prentice Hall, capítulo 8; 221-244.

Marcia M. C. Ferreira, Cristiano Gómez Faría, Eduardo T. Paes (1999) Chemometrics and Intelligent Laboratory System, 47; 289-297.

Los autores agradecen al Proyecto MECESUP USC 9901 asignado a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción

DETERMINACIÓN DE IONES EN MATERIAL PARTICULADO EN LA ATMÓSFERA URBANA DE LA REGIÓN METROPOLITANA

Marcela Obando⁽¹⁾, Genia Montalant⁽²⁾, M^a Rosa González⁽²⁾,
Raul G. E. Morales S.⁽²⁾ y Manuel A. Leiva G.^(1,2)

⁽¹⁾ Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

⁽²⁾ Centro Nacional del Medio Ambiente, Larcas 9973,
La Reina, Santiago, Chile

El material particulado (MP) atmosférico involucra tanto a partículas en suspensión como a partículas sedimentables (diámetro $> 25 \mu\text{m}$), lo que a su vez, se puede clasificar en partículas primarias, como aquellas que son emitidas directamente a la atmósfera desde la fuente que las origina, o bien, secundarias, por ser generadas mediante reacciones químicas en la propia atmósfera. Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores para formar una nueva partícula por coagulación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por absorción o coagulación.

El MP genera daños a la salud humana al ser inhalado, principalmente en el sistema respiratorio y su absorción depende del tamaño, forma, composición química y densidad de las partículas. Cabe destacar especialmente aquellas partículas de diámetro $< 2.5 \mu\text{m}$.

SECCIÓN POSTERS

P-1 al P-20

De la amplia composición química que caracteriza a estas partículas, se encuentran los iones sulfato, nitrato y amonio, entre otros. Los sulfatos son el resultado de la oxidación de precursores gaseosos, principalmente dióxido de azufre. Los nitratos y amonios, al igual que los sulfatos, son de origen mayoritariamente secundario y provienen de la reacción de precursores gaseosos nitratos y antropogénicos. Caracterizar este tipo de partículas en cuanto a tamaño, composición y concentración de sus especies constituyentes, resulta relevante al momento de diseñar políticas de gestión ambiental.

Es por ello que en el presente estudio se analiza el contenido de estos iones en distintos tipos de filtros empalmados en diferentes puntos de monitoreo de la Región Metropolitana en días de episodios críticos de contaminación atmosférica. Las determinaciones de iones se realizan mediante métodos espectrofotométricos.

Un aumento importante de iones sulfato y amonio se encuentran en las fracciones de mayor tamaño durante los días de episodios de contaminación, para los distintos lugares muestreados. Por su parte, los iones nitrato no presentan una tendencia de aumento de concentración que se pueda asociar con episodios de contaminación.

Agradecimientos. Este trabajo se realizó parcialmente por la Dirección de Investigaciones y Desarrollo (DID) de la Universidad de Chile (proyecto N° INAC 0807).

DETERMINACIÓN DE IONES EN MATERIAL PARTICULADO EN LA ATMÓSFERA URBANA DE LA REGIÓN METROPOLITANA

Marcela Obando^(a), Gema Montesinos^(a), M^a Rosa González^(a,*),
Raúl G. E. Morales S.^(a) y Manuel A. Leiva G.^(a,b)

^(a) Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

^(b) Centro Nacional del Medio Ambiente, Larrain 9975,
La Reina, Santiago, Chile,

El material particulado (MP) atmosférico involucra tanto a partículas en suspensión como a partículas sedimentables (diámetro $> 20 \mu\text{m}$), lo que a su vez, se puede clasificar en partículas primarias, como aquellas que son emitidas directamente a la atmósfera desde la fuente que las origina, o bien, secundarias, por ser generadas mediante reacciones químicas en la propia atmósfera. Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación.

El MP genera daños en la salud de las personas principalmente en el sistema respiratorio y su incorporación al sistema respiratorio depende del tamaño, forma, composición química y densidad de las partículas. Merecen especial consideración todas aquellas partículas de diámetro $< 2.5 \mu\text{m}$ (PM_{2.5}).

De la compleja composición química que caracteriza a estas partículas, se encuentran los iones solubles, como sulfato, nitrato y amonio, entre otros. Los sulfatos son el resultado de la oxidación de precursores gaseosos, principalmente dióxido de azufre. Los nitratos y amonios, al igual que los sulfatos, son de origen mayoritariamente secundario y provienen de la reacción de precursores gaseosos naturales y antropogénicos. Caracterizar este tipo de partículas en cuanto a tamaño, composición y concentración de sus especies constituyentes, resulta relevante al momento de diseñar políticas de gestión ambiental.

Es por ello que en el presente estudio se analiza el contenido de estos iones en distintos tipos de filtros emplazados en diferentes puntos de medición de la Región Metropolitana en días de episodios críticos de contaminación atmosférica. Las determinaciones de iones se realizan mediante métodos espectrofotométricos.

Un aumento importante de iones sulfatos y amonio se encuentran en las fracciones de menor tamaño durante los días de episodios de contaminación, para los distintos lugares muestreados. Por su parte, los iones nitratos no presentan una tendencia de aumento de concentración que se pueda asociar con episodios de contaminación.

Agradecimientos. Este trabajo a sido financiado parcialmente por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID) de la Universidad de Chile (proyecto N°TNAC 06/03)

* en el presente trabaja en HIDRONOR Chile S.A.

Estudio Comparativo de Mediciones de Intensidad de Radiación UV-Solar Mediante Métodos Actinométricos y Radiométricos

**Alejandra Carrasco^(a), Camila Gallardo^(a), Gregorio P. Jara^(b),
Raul G.E. Morales^(a), Manuel A. Leiva G.^(a,c)**

^(a) Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

^(b) Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

^(c) Centro Nacional del Medio Ambiente, Av. Larraín 9975,
La Reina, Santiago, Chile,

Debido al incremento de la intensidad de radiación UV-solar en la superficie terrestre producto de la disminución de la capa de ozono, este aumento tiene un fuerte impacto en procesos fotoquímicos y fotobiológicos en el planeta tierra, produciendo alteraciones en la salud de las personas. Este incremento se ha relacionado con una mayor incidencia de eritemas, daño ocular, cáncer a la piel, etc.

Es debido a estos efectos negativos de la radiación solar UV que resulta fundamental la cuantificación adecuada de la intensidad de dicha radiación, la que es crítica al momento de determinar sus impactos sobre las personas, animales, vegetales y materiales.

La irradiancia UV-solar durante un día cualquiera es fluctuante, dependiendo de la estación del año, del ángulo cenit, de la cobertura de nubes, la concentración de ozono estratosférico, por mencionar algunos de los factores. De allí que su análisis, en el interés de describir comportamientos funcionales con fines de modelación no es trivial y los valores de la intensidad de radiación pueden variar significativamente, de acuerdo a dichos parámetros atmosféricos.

En este trabajo se presenta un estudio comparativo de mediciones de campo de radiación UV-solar obtenidas empleando un par de actinómetros químicos y las realizadas usando un radiómetro portátil de banda, para medir la radiación solar entre 300 y 400 nm.

Los resultados muestran que los métodos actinométricos propuesto resultan ser una económica y adecuada alternativa para cuantificar la radiación UV-solar, e incluso pueden ser propuestos como estándar fotoquímico para mediciones radiométricas de este tipo de radiación.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Química Ambiental por el financiamiento para la realización del presente estudio.

CORRELACION DE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

Ricardo Cardenas^(a), Richard Toro^(a), Raul. G.E. Morales^(a)
y Manuel A. Leiva^(a,b)

^(a) Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

^(b) Centro Nacional del Medio Ambiente, Larrain 9975,
La Reina, Santiago, Chile,

El material particulado atmosférico incluye dos fracciones, el particulado primario que es directamente emitido a la atmósfera y el particulado secundario que se forma en la atmósfera a partir de reacciones gas/partícula, en las que intervienen precursores de diferente naturaleza, como ácidos y bases inorgánicas y/o compuestos orgánicos volátiles (COV). Por lo general, las partículas de tipo primario conforman la fracción gruesa del material particulado respirable (MP₁₀), vale decir partículas con diámetro aerodinámico promedio entre 2,5 y 10 μm , mientras las partículas de tipo secundario corresponden a la fracción fina o menor a 2,5 μm , y poseen un particular interés ya que pueden generar daños más severos en la salud humana.

Las variables meteorológicas pueden afectar significativamente los procesos fisicoquímicos de formación de particulado fino en la atmósfera como también las transformaciones y procesos de transporte que ocurren en las partículas finas y gruesas, dado que representan las condiciones ambientales del sistema o medio en el cual están inmersas.

Se ha demostrado la influencia de variables como la radiación solar y la humedad relativa en la formación de material particulado secundario, sin embargo la ciudad de Santiago carece de un estudio de estas características, a pesar de contar con la calidad y cantidad de información necesaria para establecer estas asociaciones.

Este trabajo busca establecer las posibles relaciones entre el máximo diario de concentración horaria de MP₁₀ y MP_{2,5} y las variables meteorológicas temperatura, humedad relativa y velocidad y dirección del viento, todas a la misma hora en que ocurre el máximo diario.

La información utilizada en este trabajo proviene de la red oficial de monitoreo de la Región Metropolitana, que cuenta con ocho estaciones, cuatro de las cuales miden además de variables meteorológicas y contaminantes normados en Chile, y la concentración de material particulado fino MP_{2,5}.

En el presente trabajo, un análisis de correlación permite apreciar las condiciones meteorológicas propias de cada estación de monitoreo que favorecen la ocurrencia de máximos de concentración de partículas y, por lo tanto, podría ser utilizada al momento de establecer el potencial meteorológico de contaminación atmosférica.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CENMA al SESMA por la información reportada, así como al Centro de Química Ambiental de la Universidad de Chile

ELEMENTAL AND ORGANIC CARBON RATIOS IN AEROSOLS AT URBAN STREET CANYON IN SANTIAGO DOWNTOWN, CHILE

M. A. Leiva^[a,c], M.R. Gonzalez^[a,*], R.G.E. Morales S.^[a], M. Belmar^[b], D. Morata^[b], M. Polve^[b,‡], S. Hasegawa^[d], S. Wakamatsu^[d]

^[a] Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Casilla 653, Santiago and

^[b] Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Universidad de Chile,

^[c] Centro Nacional del Medio Ambiente, Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile,

^[d] National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

Organic carbon (OC) and elemental carbon (EC) constitute large fractions of the PM₁₀ and PM_{2.5} mass in ambient air. EC, sometimes termed "black carbon" or "soot," is usually produced by incomplete combustion of organic gases and particles. The OC and EC of the carbonaceous aerosol are relevant to adverse health effects, urban and regional haze, the Earth's radiation balance, and the attribution of ambient particle concentrations to their sources.

The OC and EC aerosol are usually concentrated in the fine size class and typically constitute a significant, sometimes dominant, fraction of the total fine particle mass, especially in urban areas. EC is released directly from the incomplete combustion of fossil fuels and biomass while OC, an aggregate of hundreds of individual compounds spanning a wide range of chemical and thermodynamic properties, is formed by a variety of processes, including combustion and secondary organic carbon formation.

The aerosol samples were collected by micro-orifice uniform deposit impactors (MOUDITM) during 24 hours, for the winter time and in two high concentration episodes. The MOUDI provide provides height cut-point diameters of 18, 5.6, 3.2, 1.8, 1.0, 0.56, 0.32, 0.18 μm . The sampler was located at urban street canyon in Santiago downtown, in the intersection of Teatinos and Huérfanos street. The samplers were equipped with filter holders using Quartz fiber filters. The method used for determination of OC and EC is based on the preferential oxidation of organic carbon and elemental carbon compounds at different temperatures. Organic compounds are volatilized from the sample deposit in a helium (He) atmosphere at low temperatures, while elemental carbon is not oxidized and removed. The optical component of the analyzer is used to correct for pyrolysis of organic carbon compounds to elemental carbon in order to avoid underestimation of OC and overestimation of EC.

In the present work the mass ratio of OC to EC (OC/EC) can be used in order to analyze the emission and transformation characteristics of carbonaceous aerosol.

Acknowledgments. This work was supported partially by grants from Dirección de Investigación y Desarrollo (DID) of the Universidad de Chile projects N°TNAC 06/03.

[‡] Sabbatical year support by Institut pour le Recherche et Development (RID), France.

* at present work in HIDRONOR Chile S.A.

HETEROCICLOS AROMÁTICOS AZUFRADOS: UNA NUEVA CLASE DE ACTINÓMETROS PARA MEDICIÓN DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SOLAR

Carmen Gloria Araya, Gregorio Jara y Raúl G. E. Morales

Centro de Química Ambiental

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Casilla 653, Santiago, Chile. E-mail: raulgem@uchile.cl

Indolina-2-tiona (BC) y benzimidazol-2-tiona (BN) son dos compuestos aromáticos conteniendo una unidad sintónica del tipo NCS, en un anillo heterocíclico de cinco centros, donde las principales bandas de absorción se ubican en el espectro ultravioleta de las regiones A (320-400 nm) y B (280-320 nm).

Estas especies en solución acuosa presentan un comportamiento dependiente del pH del medio, sin embargo, a pH constante presentan un esquema definido de reacción fotoquímica al ser irradiados por radiación ultravioleta o luz solar. El proceso fotolítico observado, sigue un comportamiento lineal en función del tiempo de irradiación, definiendo un buen rango de aplicación como actinómetro para cortos tiempos de exposición.

Los productos de la irradiación fueron identificados como indol y benzimidazol, para las dos especies estudiadas, respectivamente. En el presente trabajo se reportan rendimientos cuánticos, estabilidad molecular dependiente del pH y respuestas fotoquímicas en el rango de minutos a horas.

Las facilidades de operación bajo condiciones habituales de laboratorio, así como su manipulación sin riesgos, hacen de estas especies de actinómetros sistemas ideales para operar en condiciones ambientales en la determinación de radiación ultravioleta solar.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile por el apoyo financiero. También, Carmen Araya-Hernández agradece a CONICYT-Chile y al DAAD-Alemania por su beca de Doctorado en ese país.

RELACIÓN RETENCIÓN/BIODISPONIBILIDAD EN SUELOS DE LA VI REGION

SYLVIA V. COPAJA, KARINA OLIVARES

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

Los efectos en el suelo con relación, a la presencia de contaminantes pueden ser variados, dependiendo de la ubicación geográfica y de las condiciones climáticas. En algunos casos los contaminantes se acumulan en formas lábiles, de alta solubilidad, estando así biodisponibles y facilitando la contaminación de los acuíferos. En otros casos el suelo puede tener un efecto adsorbente actuando como un biofiltro altamente reactivo que facilita la inmovilización de los contaminantes, este rol dependerá tanto de los componentes inorgánicos como orgánicos del suelo y de la naturaleza de los contaminantes.

Plomo es un metal pesado de características tóxicas tanto para la vida animal como vegetal, este metal puede ser tanto de origen natural como de origen antrópico. Una fuente de contaminación por este metal es la industria minera.

En este trabajo se utilizó Cromatografía Líquida de Alta Resolución, de pares iónicos IP-RP-HPLC, para la determinación de Pb en suelos de la VI Región en las fracciones biodisponible y total, con el objeto de estudiar una posible contaminación de estos suelos, producto del proceso minero de la Región. Además se estudió el efecto de las características físicas y químicas de los suelos sobre el proceso de adsorción de Plomo

Suelos de 5 sitios de la comuna de Machali a la profundidad de 0-20 cm fueron colectados. El pH, la CE, el carbono orgánico y la textura de los suelos fueron determinados por métodos descritos (1). La fracción biodisponible Pb fue extraída con una solución buffer tris- HCl, pH 7,5, mientras que la fracción residual fue extraída con ácido nítrico 4 M, en caliente a 82° C por 2 horas. El análisis de Pb por IP-RP-HPLC se realizó con ayuda de Cromatógrafo líquido de alta resolución, Columna Lichrosfer RP-100 C18 Fase Móvil: acetonitrilo / agua (Bromuro de tetrabutil amonio 7×10^{-3} M como contraión) 80:20 v/v, pH 7,5, volumen de inyección de 50 μ L, velocidad de flujo 1,2 mL/min y longitud de onda 220 nm

El análisis de los suelos indica variaciones de pH desde 6,86 a 8,08; CE desde 0,11 a 0,76 dS/m, la MO varió desde 0,34 a 3,5% y la textura indica que la todos ellos son de categoría franco arenoso.

Los límites de cuantificación y detección fueron 0,08 y 0,02 ppm. La fracción de Pb biodisponible varió desde 83.181 hasta 0,086 ppm desde los suelos A>B>C>D>E, orden de alejamiento de la pluma del proceso minero, mientras. Modelos de Langmuir y Freunlich permitirán discutir los procesos de adsorción

Referencias: A. Sadzawka Métodos de Análisis de Suelos. Estación Experimental La Platina 1990, N°16 INIA.

Agradecimientos Al Departamento de Química y a la Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

CARACTERIZACION DE PARAMETROS OPTICOS DE AEROSOLES EN UN SITIO COSTERO DEL DESIERTO DE ATACAMA: ARICA, CHILE

J. Cortés^{1,4}, E. Luccini², M. Rivas^{3,4,5}, E. Rojas^{3,4}, P. Canziani², T. Eck⁶ and B. Holben⁷

¹Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. Arica. Casilla 7-D

e-mail: jcortes@uta.cl

²Programa de Estudios de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global (PEPACG), UCA/CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias UCA, Ramón Freire 183, 1426 Capital Federal, Argentina.

³Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. Casilla 7-D. Campus Velásquez. Arica, Chile. mrivas@uta.cl

⁴Laboratorio de Radiación Ultravioleta. Facultad de Ciencias. Universidad de Tarapacá.

⁵Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, Universidad de Tarapacá. Arica. Chile

⁶Goddard Environment Science and Technology Center, University of Maryland Baltimore County, Baltimore, Maryland, and NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland

⁷Climate and Radiation Branch, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland

Los aerosoles atmosféricos (partículas en suspensión) tienen un rol determinante en diversos procesos físico-químico-radiativos, como la formación de nubes, el balance radiativo terrestre, transporte de material, etc. El desierto de Atacama, donde se encuentra ubicada la ciudad costera de Arica, está caracterizado por un elevado contenido de aerosoles cuyo estudio es de fundamental importancia para la región.

En este trabajo se analizan mediciones de parámetros ópticos de aerosoles atmosféricos sobre Arica (18°28'S, 70°18'O, 25m snm), realizadas mediante el equipo CIMEL de la red mundial AERONET/NASA desde Mayo de 1998 hasta Agosto de 2003. El promedio del espesor óptico vertical total de aerosoles en 500 nm (τ_{500}) durante todo el período de estudio es de $0,30 \pm 0,15$, es decir un valor relativamente alto respecto de la mayoría de las regiones rurales, rurales-urbanas y marítimas del mundo, mientras que se puede considerar bajo respecto de otras regiones desérticas. A su vez el promedio del exponente de Ångström, determinado a partir de las mediciones en rango 440-870 nm ($\alpha_{440-870}$), es de $1,22 \pm 0,23$, lo cual parece indicar que los aerosoles de la región tienen un tamaño medio marcadamente pequeño en comparación con otras regiones desérticas del mundo, donde los valores de α son generalmente menores que 1. El valor medio de la columna de vapor de agua precipitable (PW) es de $3,00 \pm 1,11$ cm. El comportamiento estacional de τ_{500} muestra un incremento característico en meses de verano, probablemente correlacionado con el "invierno altiplánico", y mínimos hacia invierno-primavera. Simultáneamente, el tamaño de partículas es típicamente menor durante el verano (es decir, valores mayores de $\alpha_{440-870}$), mientras que el tamaño medio de las mismas se incrementa hacia el invierno-primavera (valores menores de $\alpha_{440-870}$). Adicionalmente, son remarcables las correlaciones tanto estacional como lineal observadas entre $\alpha_{440-870}$, τ_{500} y PW, lo cual indicaría una característica fuertemente higroscópica de los aerosoles en la región, tema éste que es actualmente motivo de estudio en función de la composición de dichos aerosoles.

UNA METODOLOGIA INNOVADORA EN EL LABORATORIO DE QUIMICA CON UN ENFOQUE AMBIENTAL

Marijana Tomljenovic N.
María Cecilia Concha V. (*)

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Facultad de Ciencias Básicas

Departamento de Química

*Departamento de Biología

José Pedro Alessandri 774 Ñuñoa, Santiago, Chile

RESUMEN

En las carreras de ciencias de Chile, la carencia de estrategias metodológicas que permitan el logro objetivos medio ambientales es una realidad que enfrentan nuestros planes de estudio.

Las actividades propuestas para el proceso educativo en Educación ambiental que fomentan y potencian la aplicación de los conocimientos, se ven claramente favorecidas con estrategias como son la simulación o la realización de diagrama de impacto ecológico. La propuesta metodológica presentada enfrenta los problemas medio ambientales en el laboratorio de química en el tema de oxido-reducción, con la elaboración de un diagrama del impacto ecológico, y ejercicios de aplicación a la vida diaria. Esta forma de trabajo educativo en el laboratorio creemos que desarrollara un conocimiento significativo, la reflexión, el desarrollo de valores, y la autonomía del estudiante. El Proyecto, en desarrollo, aún no ha sido evaluado con alumnos de aula, y pretende desarrollar varias unidades educativas. Para este Congreso se presentara un ejemplo de la propuesta.

Este trabajo tiene como objetivo generar estrategias que permitan introducir la dimensión ambiental al currículo de Educación Media de algunos de los temas de química general e inorgánica incorporando el enfoque ambiental en la enseñanza de la química.

Esto permitirá al futuro profesional tener un comportamiento más coherente y eficaz con las prioridades establecidas para el mundo de hoy, y que proyectara en sus futuros estudiantes potenciando hábitos de conducta que promuevan el desarrollo sustentable y una mejor calidad de vida.

LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN EL CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Luis Brahim N., Juan Espinoza G., Eduardo Robles M.

Departamento de Física

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Casilla 147, Santiago, Chile

lbrahim@umce.cl, jespin@umce.cl, erobles@umce.cl

La revisión y análisis de los programas del subsector Física de Educación Media, revelan una débil conexión con la problemática ambiental, aun cuando muchas de estas situaciones requieren una base conceptual adecuada de Física para su comprensión, como por ejemplo en el efecto invernadero. La Física de Educación Media está inserta en el sector denominado Ciencias Naturales, uno de cuyos fundamentos expresa "...el conocimiento científico de la naturaleza contribuye a una actitud de respeto y cuidado con ella, como sistema de soporte de la vida que, por primera vez en la historia, exhibe situaciones de riesgo global."

Sin embargo, la enseñanza de la Física tiene un potencial educativo valiosísimo para apoyar la comprensión de los orígenes y efectos perniciosos para el desarrollo de la vida de las muchas problemáticas ambientales vigentes en nuestro país y el mundo.

En esta presentación se expondrán algunos ejemplos concretos de situaciones ambientales problemáticas, en las cuales se muestran los conceptos y principios de la Física que tienen una significativa participación, sin cuya base es imposible pretender que el ciudadano común comprenda y pueda tomar decisiones informadas.

EMPLEO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL COMO ESTRATEGIA PARA LA FACILITACIÓN DEL APRENDIZAJE, APOYÁNDOSE EN LA TAXONOMÍA DE BENJAMÍN BLOOM. SUGERENCIAS PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN CIENCIAS

María Cecilia Duarte Romero y Carlos Hernández T.

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Facultad de Ciencias Básicas.

Departamento de Química. Av. José Pedro Alessandri 774. Ñuñoa. Santiago. Chile.

e-mail: cherman@umce.cl

La Reforma Educacional se sustenta en un nuevo paradigma cognitivo que integra los contenidos curriculares (Contenidos Mínimos Obligatorios) con los aspectos calóricos (Objetivos Fundamentales Transversales) inherentes a la formación de los educandos.

Para quienes ejercen labores de docencia, no sólo restringido a los profesionales de la educación, el qué, por qué, para qué, cuándo y cómo enseñar son los objetivos de cualquier proceso educativo en el que se plasma la visión de persona, ciudadano o profesional que se quiere formar. Concretar las preguntas planteadas es crucial, por lo que un ordenamiento y clasificación de los dominios del aprendizaje es de absoluta prioridad. Desde el punto de vista curricular, didáctico y metodológico la taxonomía cognitiva de Benjamín Bloom facilita la planificación, estructuración y elaboración de los objetivos educacionales, permitiendo desarrollar habilidades y aptitudes cognitivas superiores junto con intereses, emociones, valores y formas de adaptación personal y social.

En el subsector de Química, cuyo objetivo es ampliar la comprensión del medio natural, la problemática ambiental se presenta como un excelente recurso metodológico y didáctico para facilitar y aumentar el aprendizaje significativo de los contenidos puesto que proporciona problemas concretos, reales, de impacto social, cultural y económico.

Cómo optimizar la enseñanza del área ambiental es el desafío. La taxonomía de Benjamín Bloom se presenta como una herramienta, no la única, que muestra como se internalizan los conceptos y las habilidades que deben adquirir los educandos para un objetivo educativo específico.

EMISIONES DE AMONIACO DESDE LA COLUMNA DE AGUA DEL RÍO MAPOCHO PONIENTE

Camila Peralta e Italo Serey
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

RESUMEN

Insertado en la misma ciudad de Santiago, el río Mapocho, está recibiendo continuamente un exceso de nutrientes provenientes de descargas de aguas servidas, que aún cuando una parte de ellas está siendo tratadas, se observan zonas de alta contaminación de sus aguas y malos olores en las zonas aledañas al río.

Para estudiar los efectos de la materia orgánica en el río, se realizó este trabajo enfocado bajo una perspectiva química, analizando una especie nitrogenada en particular, el amoníaco y su presencia e interacción entre la columna de agua y la atmósfera local. Además el estudio tiene un alcance tanto ecosistémico como ambiental, ya que se trabajó a nivel de componentes (columna de agua y atmósfera local) y también en función del rol y los efectos que produce esta especie en cada uno de ellos.

Se determinaron las principales variables que afectan el flujo de amoníaco desde la columna de agua a la atmósfera de la zona de estudio, mediante la construcción de un modelo del sistema, en el que variables como: naturaleza geológica del sistema, cantidad de materia orgánica, geomorfología del área, turbulencia, pH, conductividad y oxígeno disuelto, se definieron como determinantes para el flujo en estudio.

Se eligieron cuatro estaciones ubicadas en la zona sur-poniente del río Mapocho, entre el Puente Pudahuel en el límite norte y el sector de rinconada de Maipú en el límite sur.

Las muestras de la columna de agua fueron extraídas y analizadas exsitu en el laboratorio, mediante el método colorimétrico de formación del compuesto azul de indofenol y la determinación de amoníaco por Espectroscopia de absorción Ultravioleta durante el mismo día.

Las muestras de aire se obtuvieron mediante la utilización de 2 tubos pasivos OGAWA, provistos de 2 filtros tratados con H_3PO_4 cada uno y un blanco formado por un tubo con 2 filtros, para cada estación. Los tubos fueron colocados en cada estación durante 1 semana, en un periodo total de un mes. Se realizaba la extracción de amoníaco de los filtros semanalmente en el laboratorio y su cuantificación mediante el mismo método utilizado con las muestras de agua.

Se concluyó que el río Mapocho, en la zona de estudio, tiene un comportamiento homogéneo en cuanto a pH, conductividad, temperatura y tipo de flujo. La concentración total de amoníaco en ambos componentes tuvo sus máximos en las estaciones la Farfana y Rinconada de Maipú.

No se pudo afirmar que existe una relación directa entre la concentración de NH_3 encontrada en el componente columna de agua, respecto del componente atmósfera, sin embargo si se pudo aceptar la hipótesis de que el río Mapocho es una de las fuentes principales de NH_3 en la zona, debido a la cantidad de materia orgánica que posee el sistema en estudio y que es degradada, junto con las condiciones propias del sistema que favorecen su emisión.

RETENCIÓN COMPARATIVA DE Cu, Cd Y Pb EN BENTONITA Y ZEOLITA CON POTENCIALIDAD MITIGADORA DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL ACUÁTICA

H. Campos Ortega; J. Peña Ahumada; B. Alvarez Velásquez y D. Saenz Rojas

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

RESUMEN

La producción de muchos artículos y servicios vitales para la sociedad moderna afectan al medio ambiente, es el caso de iones de metales pesados y otras especies inorgánicas transportados en diferentes efluentes industriales y urbanos produciéndose problemas tecnológico y/o económicos al tratar de sacarlos de los efluentes antes de ser tratados o descargados en el medio ambiente acuático receptor, para ajustarse a las normas de emisión para minimizar los riesgos ambientales, al proteger organismos vivos dentro de las Normas 1ª y 2ª de Calidad Ambiental. (Ley 19.300). Se han desarrollado procesos con adsorbentes tradicionales, como el carbón activo y resinas de intercambio iónico, cuyos costos dificultan su utilización industrial, por lo cual en este trabajo se ha ensayado con adsorbentes naturales no convencionales como arcillas que son estudiadas para proponerlos como mitigadores de contaminantes peligrosos en medio acuático. Se estima que estos adsorbentes alternativos deben presentar características como alta capacidad de adsorción, abundancia y bajo costo para su implementación a escala industrial. En este trabajo se utilizaron arcillas naturales como zeolitas y bentonitas a las cuales se les determinó previamente el contenido de Cu, Cd y Pb, metales utilizados en el ensayo de remoción, los que estaban presentes en bajas concentraciones, posteriormente se determinaron los tiempos, cantidad de adsorbente, tiempo de agitación, temperatura y pH de trabajo para que el ensayo se replicara con los diferentes metales en condiciones controladas. En el caso de la zeolita se probó en condiciones naturales y activada, mientras que con la bentonita se ensayó sin activación. Los resultados obtenidos muestran que en general se produce mayor adsorción en bentonita que en zeolita activada y en esta mayor que en zeolita sin activar. La mayor adsorción fue para plomo, después para cobre y finalmente para cadmio que sólo fue adsorbido por zeolita natural y activada, pero no en la bentonita considerando como causa la diferencia de los pH de trabajo en ambas arcillas.

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL DE *CHITON GRANOSUS* EN RELACIÓN A FACTORES AMBIENTALES

Alvaro Aguirre¹, María Eliana Hidalgo².

¹ Facultad Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso

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

La especie *Chiton granosus* Frembly 1828, molusco poliplacóforo habitante de los roqueríos intermareales de la costa chilena, constituye un buen modelo para estudios que busquen relacionar factores ambientales con daños oxidativos. Al respecto, existen trabajos anteriores en esta especie en los que se evaluó tanto el daño peroxidativo, usando como sustrato la gónada tanto de machos como hembras de dos sectores con diferente grado de contaminación (Torpederas y Montemar); así también se determinó el estado de las defensas enzimáticas en las mismas condiciones. (Cabello et al, 2001, Fontecilla et al, 2002), encontrándose que la lipoperoxidación de la especie es dependiente del sexo y del grado de contaminación del hábitat y que la diferencia de daño lipoperoxidativo se corresponde con una mayor actividad enzimática antioxidante en machos. En este trabajo, se determinó la dependencia de las defensas antioxidantes no enzimáticas de *Chiton granosus* con los mismos factores estudiados anteriormente. El método consistió en la determinación de la Capacidad Antioxidante Total (TRAP), a través de la reacción entre radicales de ABTS con antioxidantes presentes en la muestra (Romay et al, 1996). Los resultados muestran que existe capacidad antioxidante total en los adultos de la especie *Chiton granosus*, la que presenta para el tejido digestivo un valor promedio de $8,5 \pm 6,3 \mu\text{M}$. Asimismo se detectó también TRAP en el tejido gonádico con un valor promedio de $3,7 \pm 2,1 \mu\text{M}$. La alta TRAP del digestivo puede deberse al contenido del mismo, ya que éstos animales se alimentan principalmente de algas de la superficie del sustrato rocoso en que viven, la varianza, muy elevada, también es explicable por el diferente contenido de los intestinos examinados. Por lo anterior la TRAP de la gónada sería la más representativa de la condición del animal.

En mamíferos, las defensas antioxidantes no enzimáticas se relacionan principalmente con vitaminas como la E y C, glutatión, urea entre otras especies químicas. No es conocida la composición de las defensas antioxidantes no enzimáticas en esta especie, sin embargo el promedio más alto encontrado en el tejido digestivo puede ser explicado por la dieta vegetal de estos moluscos. Aparentemente los niveles de contaminación de playa Las Torpederas no serían suficientes como para afectar la condición fisiológica de los individuos de esta especie, o bien su sistema de defensa enzimático bastaría para protegerlos. No se encontró relación entre la TRAP de un tejido y el sexo del animal al que pertenecía.

Referencias: A.Cabello, M.E. Hidalgo, C. Rivas. XXI Congreso de Ciencias del Mar. Universidad de Valparaíso. Viña del Mar, 22-25 mayo de 2001.

Romay C, Pascual C & E A Lissi.. Braz. J. Med. Biol. Res. 29 (2) : 175-183, 1996.

Fontecilla F., Morales, Hidalgo M.E., Fernández E. III Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental. 6 al 10 de Octubre, Tlaxcala, México.

PELETIZACIÓN DE SEMILLAS DE *Lolium perenne* CON DOS FUENTES DE SELENIO Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Paula Cartes¹ y María de la Luz Mora²

¹Programa de Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de la Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile. e-mail: pcartes@ufro.cl

²Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile. e-mail: mariluz@ufro.cl

Selenio (Se) es un nutriente esencial para la salud animal y humana, cuyo rango entre requerimiento y toxicidad es bastante estrecho. En el caso de los animales, dietas con concentraciones de Se de 0,1 a 0,3 mg Se kg⁻¹ proporcionan cantidades adecuadas de este elemento y concentraciones entre 2 y 5 mg Se kg⁻¹ son potencialmente tóxicas. Considerando que se ha reportado deficiencia de Se en rebaños lecheros y praderas del Sur de Chile (Wittwer et al., 2002) y que Se debería ser aplicado en cantidades traza al suelo, surge la necesidad de generar estrategias de fertilización con Se en pasturas que sean eficaces desde el punto de vista técnico de su aplicación y eficientes en términos nutricionales. Por este motivo, se estudió el efecto de la peletización de semillas de ballica con Se y los riesgos potenciales de contaminación y toxicidad asociados al uso de selenito y seleniato de sodio, bajo condiciones de invernadero. Se realizó un ensayo en macetas en un Andisol de la serie Vilcún, que contempló la peletización de semillas de *Lolium perenne* cv. Aries con selenito de sodio y seleniato de sodio, en dosis de 10 g Se/ha, 20 g Se/ha y 50 g Se/ha. Según los resultados, la peletización de las semillas elevó el contenido de Se foliar con las dos fuentes de Se, no observándose síntomas de toxicidad en las plantas ni cambios significativos en la producción de forraje. No obstante, selenito elevó el contenido de Se del forraje a niveles de suficiencia (0,11 a 0,41 mg Se kg⁻¹), mientras que seleniato incrementó la concentración foliar de Se a niveles tóxicos para el ganado (2,95 a 16,92 mg Se kg⁻¹), lo que coincide con los resultados reportados por Cartes et al. (2005) quienes encontraron concentraciones foliares de Se significativamente superiores con seleniato de sodio, al comparar el efecto de ambas fuentes de Se. Por lo tanto, la peletización de semillas de ballica con selenito se vislumbra como una alternativa interesante desde el punto de vista práctico de su aplicación y en términos de los requerimientos nutricionales de los animales. Sin embargo, la elevada concentración foliar de Se alcanzada con seleniato genera niveles de toxicidad para el ganado y consecuentemente, para la cadena trófica. Además, seleniato es un anión que se fija débilmente en el suelo y, por lo tanto es fácilmente lixiviable, lo que conlleva a un riesgo potencial de contaminación de las napas subterráneas y no hace recomendable su aplicación en los suelos del Sur de Chile.

REFERENCIAS

- Cartes, P., Gianfreda, L. y Mora, M. L. 2005. Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenite forms. *Plant Soil* (aceptado).
- Wittwer, F., Araneda, P., Ceballos, A., Contreras, P., Andaur, M. y Böhwald, H. 2002. Actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px) en sangre de bovinos a pastoreo de la IX Región, Chile y su relación con la concentración de selenio en el forraje. *Arch. Med. Vet.* 34: 49-57.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por los Proyectos FONDECYT 1020934 y MECESUP FRO 0309.

DETERMINACIÓN DE PLOMO EN ORINA POR ABSORCIÓN ATÓMICA DESPUES DE UNA PRE-CONCENTRACIÓN CON SILICA MODIFICADA CON PAN.

Lorena Cornejo P.^{1,2}, Fidel Zarzuri V., Raquel Ayca C., Kareem Nuñez M., Elisa Santander G.¹ y Francisco Barrios C.

¹ *Área de Química Analítica y Ambiental, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá, casilla 7-D, Arica, Chile.*

² *Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.*

e-mail: lorenacp@uta.cl

En Arica entre los años 1984 y 1989, ingresaron bajo el rótulo de "Barros con contenidos de minerales", toneladas de materiales que se utilizaría para recuperar de ellos oro y plata. Estos materiales fueron acopiados al aire libre, en un sector de la ciudad, que posteriormente fue urbanizado y habitado. Los habitantes de estos sectores comenzaron a presentar problemas de salud con el consiguiente daño en las personas y en el ambiente. Con posterioridad, análisis efectuados a estos residuos indican la presencia de 13 elementos minerales de alta toxicidad, entre ellos el plomo en alta proporción. El plomo se presenta en la naturaleza, a niveles trazas o ultrazas que dificulta su medición directa en los seres vivos. Para contrarrestar este problema se utilizan métodos de preconcentración, que permiten aumentar la razón de señal entre el elemento plomo y la matriz lográndose aumentar la concentración del analito y minimizando las interferencias resultantes de la matriz.

Esta investigación se centró en optimizar un método para la determinación de plomo después de una extracción líquido-sólido utilizando como soporte sílica modificada con PAN para así analizar y cuantificar plomo en orina humana mediante espectroscopia de absorción atómica. Dada su alta versatilidad, el PAN utilizado como quelante fue inmovilizado en sílica en una proporción al 1%. En una primera etapa se optimizaron variables como pH, masa del adsorbente, tiempo de agitación, volumen de elusión y volumen de fase acuosa para obtener una máxima eficiencia en la extracción y pre-concentración del elemento estudiado. En la segunda etapa se recolectaron 10 muestras de orina de niños, cuyas edades fluctuaron entre 5 y 10 años en diferentes sectores poblacionales afectados, que fueron recolectadas durante un período de 24 horas, las cuales se almacenaron en recipientes de polietileno esterilizados. Paralelamente se analizaron 10 muestras de un sector no expuesto al metal, realizándose un estudio comparativo. Seguidamente, se procedió a pesar una cantidad de 0,2 g de este soporte, adicionándolo en un vaso precipitado que contenía la muestra acondicionada en el pH optimizado, se agitó a una velocidad constante por 15 minutos en un sistema Bach y luego, se filtró en un crisol de Gooch. El sólido formado, que contiene el complejo Pb-PAN, fue eluido con HCl 10 M y finalmente el plomo fue cuantificado por Espectrometría de Absorción Atómica.

En los sectores con problemas de contaminación, los resultados obtenidos muestran niveles de concentración de plomo en la orina relativamente superiores a lo recomendado por el Ministerio de Salud a diferencia de las concentraciones de plomo del sector asumido como no contaminado de la ciudad.

DETOXIFICACIÓN DE UN EFLUENTE DE CELULOSA KRAFT, UTILIZANDO PROCESOS DE ADSORCIÓN Y BIORREMEDIACIÓN.

Cecilia Paredes Negrón y María Cristina Díez.
Universidad de La Frontera
Departamento Ingeniería Química

RESUMEN

Se estudió la capacidad del suelo alofánico derivado de cenizas volcánicas, para la remoción del color, compuestos fenólicos y DQO, en un efluente de celulosa Kraft tratado por un sistema biológico y luego por un proceso de adsorción.

Junto a ello se evaluó el efecto de inocular al suelo dos tipos hongos de pudrición blanca (*Phanerochaete chrysosporium* y *Stereum* sp.), así como también determinar el efecto del oxígeno en el proceso de remoción.

Se empacaron cuatro columnas con 300 g de suelo del perfil 0 – 20, las que siguieron el siguiente diseño experimental: 1ª columna: Suelo + *Phanerochaete chrysosporium* + Efluente aireado; 2ª columna: Suelo + *Stereum* sp + Efluente aireado; 3ª columna: Suelo + Efluente aireado; 4ª columna: Suelo + Efluente sin airear. El efluente fue ingresado a las columnas con un caudal de 0,1 L/s.

El porcentaje promedio de remoción de DQO, en las columnas inoculadas alcanzó valores entre 50 y 55%, para las columnas sin inocular, en cambio, el promedio de remoción varía entre 38 y 44%. Los porcentajes de remoción de fenoles, fue mayor en la columna inoculada con *Phanerochaete chrysosporium* alcanzando en promedio una remoción del 62%, las otras tres columnas lograron remociones que variaban entre 35 a 48%.

Por último la remoción de color también fue mayor en las columnas inoculadas alcanzando promedios entre 85 y 95%, las columnas sin inocular, en cambio, alcanzan promedios de remoción que varían entre 80 y 30%.

Agradecimientos: Trabajo financiado por proyecto Fondecyt N° 1010529

BIO-DEGRADACION DE CIANURO EN SOLUCION ACUOSA POR BACTERIAS AISLADAS DESDE MINERALES SOMETIDOS A CIANURACION

ALVARO E. ALIAGA¹, MANUEL CONTRERAS^{1,2}, RUBEN LEON^{1,3*}.

¹Centro de Ecología Aplicada (CEA), Avenida Suecia 3304, Santiago, Chile

²Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

³Departamento de Ciencias Físicas y Químicas, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

*Fax: 2742879, e-mail: rleon@uchile.cl

El cianuro es utilizado como agente lixiviante de oro en el proceso conocido como cianuración ($4Au + 8CN^- + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Au(CN)_2^- + 4OH^-$) y luego de este proceso, este queda presente en sus residuos industriales ⁽¹⁾. En Chile, la normativa de descarga de RILES dictamina un límite de 0,2 mgL⁻¹ de Cianuro Total. Los tratamientos tradicionales de RILES son muy costosos o generan productos que siguen siendo tóxicos. Por otra parte, en ambientes que presentan altas concentraciones de cianuro se ha podido establecer la presencia de algas, bacterias y hongos capaces de degradarlo ⁽²⁾.

Estos antecedentes nos han llevado a plantearnos en este trabajo la idea de estudiar, en condiciones de laboratorio, la bio-degradación de cianuro realizada por bacterias aisladas desde minerales provenientes de una planta de cianuración de la minería del oro.

Las muestras, enriquecidas con cianuro, fueron colectadas en distintas etapas del proceso que tienen incidencia directa con la cianuración. En ellas, se determinaron elevadas concentraciones de Cianuro Total en fase sólida (entre 220 y 4520 mgKg⁻¹) y en fase líquida (entre 6,72 y 5850 mgL⁻¹) utilizando metodología estándar ⁽³⁾. Las bacterias fueron aisladas desde las muestras utilizando distintos medios de crecimiento ⁽⁴⁾.

Las experiencias de bio-degradación fueron realizadas en tubos Twist-Top con medio YEM9 (M9 + 0,05 % extracto de levadura), con una de las bacterias en fase exponencial de crecimiento, temperatura de 26 °C, condiciones estáticas, protegidos de la luz y en un rango entre 2,6 y 520 mgL⁻¹ de Ion Cianuro. La disminución en la concentración de cianuro fue determinada mediante el método del ácido pícrico ⁽⁵⁾ adaptado para pequeños volúmenes de muestra.

Las bacterias fueron capaces de degradar hasta un 75 % del cianuro en un período de 72 horas ($C_i = 2,6 \text{ mgL}^{-1}$). A concentraciones elevadas, no fue posible estimar la disminución del compuesto, sin embargo esta bacteria toleró todo el rango utilizado (entre 2,6 y 520 mgL⁻¹). Los resultados obtenidos hasta la fecha nos hacen suponer que esta bacteria podría estar utilizando el cianuro como fuente energética, ya sea como fuente de carbono o nitrógeno.

(1). Eisler R., 1991. Cyanide Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review: U.S. Fish Wildl. Serv., *Biol. Rep.* 85(1.23).

(2). Young C., Jordan T., 1995. Cyanide Remediation: Current and Past Technologies. 10th Annual Conference on Hazardous Waste Research.

(3). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1998. 20th Ed.

(4). Aliaga A. E., 2005. Seminario de Título, Químico Ambiental, Universidad de Chile.

(5). Fisher F.B., Brown J.S., 1952. Colorimetric Determination of Cyanide in Stack Gas and Waste Water. *Anal. Chem.* 24: 1440-1444.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Ecología Aplicada por otorgar financiamiento para desarrollar este proyecto.

FITOESTABILIZACIÓN DE RELAVES MINEROS DE COBRE ACONDICIONADOS CON BIOSÓLIDOS

Claudia Santibáñez, Rosanna Ginocchio* y Roberto Orellana

Universidad de Chile – Facultad de Ciencias Agronómicas

Casilla 1004, Santiago, Chile

* Centro de Investigación Minera y Metalúrgica

Casilla 170, Correo 10, Santiago, Chile

e-mail: csantiba@uchile.cl

El manejo y abandono inadecuado de los tranques de relaves mineros los ha transformado en focos potenciales de dispersión de metales pesados al medio ambiente. Dentro de los métodos con mejores resultados para la estabilización de estos sustratos se encuentra el establecimiento de una cubierta vegetal en la superficie del tranque y el uso de acondicionadores orgánicos tales como los biosólidos. Sin embargo, para evitar problemas ambientales secundarios asociados a la biomagnificación de metales a través de la cadena alimenticia es necesario evaluar la distribución de metales en las plantas.

En condiciones de invernadero se determinaron los patrones de distribución de cobre y cinc de *Lolium perenne* cultivado en arenas de relaves en respuesta a 3 dosis (0, 200 y 400 t ha⁻¹) y 2 formas de aplicación (mezcla y superficie) de biosólidos. Al cabo de seis meses se encontró que los metales se distribuyeron en los tejidos vegetales en una proporción vástago:raíz de 1:68 para Cu y 1:4 para Zn. Estos resultados sugieren que *Lolium perenne* tiene el potencial para ser utilizado en programas de fitoestabilización, puesto que en todos los tratamientos, los metales se acumularon preferentemente en la raíz, traspasando una menor proporción a la parte aérea de las plantas. Sin embargo, la aplicación de biosólidos incrementó las concentraciones de Cu y Zn en los tejidos aéreos de las plantas con respecto a los relaves sin acondicionar. Este efecto, contrario a lo esperado, sugiere que los biosólidos aumentaron la biodisponibilidad de estos metales y por lo tanto hubo una mayor absorción por las plantas y una mayor translocación hacia la parte aérea de estas. Sin embargo, es esperable que la movilidad de estos cationes disminuya con el tiempo una vez que se ha estabilizado la materia orgánica aportada por los biosólidos, lo cual contribuiría a aumentar los sitios de adsorción y complejación de metales.

APLICACIÓN DE LODO DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA EN SUELOS DEGRADADOS Y SU IMPACTO SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Cristian Valentín C., M^a de la Luz Mora, Marta Arias P. y Felipe Gallardo A.

Laboratorio de Nutrición Vegetal

Universidad de La Frontera, Depto. de Ciencias Químicas,

Facultad de Ingeniería Ciencia y Administración.,

Casilla 54-D, Temuco, Chile.

e-mail: cvale002@pinhue.ufro.cl

La aplicación de desechos orgánicos, como los estiércoles del animal, el lodo doméstico, desechos industriales, etc. es una práctica medioambiental y agrícola para mantener en el suelo la materia orgánica, recuperando suelos degradados y los nutrientes de las plantas de interés agrícola. En el sector agrícola y forestal la degradación de los suelos es un hecho preocupante que se ha dado principalmente por el mal manejo de estos (monocultivo, tala raza, otros), lo que ha hecho cada vez menos productivos por agotamiento de los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. Por otro lado, los lodos contienen principalmente materia orgánica y son ricos en nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio así como algunos micro nutrientes esenciales tales como el zinc y cobre, pueden ser aplicados en suelos ya sea en agricultura, silvicultura, forestación, jardines y recuperación de suelos degradados.

En el siguiente estudio se evaluó los efectos sobre las propiedades químicas de suelos degradados derivados de cenizas volcánicas al aplicar lodo estabilizado proveniente de la industria de celulosa, disponiendo de 2 kg de cada suelo en unidades experimentales (bolsas de plástico), con su correspondiente dosis de residuo (lodo) utilizando 0, 10, 20, 30 y 50 ton/ha. Los análisis se realizaron en triplicado y en etapas de evaluación (0, 30 y 60 días). Cada control y tratamiento se mantuvieron a 22 °C por un periodo de 60 días.

Al cabo de los primeros 30 días de incubación se logró aumentar el nitrógeno y fósforo del suelo Gorbea, además de mejorar el porcentaje de materia orgánica, microelementos (Cu, Fe, Zn y Mn) y aumento de las bases, las cuales disminuyeron el contenido de Aluminio, de un 1,04 cmol+/kg en ausencia de lodo (0 ton/ha) a un 0,33 cmol+/kg con la aplicación de 50 ton/kg en la primera lectura, siendo mas relevante la dosis aplicada, que el tiempo de incubación, ya que para el día 30 la dosis mayor presentó valores de 0.23 cmol+/kg.

Agradecimientos: El financiamiento para la realización de este trabajo es otorgado por el Fondo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (FONDECYT) N° 1040854.

EFFECTO DEL Mn SOBRE PARÁMETROS CINÉTICOS DE FOSFATASA ÁCIDA INMOVILIZADA EN ARCILLA Y ÁCIDO TÁNICO

Anel Rojas Gajardo¹, Roxana Sefia López Espinoza¹, Marysol Alvar Zentara², María del N. Luz Mora GW²

¹ Doctorado en Ciencias y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, E-mail: anelrojas@ufv.cl

² Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera, Avda. Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile

En el suelo las enzimas extracelulares son quelificadas que afectan las velocidades de las reacciones químicas. Pero en este ambiente, las enzimas no se encuentran en forma libre sino que están asociadas a los constituyentes orgánicos e inorgánicos del suelo, y además están expuestas a la presencia de metales que pueden afectar su actividad. En el caso de los suelos Arcillosos, estos se caracterizan por contener altos niveles de materia orgánica, baja disponibilidad de P, y debido a su pH ácido, pueden tener altos niveles de Mn. En estos suelos los ácidos fosfáticos son muy importantes debido a que participan en la liberación de nutrientes para las plantas.

SECCIÓN POSTERS

P-21 al P-40

El objetivo de este estudio fue determinar los parámetros de fosfatasa ácida inmovilizada en ácido tánico y en arcilla en presencia de 2 niveles de Mn. Esto es un sistema modelo que simula las condiciones naturales en suelo, el ácido tánico es un compuesto similar a los polifenoles de ácidos húmicos, la arcilla fue extraída de un Arcisol y se aplicaron niveles de Mn que están dentro los niveles presentes en este tipo de suelos.

Se prepararon complejos con fosfatasa ácida con ácido tánico y con arcilla en presencia de 33 y 64 mg L⁻¹ de Mn²⁺. Los parámetros cinéticos V_{max} y K_m fueron determinados de acuerdo al método Michaelis-Menten.

Cuando se compleja la fosfatasa ácida con un sustrato orgánico como el ácido tánico se recuperó un 51% de la actividad enzimática inicial. La aplicación de Mn a estos complejos disminuyó la actividad fosfática, recuperándose solo un 24 y un 30 % de actividad cuando se aplicaron 33 y 64 mg L⁻¹. Cuando se aplicó Mn a estos complejos disminuyó la velocidad de reacción de la enzima inmovilizada. Aunque la actividad de la enzima inmovilizada en ácido tánico fue considerablemente reducida, ésta tiene una buena semejanza con la velocidad de reacción y la afinidad por el sustrato de los complejos formados con arcilla fue mayor que los parámetros cinéticos de la enzima libre. Además, se observó una distribución de la V_{max} cuando los complejos fueron obtenidos mezclando primero la arcilla con el metal y agregando la enzima después, observándose el efecto negativo del Mn sobre la actividad de la enzima. Sin embargo, se observó una recuperación de la afinidad por el sustrato cuando los complejos fueron obtenidos mezclando primero la enzima en la arcilla y agregando el metal después, lo que indica suficiente que la inmovilización prolongó a la enzima del efecto del Mn.

EFECTO DEL Mn SOBRE PARÁMETROS CINÉTICOS DE FOSFATASA ÁCIDA INMOVILIZADA EN ARCILLA Y ÁCIDO TÁNICO

Analí Rosas Gajardo¹; Roxana Sofía López Emparán¹; Marysol Alvear Zamora²;
María de la Luz Mora Gil².

¹ Doctorado en Ciencias y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, E-mail: analirosas@yahoo.es

² Departamento de Ciencias Químicas .Universidad de La Frontera, Avda. Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile

En el suelo las enzimas extracelulares son catalizadores que afectan las velocidades de las reacciones químicas. Pero en este ambiente, las enzimas no se encuentran en forma libre sino que están asociadas a los constituyentes orgánicos e inorgánicos del suelo, y además están expuestas a la presencia de metales que pueden afectar su actividad. En el caso de los suelos Andisoles, éstos se caracterizan por contener altos niveles de materia orgánica, baja disponibilidad de P y, debido a su pH ácido, pueden tener altos niveles de Mn. En estos suelos las enzimas fosfatasa son muy importantes debido a que participan en la transformación de P orgánico a P disponible para las plantas.

El objetivo de este estudio fue caracterizar las propiedades de fosfatasa ácida inmovilizada en ácido tánico y en arcilla en presencia de 2 niveles de Mn. Este es un sistema modelo que simula las situaciones que ocurren naturalmente en suelo, el ácido tánico es un compuesto similar a los precursores de ácidos húmicos, la arcilla fue extraída de un Andisol y se aplicaron niveles de Mn que están dentro los niveles presentes en este tipo de suelos.

Se prepararon complejos con fosfatasa ácida con ácido tánico y con arcilla en presencia de 32 y 64 mg L⁻¹ de Mn²⁺. Los parámetros cinéticos V_{max} y K_m fueron determinados de acuerdo al método Michaelis-Menten.

Cuando se compleja la fosfatasa ácida con una matriz orgánica como el ácido tánico se recuperó un 51% de la actividad enzimática inicial. La aplicación de Mn a estos complejos disminuyó la actividad fosfatasa, recuperándose solo un 34 y un 30 % de actividad cuando se aplicaron 32 y 64 mg L⁻¹. Cuando se aplicó Mn a estos complejos disminuyó la velocidad de reacción de la enzima inmovilizada. Aunque la actividad de la enzima inmovilizada en ácido tánico fue considerablemente reducida, ésta tiene una buena termo estabilidad. La velocidad de reacción y la afinidad por el sustrato de los complejos formados con arcilla fue mayor que los parámetros cinéticos de la enzima libre. Además, se observó una disminución de la V_{max} cuando los complejos fueron obtenidos mezclando primero la arcilla con el metal y agregando la enzima después, observándose el efecto negativo del Mn sobre la actividad de la enzima. Sin embargo, se observó una recuperación de la afinidad por el sustrato cuando los complejos fueron obtenidos inmovilizando primero la enzima en la arcilla y aplicando el metal después, lo que estaría indicando que la inmovilización protegió a la enzima del efecto del Mn.

Agradecimiento: Fundación Andes proyecto N°C 13755-28, proyecto Fondecyt N° 1020934 y MECESUP FRO 0309.

DEPENDENCIA ESPECTRAL DE LAS ALZAS DE RADIACIÓN UV DEBIDO A NUBES EN VALDIVIA-CHILE (39.8° S)

Ch. Lovengreen¹, H. Fuenzalida², L. Videla² y M. Valdebenito¹

¹Instituto de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
Casilla 567, Valdivia, Chile
clovengr@uach.cl

²Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

³Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile, Santiago, Chile

El rol de las nubes en los niveles de radiación ultravioleta (RUV) que llega a la Tierra ha sido estudiado con mucho interés en la última década con la finalidad de incluir esta variable en los modelos de predicción de la dosis de exposición. Es conocido que normalmente las nubes producen atenuaciones de la radiación y esporádicamente alzas en longitudes de onda del rango visible. En base a datos obtenidos con un radiómetro de filtros que mide en los canales 305nm, 320nm, 340nm, 380nm y con un filtro para detectar PAR (400nm a 700nm) minuto a minuto, se realizó el análisis espectral de alzas y atenuaciones de radiación ultravioleta y visible debido a presencia de nubes en Valdivia, Chile (39.8 °S) durante el período estival (noviembre a febrero, principalmente en 2000-2001 y 2001-2002) en un intervalo de 6 horas en torno al mediodía solar. Las variaciones son referidas a irradianzas medidas en días despejados en fechas cercanas o bien usando como referencia un ajuste polinomial a aquellos intervalos sin interferencia de nubes en días parcial nublados. Imágenes fotográficas del cielo fueron tomadas simultáneamente con parte de los datos radiométricos. Se estimó la frecuencia de ocurrencia y la duración de las alzas. La mayoría de las alzas están asociadas a nubes de tipo cumuliforme en estado de disipación y durante el paso de sol por el borde de la nube. Tanto las alzas como las atenuaciones presentan dependencia espectral: las alzas decrecen y las atenuaciones aumentan hacia longitudes de onda mayores. La radiación visible (PAR) presenta alzas típicas de 20% con valores máximos superiores a 40%, decreciendo a 6% para 305nm. Se sugiere que las reflectancias laterales en nubes juegan un rol secundario en las alzas de radiación. Se encontró una relación débil entre fracción de cielo nublado y magnitud del alza: una mayor cobertura de nubes produce alzas mayores.

Financiamiento: Proyecto DID-UACH 2001-04, Proyecto LAI CRN 026

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CACHAPOAL

SYLVIA COPAJA¹, LORETO CISTERNA¹ y XIMENA MOLINA²

¹Depto. Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. ² Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Casilla 653. Santiago, Chile. E-mail: scopaja@uchile.cl.

El río Cachapoal, sexta región (34° 15' S; 70° 34' W), es receptor de diversos tipos de efluentes producto preferentemente de la actividad minera y agrícola los que, junto a los asentamientos urbanos aledaños han contribuido a alterar la calidad del recurso. El aporte antropogénico de metales pesados al río data del siglo pasado, los que en parte se han ido acumulando en los sedimentos. Por esto, los metales en la forma biodisponible liberados desde los sedimentos, podrían constituir un riesgo ambiental tanto para los organismos que lo habitan como para los cultivos de la zona, ya que estas aguas se usan para regadío.

En este trabajo se analizó la acumulación de metales pesados biodisponibles, intercambiables y totales en los sedimentos del río Cachapoal.

Se establecieron siete estaciones de muestreo a lo largo del río, considerando distintos grados de intervención, en las que se caracterizaron sus sedimentos mediante parámetros físico-químicos como: textura, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y sales solubles. Además se determinó la concentración de metales pesados en la fracción total, intercambiable y biodisponible mediante el método de extracción secuencial por ICP (1).

Los resultados encontrados indicaron que la textura de los sedimentos es arenosa, su pH es básico y el porcentaje de materia orgánica es bajo. De los 19 metales pesados determinados en la fracción residual o total, dos ellos fueron los predominantes, Al entre 35,9 y 59,9 % y Fe entre 35,3 y 56,7 % en todas las estaciones muestreadas. En la fracción intercambiable se detectó Al, Fe, Ba y Mn siendo este último el predominante, representando alrededor del 50% del total de metales. El contenido de metales biodisponibles encontrados en los sedimentos en la estación "Pangal" se detectó sólo Al y Fe, siendo esta la estación de aguas más limpias, en las estaciones más intervenidas se incorporan otros metales. Así, en "Las Cabras" se encontró Al, Fe, Cu, B, Ba y Mn siendo siempre el aluminio el más abundante con más del 50%.

Este estudio corrobora la influencia de la intervención antrópica en la acumulación de metales pesados en los sedimentos del río Cachapoal.

Referencias

1. A. Sadzawka. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, serie La Platina N° 16 (1990).

Agradecimientos: Al Proyecto SAG N° C37314-42. Y al Depto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile

EVOLUCION DE CO₂ EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE LODOS BIOLÓGICOS

Ana María Callejas P., e Itilier Salazar Q.

Dpto. de Cs. Químicas, Facultad de Ing. Cs y Administración, Instituto del Medio Ambiente,
Universidad de La Frontera, Temuco, Chile
E-mail: itilier@ufro.cl

El lodo es un subproducto de los procesos de depuración de agua. Contiene altos niveles de materia orgánica putrescible que hacen necesaria su estabilización. El compostaje es uno de los sistemas utilizados para ello, donde entre otras cosas se produce humificación de la materia orgánica.

El desprendimiento de dióxido de carbono permite estimar el progreso de la estabilización del lodo a través de la actividad de los microorganismos.

El objetivo de este trabajo fue realizar mediciones comparativas de la actividad respiratoria durante el proceso de compostaje de lodo proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Vilcún, IX Región.

La determinación de la actividad respiratoria se realizó mediante la técnica de incubación, recogiendo el CO₂ producido en solución alcalina y su valoración volumétrica con un ácido de normalidad conocida. Se uso lodo puro y mezcla de compostaje (lodo más material estructurante), y el control de la evolución de CO₂ se realizó en función del tiempo, a los 4, 10, 37 y 48 días del proceso, al mismo tiempo se midieron sólidos volátiles, observándose valores mayores en el lodo, tanto en la actividad respiratoria como en la mezcla en compostaje.

Palabras claves: lodo, compostaje, actividad respiratoria, sólidos volátiles.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR 2004.

ESTABILIZACIÓN DE LODOS MEDIANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Cristina Rivas R. e Itilier Salazar Q.,

Dpto. de Cs. Químicas, Facultad de Ing. Cs. y Administración, Instituto del Medio
Ambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile
E-mail: itilier@ufro.cl

El lodo es un producto líquido o semisólido generado durante el tratamiento de las aguas servidas y su acondicionamiento y evacuación final es un problema complejo de enfrentar, esto debido a que el lodo está formado, principalmente, por sustancias de carácter desagradable de las aguas residuales no tratadas y la materia orgánica presente en el lodo está sujeta a procesos de descomposición.

El compostaje es un proceso biooxidativo por acción microbiana, en el cual la materia orgánica experimenta degradación biológica para dar lugar a un producto final estable, conforme se produce la descomposición de la materia orgánica contenida en el lodo, la mezcla (lodo + material de soporte) se calienta hasta alcanzar temperaturas situadas en el intervalo de pasteurización, lo cual permite la destrucción de organismos patógenos entéricos.

Este trabajo tuvo por objetivo compostar el lodo residual para contribuir al manejo integral de los residuos sólidos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la ciudad de Vilcún, perteneciente a la empresa Aguas Araucanía IX Región.

Durante el proceso de compostaje se controlaron, parámetros como la temperatura, pH, humedad, sólidos totales, sólidos volátiles, y también se realizaron ensayos de germinación y presencia de coliformes, resultando un material, compost, sin problemas de carácter sanitario, higiénico, libre de características desagradables y posibles de emplear como acondicionador de suelos para usos forestales y agrícolas.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional,
FNDR 2004.

IMPORTANCIA DE LA COBERTURA DE *ACACIA CAVEN* (MOL) EN EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS.

Cristina Muñoz¹, Erick Zagal² y Carlos Ovalle³

¹Universidad de La Frontera. Programa de Doctorado en Ciencias y Recursos Naturales. Temuco. Chile
munozm@ufro.cl

² Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Departamento de Suelos. Chillán. Chile.
ezagal@udec.cl

³ Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilamapu, Chillán, Chile.

En el contexto del calentamiento global del planeta, se plantea que los suelos cultivables se pueden considerar tanto como una fuente emisora de gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 y N_2O) como también una potencial alternativa para disminuir dichas emisiones. El almacenamiento de carbono orgánico del suelo (COS) se puede incrementar mediante el manejo de los suelos agrícolas y, particularmente rehabilitando los suelos degradados; donde el potencial secuestro de C de un suelo dependerá del C acumulado en éste.

El objetivo de nuestro estudio fue determinar el efecto de la degradación de un ecosistema agroforestal, sobre la pérdida de carbono orgánico del suelo (COS) y estudiar el potencial efecto de la vegetación de *Acacia caven* en la acumulación de COS. El sitio estudiado corresponde a la Zona de Cauquenes VII Región de Chile; el suelo es de origen granítico de la Serie Cauquenes. La vegetación corresponde a espinales de *Acacia caven*, especie rústica que colonizó la zona posteriormente a la eliminación del bosque esclerófilo. Para ello, se analizan tres ecosistemas; MN (matorral nativo), EB (espinal bueno, con 80 a 50% cobertura arbórea) y ED (10 a 0% cobertura arbórea), analizando muestras de suelo bajo y fuera de la canopia de *Acacia caven* a 0-5, 5-10, 10-20 y 20-40 cm de profundidad. La densidad aparente se determinó mediante el método del cilindro, el C orgánico por el método de combustión húmeda y el C almacenado se expresó como Mg por hectárea.

Se puede observar un marcado efecto de la degradación del ecosistema sobre la pérdida de COS, disminuyendo hasta un 57% desde MN a ED bajo la canopia y un 42% fuera de la canopia. Se observa un importante efecto de la canopia sobre la capacidad de almacenar COS, hasta los 40 cm de profundidad, obteniéndose un máximo de 42 Mg há bajo la canopia contra 26 Mg há fuera de la canopia a 20-40 cm de profundidad en MN. Se puede concluir que (1) la degradación de estos ecosistemas produce importantes pérdidas de COS y (2) potenciar el desarrollo de espinales de *Acacia caven* es una adecuada alternativa para recuperar esta zona, mejorando la calidad de estos suelos y contribuyendo a disminuir las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ADSORCIÓN DE DOS FUNGICIDAS DE CARÁCTER HIDROFÓBICO DIFERENTE EN SUELOS

SYLVIA V. COPAJA, FERNADA VALDIVIESO y VÍCTOR GATICA

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

El destino de los plaguicidas en el suelo, después de cumplir con su efecto fitotóxico, depende ampliamente de sus interacciones con la fracción sólida del suelo. Inicialmente estas interacciones son de tipo físico-químico y corresponden a procesos de adsorción que definen la biodisponibilidad del compuesto y la capacidad de transportarse en el perfil del suelo, con el riesgo de convertirse, en contaminantes, por acumulación en aguas subterráneas.

En este trabajo se realizó un estudio comparativo de la adsorción de dos fungicidas: Captan y Thiram en cuatro suelos de diferentes características físicoquímicas.

CAPTAN: Cis N-(Triclorometiltio-ciclohexen-4-en-1,2 dicarboxamida ($C_9H_8Cl_3NO_2S$) es un fungicida de contacto, su solubilidad en agua es $3,3 \text{ mg L}^{-1}$ (25°C) y su vida media es 2,5 días. Clase Química: Ftalimida. **THIRAM:** Disulfuro de tetrametilthiram ($C_6H_{12}N_2S_4$) es un fungicida de contacto, su solubilidad en agua es 30 mg L^{-1} (20°C) y su vida media es 15 días. Clase Química: Ditiocarbamida. Las muestras de los suelos estudiados: Peralillo, Sta. Bárbara, Ralún y Vásquez, fueron colectados en diferentes zonas del país, las muestras de los suelos (0-20 cm.) fueron secadas al aire y tamizadas ($< 2 \text{ mm}$). Parámetros como: textura, pH, humedad, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica, fueron determinados de acuerdo a métodos descritos (1). Las isotermas de adsorción de los fungicidas por suelos se obtuvieron tratando $1,0 \text{ g}$ de suelo con 10 mL de soluciones, preparadas en CaCl_2 $0,01 \text{ M}$, en un rango de concentraciones de 0 a 1000 mg L^{-1} para Thiram y 0 a 10.000 mg L^{-1} para Captan. Las soluciones fueron agitadas en sistema bach por 24 horas. La concentración de los fungicidas en el equilibrio se obtuvo con la ayuda de un cromatógrafo líquido HPLC, columna Lichrosfer RP- C_{18} , fase móvil AN/ H_2O 50:50, velocidad de flujo $1,2 \text{ mL/min}$. La detección de los compuestos se realizó a 220 nm .

Resultados encontrados indican que la adsorción de Thiram no es dependiente del contenido de materia orgánica de los diferentes suelos, mientras que Captan si lo es, siendo esto explicado por la posibilidad de formación de puentes de hidrógeno de este último compuesto. La relación entre las características de los suelos estudiados y los procesos de adsorción aplicando los modelos de Langmuir y Freundlich serán discutidas en este trabajo.

Referencias

1. A. Sadzawka. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, serie La Platina N°16 (1990).

Agradecimientos: Al Depto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile

CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO PRODUCTOS DEL PLAN REGULADOR DE LA CIUDAD DE TEMUCO.

Mauricio E. Schacht A., Patricio Acevedo A., Alejandro Espinosa S., Nelson Ojeda O.
Instituto del Medio Ambiente, Dpto. de Ciencias Físicas y Dpto. de Ciencias Forestales.
Universidad de La Frontera.
Temuco - Chile.

El Plan Regulador Comunal de la ciudad de Temuco, prevé cambios significativos para ciertas áreas de la ciudad, donde se implementarán nuevos conjuntos habitacionales, áreas de esparcimiento, distintos tipos de infraestructura vial y otros, cuyas externalidades no sólo afectaran a la población, sino también al sistema biofísico en general; por ello se hace necesario contar con técnicas y tecnologías que registren en forma periódica dichos cambios.

Mediante el procesamiento digital de imágenes de satélite Spot, fue posible la identificación y análisis multitemporal de cambios en la superficie terrestre, producto de potenciales usos del suelo para la ciudad de Temuco, las que en conjunto con la aplicación de normas urbanísticas como herramienta de planificación y control, hicieron posible la obtención de los siguientes resultados:

- ♦ El índice que concierne a la *Superficie óptima de Áreas Verdes por habitante* (hab.), se ve satisfecho al alcanzar un valor promedio de 15,5 m²/hab., el cual supera en un 47,6% al recomendado internacionalmente.
- ♦ El índice que concierne a la *Distancia óptima promedio del Aeropuerto al centro Urbano*, se ve insatisfecho al alcanzar un valor promedio de 17,5 km., el cual no supera el mínimo promedio internacional, encontrándose bajo en un 2,8%.
- ♦ El índice que concierne a la *Densidad óptima de Población versus Superficie de Vivienda*, se ve insatisfecho al alcanzar un valor promedio de 21,6 m²/hab., el cual no supera al recomendado internacionalmente, debido a la actual normativa vigente del país, encontrándose bajo en un 51% comparado con el promedio latino y en un 87,29% comparado con el promedio europeo. En términos de tendencia, se deduce que la densidad aumentará en relación al proyectado crecimiento de la población.

El tema que abarcó el estudio, se proyectó como una herramienta en desarrollo para el apoyo en la toma decisiones dentro de las políticas públicas regionales.

Palabras Claves: imagen satelital, plan regulador, uso del suelo.

APLICACIÓN DE LODO DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA EN SUELOS DEGRADADOS Y SU IMPACTO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Claudia Aravena R., M^a Cristina Diez J. y Felipe Gallardo A.

Laboratorio de Nutrición Vegetal

Universidad de La Frontera, Depto. de Ciencias Químicas,

Facultad de Ingeniería Ciencia y Administración,.

Casilla 54-D, Temuco, Chile.

e-mail: carav004@pinhue.ufro.cl

El proceso de fabricación de celulosa genera grandes cantidades de residuos sólidos (lodos), los cuales son acumulados dentro de la Industria lo que constituye una preocupación desde el punto de vista económico y ambiental, hasta el momento sin solución. Para ello se ha buscado la manera de reutilizarlo y así disminuir los volúmenes de los rellenos que contienen estos lodos que se encuentran presente en esta industria. En estos lodos se concentra gran parte de la materia orgánica (MO) de origen químico o microbiológico, ya que por su constitución y propiedades es la responsable directa de la mayoría de los procesos físicos del suelo; es así como la degradación de los suelos de origen volcánico como resultado de los procesos de erosión tanto naturales como producto del mal manejo agronómico, ha sido un tema de gran preocupación de los científicos de las ciencias del suelo, ya que como resultado de estos procesos degradativos y el manejo no conservacionista del suelo, ha disminuido el contenido y calidad de la materia orgánica.

De esta forma en este trabajo se evaluaron los efectos sobre las propiedades físicas de suelos degradados derivados de cenizas volcánicas al aplicar lodo estabilizado proveniente de una industria de celulosa, caracterizando el aspecto físico del lodo (Humedad), y suelos con distintos niveles de degradación (Serie Gorbea, Serie Collipulli y Serie Temuco), a los cuales se les realizaron los análisis de Humedad, Capacidad de Campo, Densidad Aparente, Densidad Real, Porosidad, Estabilidad de los Agregados y Textura, adicionando distintos niveles de lodo (0, 10, 20, 30, y 50 ton/ha) a los suelos serie Gorbea y Collipulli. Estos análisis fueron realizados en periodos de incubación de (0, 15, 30, 45 y 60 días).

Se comprobó que los distintos parámetros evaluados se vieron favorecidos al aplicar las distintas dosis de lodo (15, 20, 30 y 50 ton/ha), obteniéndose ya en la primera lectura y después de 15 días de estabilización de la mezcla suelo/lodo, valores para el parámetro estabilidad de los agregados de 58,42 % y sin incorporación de lodo, hasta llegar a 82,45 % de agregados estables en agua el mismo día pero con 50 ton/ha de lodo, sin embargo, con respecto a la variable tiempo no se presentaron mayores variaciones, obteniéndose para este mismo parámetro en la primera lectura y con una dosis de 50 ton/ha valores de 85,45% como se mencionó anteriormente y para el día 30 con la misma dosis de lodo valores de 86,13% de agregados estables en agua.

Agradecimientos: El financiamiento para la realización de este trabajo es otorgado por el Fondo Nacional De Investigación Científica y Tecnológica (FONDECYT) N° 1040854.

MEDICIÓN DE LA LIXIVIACIÓN DE NITRÓGENO EN COLUMNAS DE SUELO UTILIZANDO PRÁCTICAS DE RIEGO CON PURINES DE CERDO

Roxana Tessada Sepúlveda¹ y Sergio González Martineaux²

Departamento de Ciencias Ambientales, CRI INIA-La Platina.

Casilla 439, Correo 3. Santiago. Chile. Casilla electrónica

sgonzale@platina.inia.cl

El suelo es uno de los recursos más importantes que existen en la naturaleza, lo que es paradójal con el hecho que una extensa superficie planetaria se encuentra en un nivel avanzado de degradación por la falta de cuidados en la utilización de los suelos. Entre los problemas ambientales asociados, se encuentran el uso desaprensivo de los fertilizantes que si son utilizados en forma descuidada pueden producir contaminación tanto en los suelos, como en las aguas subterráneas y superficiales.

Es por esta situación que INIA realizó un estudio, en relación al uso de purines de cerdos como fertilizantes nitrogenados, que tuvo como objetivo central, definir las tasas de aplicación sostenible de efluentes, la vulnerabilidad de los suelos a la recepción de purines y las estrategias de disposición de purines mas adecuadas, que minimicen el impacto sobre los recursos agua y suelos, en el país.

Como una de las etapas de este estudio, se consideró el establecimiento del balance de nitrógeno y la lixiviación de nitratos, por una columna de suelo, que produce el uso de purín de cerdo, aplicado al suelo en el riego. Para estudiar este proceso, se realizó un ensayo de invernadero, utilizando 30 columnas de lixiviación (15 columnas rellenas con suelo franco arcilloso (serie Lo Vásquez) y 15 columnas rellenas con suelo franco (serie Lampa), con las que se determinó el movimiento del nitrógeno, a través de la columna de suelo. Se efectuó una colecta semanal del líquido percolado por las columnas, en el que se determinó el pH, la Conductividad Eléctrica y el Nitrógeno disuelto.

De los resultados obtenidos en este estudio, se concluyó que el empleo de fertilizantes nitrogenados, de fácil solubilización, en suelos, puede producir lixiviación de nitratos, por el movimiento descendente de éstos por la columna de suelo, proceso que es mayor y más rápido que cuando se aplica purines de cerdo como fertilizante en riego. Además, el proceso de lixiviación de nitratos es dependiente, tanto del fertilizante nitrogenado empleado como de las características físicas y químicas del suelo utilizado; así, este estudio dio como resultado, que el suelo franco arcilloso presentó una menor remoción de nitrógeno que el suelo franco. Se hizo evidente que la remoción de nitratos, por la parte inferior de las columnas, se minimizó con la presencia de una cubierta vegetal con absorción activa; también, fue evidente que es posible minimizar las pérdidas de nitrógeno soluble, diluyendo convenientemente el purín con agua de riego.

¹ Químico Ambiental, Universidad de Chile.

² Ing. Agrónomo. M. Sc. Investigador CRI INIA-La Platina

APLICACIÓN DE LODO DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA EN SUELOS DEGRADADOS Y SU IMPACTO SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

Cristian Bravo C., Marysol Alvear Z., Fernando Borie B. y Felipe Gallardo A.

Laboratorio de Nutrición Vegetal

Universidad de La Frontera, Depto. de Ciencias Químicas,

Facultad de Ingeniería Ciencia y Administración.

Casilla 54-D, Temuco, Chile.

e-mail: cbrav005@pinhue.ufro.cl

Se evaluó el efecto de aplicación de diferentes dosis de lodo estabilizado proveniente del tratamiento secundario de las aguas residuales de una industria de celulosa a un suelo derivado de cenizas volcánicas, suelo andisol de la Serie Gorbea, utilizando como referencia un suelo andisol de la Serie Temuco que en base de datos históricos presenta un adecuado nivel de fertilidad.

Al suelo Serie Gorbea se adicionó 0, 10, 20, 30 y 50 ton / ha en cantidades equivalentes de lodo a escala de laboratorio, las cuales fueron incubadas por 60 días en una cámara de crecimiento a $25 \pm 2^\circ \text{C}$ y a 50 – 60 % de su capacidad de campo. Durante el periodo de incubación se tomaron muestras los días 0, 15, 30.

Las propiedades biológicas analizadas son: Índice de germinación utilizando semillas de ballica perenne, evolución de CO_2 de muestras incubadas por 15 días a $25 \pm 2^\circ \text{C}$ y a 50 – 60 % de su capacidad de campo, Carbono biomásico, Hidrólisis de la fluoresceína diacetato (FDA) y Actividad enzimática específica de la Fosfatasa ácida.

Se comprobó que la adición de lodo al suelo Serie Gorbea influye positivamente en las distintas actividades biológicas analizadas. Además, en general, el nivel referencial dado por el suelo Serie Temuco, es alcanzado con la dosis de 30 toneladas de lodo por hectárea en los análisis realizados.

Los resultados obtenidos indican que la aplicación de este lodo al suelo mejora las propiedades biológicas analizadas respecto a suelo sin adición de lodo y alcanza los niveles referenciales con dosis de 30 ton lodo / ha.

Agradecimientos: El financiamiento para la realización de este trabajo es otorgado por el Fondo Nacional De Investigación Científica y Tecnológica (FONDECYT) N° 1040854.

ESTUDIO DE LA DEGRADACION E INCORPORACIÓN DE PENTACLOROFENOL-¹⁴C EN EL MATERIAL HÚMICO DE UN SUELO ANDISOL DE LA IX REGION

Olga Rubilar A., Mara Cea L y M. Cristina Díez J.
Universidad de La Frontera, Depto. Ingeniería Química
Casilla 54- D, Temuco

El suelo es un medio natural de desarrollo de un gran número de organismos vivientes que presentan un efecto importante en la biodegradación de compuestos orgánicos tóxicos. Dentro de estos grupos destacan bacterias, actinomicetos y hongos. El entorno ecológico en que se desarrolla esta microflora, principalmente la fracción arcillosa del suelo, influencia de manera notable los procesos biológicos que esta flora impulsa *in situ*. Esto es especialmente relevante en los suelos derivados de cenizas volcánicas, cuyo constituyente fundamental de su fracción arcillosa es el alofán.

La actividad biológica de los suelos es fundamental para la solubilización, movilización y disponibilidad de nutrientes así como para su capacidad detoxificadora, la cual es de gran relevancia en la biorremediación de suelos contaminados. Al respecto, en el presente trabajo se evaluó la degradación de pentaclorofenol-¹⁴C (¹⁴C-PCF) mediante ensayos de respirometría del suelo. Posteriormente, se evaluó la incorporación de ¹⁴C-PCF en el material húmico del suelo, mediante la extracción de este. La radioactividad fue medida en un contador de centelleo líquido.

Aproximadamente el 0,8% del sustrato adicionado fue degradado a CO₂, por acción de los microorganismos autóctonos del suelo. Al analizar la respiración total del suelo contaminado con ¹⁴C-PCF se observó que al día 21, la respiración alcanzó un valor aproximado de 130 mCO₂/100 g de suelo, lo que indicó que los microorganismos degradaron además del PCF, otros compuestos orgánicos del suelo necesarios para su metabolismo. Asimismo, se observó que la respiración incrementó gradualmente durante todo el periodo de análisis, por lo que es posible deducir que los microorganismos no fueron afectados por la toxicidad que implica la contaminación del suelo con PCF, probablemente debido a la baja biodisponibilidad de este compuesto, debido a que pudiera haber quedado retenido en los micro o nano poros del suelo o bien adsorbidos a la fracción orgánica y/o inorgánica de este mismo. Por otro lado, un bajo porcentaje de actividad ¹⁴C fue encontrada en la fracción de material húmico extractado del suelo. En contraste, un gran porcentaje del ¹⁴C recuperado fue encontrado en los sucesivos lavados realizados para la purificación de ácidos húmicos (AH). No obstante, se observó que el PCF quedó principalmente unido a AH.

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

METALES PESADOS EN FERTILIZANTES, LODOS Y SUELOS

Marcia Cazanga, Deborah Muñoz

Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Av. L. Bernardo O'Higgins 3363. Casilla 40 – Correo 33. Santiago, Chile. mcazanga@lauca.usach.cl

Palabras Claves: Suelos, Lodos, Metales Pesados, fertilizantes

RESUMEN

Los fertilizantes al igual que los lodos producidos por las plantas de tratamiento de aguas servidas pueden contener metales pesados. Los problemas de contaminación de los suelos han ido aumentando a nivel mundial en los últimos años como consecuencia de la aplicación generalizada de fertilizantes y lodos. Entre los fertilizantes comercializados y usados en Chile se encuentran: el Superfosfato Triple, Fosfato de Amonio, el Fosfato de Amonio Simple y la Urea. El objetivo de este estudio fue evaluar los contenidos de metales pesados en fertilizantes, en lodos y en suelos tratados con fertilizantes, y con lodos. Las dosis de lodo utilizadas en este trabajo fueron de 13 Ton / Ha suelo, equivalente a 165 Kg de $P_2O_5 \text{ Ha}^{-1}$, 130 Ton / Ha suelo, equivalente a 1650 Kg de $P_2O_5 \text{ Ha}^{-1}$, los cuales se incubaron durante diferentes periodos de tiempo a 25° C y humedad de capacidad de campo. La dosis de fertilizante fue 165 Kg de $P_2O_5 \text{ Ha}^{-1}$ equivalente a 13 Ton de lodo / Ha de suelo. Los contenidos de metales pesados del suelo, lodo, fertilizantes, suelos tratados con lodo y con fertilizantes se determinaron mediante técnica de ICP-OES. Los resultados indican que el suelo estudiado presenta la siguiente secuencia en el contenido de metales pesados $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{As} > \text{Cd}$, los cuales están bajo la norma exigida por CONAMA pero el lodo presenta contenidos de As y Cd superiores a las concentraciones máximas de metales pesados para lodos de uso agrícola. Es importante destacar que los contenidos de Cd y As de los fertilizantes fosforados son más altos que el de los fertilizantes nitrogenados, lo cual podría impactar el suelo de forma negativa si no se realizan los estudios pertinentes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por DICYT-USACH N° 020242CS

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS NATIVOS Y LABRADOS UBICADOS EN LA X REGIÓN

SYLVIA V. COPAJA y DIEGO GRANELLA

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

Chile se caracteriza por ser un país que debido a su geografía posee una gran diversidad de climas y relieves. Esto en conjunto con su riqueza geológica da origen a diferentes tipos de suelos.

En este trabajo se realizó una caracterización físico-química de suelos nativos y labrados de la X región con el objeto de determinar la magnitud de la intervención antrópica en sus propiedades. El estudio realizado se centra en la X región, en el sur de Chile, específicamente a 16 Km. de la ciudad de Río Bueno con dirección a lago Ranco.

Este estudio se centró en tres sectores, dos bosques y una pradera que se ha utilizado por décadas para el pastoreo y ha sido labrada para el cultivo de diversos cereales. Se confeccionaron 6 calicatas (A, B, C, D, E y F) durante Julio de 2003. Las muestras de suelo (0 – 15 cm.), se dejaron secar al aire y tamizaron obteniendo la fracción < a 2 mm. Los parámetros físico-químicos determinados fueron: textura, pH, humedad, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, fósforo, nitrógeno y sales solubles, fueron determinados de acuerdo a métodos descritos (1).

Se logro establecer una caracterización tanto física como química de las calicatas donde fue posible interrelacionar los resultados de los distintos análisis, como se muestra en los siguientes cuadros donde se contrastan los valores de un suelo nativo extremo como es la calicata F, con el suelo labrado B.

Suelo	Textura	pH	Conductividad (dS/m)	P (mg P / kg suelo)	N (%)	M.O. (%)
F	Arena Migajosa	5,55	0,055	2,23	0,96	35,05
B	Migajón Arenoso	5,66	0,066	62,17	0,75	24,32

Suelo	CIC (meq/100 g suelo)	Na (cmol(+)/kg de suelo)	Ca (cmol(+)/kg de suelo)	K (cmol(+)/kg de suelo)	Mg (cmol(+)/kg de suelo)
F	24,15	$1,99 \cdot 10^{-3}$	$5,25 \cdot 10^{-4}$	$4,76 \cdot 10^{-4}$	$1,70 \cdot 10^{-4}$
B	76,20	$4,58 \cdot 10^{-4}$	$4,71 \cdot 10^{-4}$	$6,11 \cdot 10^{-4}$	$1,22 \cdot 10^{-4}$

Diferencias encontradas en los diferentes suelos analizados serán discutidas en este trabajo

Referencias

1. A. Sadzawka. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, serie La Platina N°16 (1990).

Agradecimientos: Al Depto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile

Retención de Metales Pesados en Suelo de Origen Volcánico: Aplicación en Rellenos Sanitarios.

Bárbara Fuentes, Rodrigo Navia y María Cristina Diez.
Departamento de Ingeniería Química. Universidad de La Frontera.
Casilla 54-D Temuco.

El suelo alofánico derivado de cenizas volcánicas es considerado un sistema de carga variable que proviene de la disociación de grupos hidroxilos: Si-OH, Fe-OH y Al-OH superficiales, y de grupos -COOH, -OH fenólicos de la materia orgánica (INIA, 1985; Mora *et al.*, 1994). Estos grupos juegan un rol clave en la disponibilidad de nutrientes y en el comportamiento de contaminantes en el suelo. Por esta razón, las arcillas presentes en el suelo es una alternativa que algunos investigadores han utilizado, a escala de laboratorio, como material adsorbente no convencional para la remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en aguas residuales (Diez *et al.*, 1999; Vidal *et al.*, 2001; Navia *et al.*, 2005).

El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de un suelo de origen volcánico, del sur de Chile, para retener metales pesados comúnmente presentes en lixiviados de rellenos sanitarios, y así proyectar su uso como constituyente del sistema de barreras geológicas en rellenos sanitarios donde las capas de arcillas minerales permiten inmovilizar estos contaminantes evitando su migración hacia aguas superficiales y subterráneas.

En esta investigación se realizaron isotermas de adsorción para distintos metales pesados: Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} y CrO_4^{2-} , se probaron distintos valores de pH: 4,5 y 7,5 y se utilizó como material adsorbente suelo alofánico de los perfiles 5-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm.

Los valores máximos de retención obtenidos fueron: 2,74, 5,32, 5,86 y 7,44 mg g^{-1} para CrO_4^{2-} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} respectivamente y se produjo a un valor de pH igual a 7,5 para los cationes y a valor de pH 4,5 para el anión CrO_4^{2-} . En ambos casos el suelo de perfil 5-20 cm presentó mayor retención, lo que indicaría un importante efecto de la materia orgánica.

“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PENTAFLUOROFENOL SOBRE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE UN SUELO ANDISOL DE LA IX REGIÓN INOCULADO CON *PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM*”

Marianela Mella B. y M. Cristina Díez J.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el efecto de la concentración de PCF sobre la actividad biológica de un suelo Andisol inoculado con *Phanerochaete chrysosporium*. Se analizó el efecto del PCF sobre la actividad biológica del suelo evaluando la actividad de las enzimas lacasa y manganeso peroxidasa y determinación de carbono biomásico, respiración y la hidrólisis de fluoresceína diacetato (FDA).

Se utilizó un suelo Andisol del perfil 0 – 20 cm, al que se le adicionó distintas concentraciones de pentafluorofenol (PCF) 100, 300 y 500 mg/ Kg suelo seco los que se inocularon con *Phanerochaete chrysosporium* en un 10% p/v y se incubó a 25 °C. Además se mantuvo suelo con las distintas concentraciones de PCF pero sin agregar inóculo de hongo. A cada muestra se le realizó los análisis de cuantificación de PCF mediante HPLC, carbono biomásico mediante el método de fumigación- extracción, actividad de las enzimas lacasa y manganeso peroxidasa, hidrólisis de fluoresceína diacetato (FDA) y actividad respiratoria.

Los resultados de la cuantificación de PCF indican que en los 63 días de análisis el porcentaje de remoción del contaminante es muy similar para las tres concentraciones que se utilizaron y fue de un 98% aproximadamente, al evaluar la inoculación con hongo para la concentración de 100 mg/Kg los resultados obtenidos para el suelo inoculado y sin inocular fueron prácticamente iguales no ocurrió lo mismo con las concentraciones de 300 y 500 mg/Kg observándose una mayor velocidad de remoción para los suelos inoculados.

Para la actividad enzimática en los suelos inoculados se observó un mayor efecto en los suelos que contienen la concentración de 500 mg PCF/kg de suelo obteniéndose valores más bajos tanto en la actividad manganeso peroxidasa (MnP) y lacasa, en cuanto a la inoculación con hongo para la actividad MnP se obtuvo valores mayores para el suelo inoculado, lo contrario ocurrió con la actividad lacasa obteniéndose valores mayores para el suelo sin inocular.

La actividad biológica total sufrió un aumento para las tres distintas concentraciones que estaban inoculadas con el hongo ya que los resultados que se obtuvo para la respiración, carbono biomásico e hidrólisis del FDA fueron mayores en todas las concentraciones que para el suelo control. No ocurrió lo mismo al comparar los resultados obtenidos en el suelo sin inocular ya que la actividad biológica en estos casos si se veía afectada a excepción de la concentración de 100 mg PCF/Kg de suelo en los cuales se obtuvo resultados similares al suelo control.

IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST EN SUELOS DE LA IX REGIÓN SOBRE ALGUNAS DE SUS PROPIEDADES BIOLÓGICAS.

Marysol Alvear Z., Marcia Astorga E., Andrea Méndez M. y Rayen Millaleo M.

Laboratorio de Bioquímica de Suelos
Universidad de La Frontera, Depto. de Ciencias Químicas,
Facultad de Ingeniería Ciencia y Administración.
Casilla 54-D, Temuco, Chile.
e-mail: malvear@ufro.cl

Considerando a la Agricultura Orgánica como un sistema de agricultura limpio, en el cual se reciclan los distintos residuos que se generan dentro de un predio para elaborar su principal fuente de fertilización y acondicionamiento de suelo, el compost, es que se plantea en esta investigación evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de compost a una rotación de cultivos (pradera-poroto-trigo) mantenidos bajo condiciones de invernadero.

Teniendo en cuenta que al tratarse de agricultura orgánica se favorece la no utilización de agroquímicos se está beneficiando tanto la salud de las plantas y animales, como también del propio medio ambiente, es que se evaluó el efecto de la aplicación del equivalente a 0, 8, 20 y 30 ton ha⁻¹ de compost sobre la Hidrólisis de la Fluoresceína Diacetato (FDA), como indicador de la cantidad de microorganismos activos presentes en el suelo estudiado. Además se evaluó la cantidad de microorganismos a través de la medición del Carbono y Nitrógeno de la Biomasa Microbiana.

Los resultados obtenidos para estos parámetros muestran que dosis superiores a 20 ton ha⁻¹ presentaron mayores actividades de FDA, observándose aumentos de un 30% respecto al testigo, sin aplicación de compost. Resultados similares se pudieron observar para el caso de Nitrógeno y Carbono Biomásico.

Con estos resultados se puede concluir que al incorporar una mayor cantidad de compost al suelo, mayor es la actividad de los microorganismos que en él habitan, con lo que se estaría comprobando también, que este tipo de agricultura vuelve más eficiente el sistema, ya que se incrementan los índices de calidad del suelo y se evita la contaminación ambiental.

Agradecimientos: El financiamiento para la realización de este trabajo es otorgado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad de La Frontera DIDUFRO N° 120316 y el Fondo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica FONDECYT N° 1020306

DISPONIBILIDAD DE BORO EN SUELOS Y SU EFECTO TÓXICO

EN *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*

Alejandra Jara¹, Ramiro Poblete² y María de la Luz Mora¹

¹Departamento de Ciencias Químicas, ²Laboratorio de Análisis Suelo-Planta, Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera

En los suelos, la adsorción de Boro (B) y su interacción con otros nutrientes son los procesos más importantes que afectan su disponibilidad para las plantas y, con ello, su toxicidad o deficiencia. De acuerdo a la base de datos del Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad de La Frontera, más del 50% de los suelos de la IX y X Región de Chile presentan valores deficientes de B (inferiores a 1 mg/kg). Por esta razón, actualmente este micronutriente se ha incorporado en las formulas de fertilización, aumentando su disponibilidad en el suelo con el consecuente riesgo de toxicidad para las plantas. El objetivo de este trabajo es evaluar la disponibilidad de B bajo condiciones aisladas y en un sistema suelo-planta, para determinar los posibles efectos de toxicidad en *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*. Se realizó un estudio bajo condiciones de invernadero en un Andisol (serie Pemehue) para evaluar el rendimiento de *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*, utilizando 2 dosis de Cal (0 y 1000 mg/kg), 3 dosis de P (0, 100 y 200 mg/kg) y 4 dosis de B (0, 2, 4 y 8 mg/kg). A su vez, para el mismo suelo, se estudió en sistemas batch la adsorción de distintas concentraciones de B en función del pH. Los resultados indican que el máximo de adsorción de B en el suelo Pemehue fue en el rango de pH 7.5 a 8.0. Este incremento de pH es menos notorio cuando la concentración de B inicial disminuye, es decir, a concentración inicial de 0.5 mM la adsorción de B con el cambio de pH es despreciable. La adsorción de B se ha asociado a la formación de complejos de esfera interna bidentados a través del Modelo de la Capacitancia Constante (Peak et al., 2003), lo que implica una fuerte retención de B en el suelo, afectando su disponibilidad para las plantas. A todas las concentraciones de B estudiadas, la relación entre la concentración de B inicial y B adsorbido varió entre 0.25 y 0.30. Asimismo, en los estudios de invernadero se observó que, al término del ensayo, la relación entre concentración de B inicial y B adsorbido en el suelo varió entre 0.28 y 0.32. Esto indica que independiente de la cantidad de B agregada al suelo el porcentaje que se adsorbe es constante. En términos productivos, para *Trifolium pratense* el máximo rendimiento de materia seca (ms) se obtuvo con la aplicación de 2 y 4 mg B/kg de suelo, mientras que con 8 mg B/kg el rendimiento disminuyó en alrededor de 10%, evidenciándose síntomas de toxicidad como clorosis y necrosis en el borde de las hojas. Por otra parte, la aplicación de B a las concentraciones evaluadas no afectó el rendimiento de ms ni produjo síntomas de toxicidad en *Lolium perenne*.

Referencias

Peak D., Luther, G. and Sparks D., 2003. "ATR-FTIR spectroscopic studies of boric acid adsorption on hydrous ferric oxide." *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 67, 2551-2560

Agradecimientos. FONDECYT 1020934 y MESESUP FRO-0309

¿DE QUÉ TAMAÑO ES EL MATERIAL PARTICULADO DE SANTIAGO?

Gustavo Adolfo Olivares Pino

Air Pollution Laboratory, Department of Applied Environmental Sciences. Stockholm University. Frescativägen 54A. S-10691, Stockholm, Sweden.

e-mail: gustavo@itm.su.se

Resumen

Durante el período del 20 de mayo al 10 de julio del año 2004 se realizó una campaña de medición y caracterización del material particulado en el callejón urbano de Teatinos en el centro de Santiago. En el sitio de monitoreo se instaló un sistema DMPS (Differential Mobility Particle Sampler) para medir concentraciones en número de partículas en 15 canales correspondiente a 15 tamaños desde 20 a 300nm (0,02 a 0,3 micrones).

Las concentraciones en número de aerosoles observadas en el callejón urbano de Teatinos presentan una variabilidad diaria y semanal que refleja el ciclo diario (Figura 1).

La Figura 2 muestra la distribución de tamaños para dos horas *tipo* durante el día. Se observa que las partículas tienden a ser de un mayor tamaño durante la noche, reflejando el impacto de procesos de crecimiento del material particulado en la atmósfera. Durante la hora de mayor tráfico el material particulado presenta un máximo asociado a tamaños menores que 20nm, mientras que durante la noche este máximo desaparece casi por completo. El segundo modo de la distribución de tamaños (ca. 80nm) es consistente con las emisiones de motores diesel (Mathis et al., 2004). Así, la presencia de este modo (80 nm) durante el día está relacionado con emisiones de vehículos diesel (buses) mientras que durante la noche está asociado a material particulado que *envejece* en ausencia de emisiones.

Figura 1. Ciclo diario de la concentración de material particulado en número.

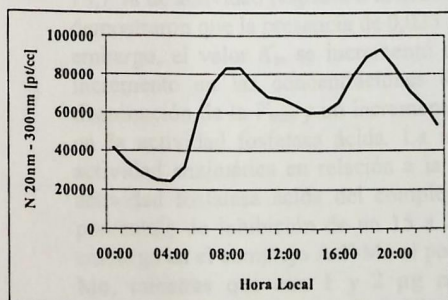
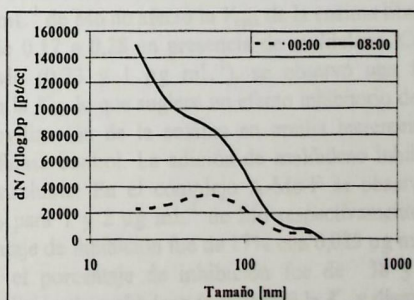


Figura 2. Distribución de tamaño del material particulado en Teatinos para dos horas destacadas.



Referencias

Mathis, U., Kaegi, R., Mohr, M. and Zenobi, R. *TEM analysis of volatile nanoparticles from particle trap equipped diesel and direct-injection spark-ignition vehicles*. Atmospheric Environment, 38. 4347 – 4355.

EFECTO DEL MOLIBDENO SOBRE LAS PROPIEDADES CATALÍTICAS DE LA FOSFATASA ÁCIDA LIBRE O INMOVILIZADA EN ARCILLA

Roxana López, Analí Rosas, María de la Luz Mora, Marysol Alvear

Departamento de Ciencias Químicas .Universidad de La Frontera

Avenida Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile

e-mail: lopezr@ufro.cl

La aplicación de molibdeno (Mo) al suelo como fertilizante se debe principalmente al importante rol que cumple en el ciclo de nitrógeno como cofactor de enzimas como nitrogenasa y nitrato reductasa. Sin embargo algunos estudios han demostrado que la adición de Mo al suelo puede afectar la actividad fosfatasa ácida. En el suelo, la fosfatasa juega un rol muy importante en la disponibilidad de fosfato, lo cual es muy importante en Andisoles del sur de Chile, debido a la alta retención de fosfato en su fracción arcillosa y al alto contenido de materia orgánica. En el suelo las enzimas se encuentran adsorbidas en la fracción mineral y los coloides orgánicos, lo que afecta su actividad y propiedades catalíticas. A este respecto existe poca información en relación al efecto de la aplicación de Mo sobre las propiedades de la fosfatasa ácida inmovilizada en arcilla (A), considerando estos antecedentes el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de molibdeno, a niveles similares o superiores a los utilizados en la fertilización, sobre las propiedades de la fosfatasa ácida libre o inmovilizada en arcilla extractada de un Andisol del sur de Chile.

La actividad y cinética de la enzima libre e inmovilizada fueron determinadas utilizando la metodología descrita por Gianfreda et al. (1996). Se formaron dos complejos, adicionando tres niveles de Mo (0,23; 1,0; 2,0 $\mu\text{g Mo mL}^{-1}$). En el primero se adicionó arcilla, Mo y finalmente fosfatasa (A-Mo-F), mientras que en el segundo se adicionó la enzima sobre la arcilla, suspendiendo el complejo insoluble en Mo (A-F-Mo).

En relación a los resultados la actividad fosfatasa ácida libre disminuyó a un 21,3% con la adición de 0,025 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de molibdeno, mientras que con la adición de 2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ alcanzó un 78,7 % de actividad respecto a la actividad sin adición de molibdeno. Los estudios de cinética demostraron que la presencia de 0,025 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de Mo no afectó la V_{max} de la enzima libre, sin embargo, el valor K_m se incrementó desde 0,17 a 0,28 en presencia de molibdeno. Con el incremento en las concentraciones de Mo (0,23 y 1 $\mu\text{g mL}^{-1}$), se observó una fuerte disminución de la V_{max} y un incremento en la K_m , lo que sugiere un efecto inhibitorio del Mo en la actividad fosfatasa ácida. La inmovilización de la enzima en arcilla incrementó la actividad enzimática en relación a la fosfatasa control. La adición de molibdeno inhibió la actividad fosfatasa ácida del complejo insoluble. En el complejo A-Mo-F se observó un porcentaje de inhibición de un 15 a 20% para 1 y 2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de Mo respectivamente. Sin embargo en el complejo A-F-Mo el porcentaje de inhibición fue de 17% con 0,025 $\mu\text{g mL}^{-1}$ of Mo, mientras que con 1 y 2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ el porcentaje de inhibición fue de 38 y 43% respectivamente. En ambos complejos la adición de molibdeno incrementó la K_m y disminuyó significativamente la V_{max} . Este estudio demostró que el Mo inhibe la actividad fosfatasa ácida libre o inmovilizada en arcilla. Debido a esto es necesario estudiar el efecto de algunos metales pesados como el Mo en la formación de complejos enzimáticos para entender el efecto real sobre las propiedades de la fosfatasa ácida en un sistema que simule el suelo.

Agradecimientos: Fundación Andes proyecto N° C13755-28, FONDECYT proyecto N° 1020934 y MECESUP FRO 0309

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LODO Y FERTILIZANTE AL SUELO EN LA ADSORCIÓN DE THIRAM

SYLVIA V. COPAJA, PRISCILLA SAGREDO y CAROLINA BARRA

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

La utilización de lodos urbanos generados en las estaciones depuradoras de aguas residuales al suelo como una enmienda en agricultura, se considera actualmente como uno de los destinos más viables para estos materiales, siempre que cumplan los requisitos legales relativos a su contenido en metales pesados y otros contaminantes orgánicos. Dada la gran cantidad de estos materiales que se genera se considera que la opción más sostenible sería el reciclaje de nutrientes y materia orgánica mediante su aplicación al suelo. Sin embargo, la materia orgánica de estos materiales puede modificar el comportamiento de los plaguicidas aplicados en el suelo ya que como es sabido su presencia influye en la adsorción, degradación y lavado de estos compuestos en el suelo.

En este trabajo se estudio el efecto de la presencia de lodos y lodos más fertilizante nitrogenado y fosfatado en el suelo sobre el proceso de adsorción de un fungicida

Thiram: Disulfuro de tetrametilthiram ($C_6H_{12}N_2S_4$) es un fungicida de contacto, de amplio uso en Chile, su solubilidad en agua es 30 mg L^{-1} , presión de vapor despreciable a 20°C y su vida media en suelos es 15 días. Ligeramente tóxico, Grupo IV, pertenece a la clase química: Bisditiocarbamato de etileno. El lodo utilizado fue tomado desde el monorrrelleno de la planta de tratamiento El Trebal de Aguas Andinas, como fertilizante mineral, se usó salitre potásico (KNO_3) y super fosfato triple (SPT). El suelo utilizado corresponde a suelo CHADA (Región Metropolitana, provincia de Maipo), las muestras de los suelos (0-20 cm.) fueron secadas al aire y tamizadas ($< 2 \text{ mm}$). Se utilizó suelo sin tratamiento (suelo testigo), suelo con 100% lodo (19,80 glh/5 kg suelo y suelo 50%F + 50%L (0,90 g KNO_3 y 0,188 g SPT + 9,9 glh/5 kg suelo). Parámetros como: textura, pH, humedad, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica, fueron determinados de acuerdo a métodos descritos (1). Las isotermas de adsorción se obtuvieron tratando 5 g de suelo con 10 mL de soluciones, preparadas en $CaCl_2$ 0,01 M de Thiram, en un rango de concentraciones de 0 a 1000 mg L^{-1} . Las soluciones fueron agitadas en sistema bach por 24 horas. La concentración del fungicida en el equilibrio se obtuvo con la ayuda de un cromatógrafo líquido HPLC, columna Lichrosfer RP-C₁₈, fase móvil AN/H₂O 50:50, velocidad de flujo 1,2 mL/min. La detección de los compuestos se realizó a 220 nm

Resultados encontrados muestran la influencia que el aumento del contenido de materia orgánica encontrada en el suelo tratado, así como el aumento del contenido de metales pesados influyen significativamente en la adsorción de Thiram

Referencias

1. A. Sadzawka. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, serie La Platina N°16 (1990).

Agradecimientos: Al Depto. de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile

INDICE DE AUTORES

Acevedo Patricio	57
Aguirre, Gabriela.....	10
Aguilar, Mirna.....	18
Aguirre, Alvaro.....	43
Ahumada, Inés.....	4,20
Ahumada, Ramón	10, 15,30
Aliaga, Alvaro.....	47
Alvarado, Gerardo.....	48
Alvarado, Pablo.....	6
Alvarez Velásquez B.,	42
Alvear, Marysol.....	9,50,60,66,69
Aravena, Claudia.....	58
Araya-Hernández, C.G.,	35
Arias, Marta.....	49
Astorga, Marcia.....	66
Ayca, Raquel.....	45
Barra, Carolina.....	70
Barrios, Francisco.....	45
Barrientos, Mónica.....	7,19
Belmar, M.	34
Boeckx, Pascal.....	19
Brahim N., Luis.....	39
Bravo C., Cristián.....	60
Borie, B.	60
Bustos S., Francisco.....	16
Cabezas, L.,.....	5
Callejas P.,	53
Campos O., Humberto.....	42
Canzini, P.,	37
Cárdenas, Ricardo.....	33
Carrasco, Alejandra.....	32
Cartes, Paula.....	44
Castillo, A.,.....	23,24,26
Cazanga, Marcia	62
Cea L., Mara.....	61
Chacht A., Mauricio.....	57
Cisterna, Loreto.....	52
Concha, María Cecilia.....	38
Contreras, L., Manuel.....	11, 47
Copaja C. Sylvia.....	36,52,56,63,70
Cornejo J., Jaime.....	4
Cornejo, Lorena.....	45
Cortés, Juan.....	37
Da Silva, Luis.....	14
Diez, María Cristina.....	9,46,58,61,64,65
Donoso, Pablo.....	7
Duarte, María Cecilia.....	40

Espinoza S., Alejandro.....	57
Espinoza, Juan.....	39
Eck, T.....	37
Fuentes, Barbara.....	64
Fuenzalida, Humberto.....	51
Gallardo, Camila.....	32
Gallardo A., Felipe.....	49,58,60
Garcia, Juan Luis.....	18
Granella, Diego.....	63
Gatica, Victor.....	56
Ginocchio, Rosanna.....	48
Godoy, Carmen.....	25
Godoy, Roberto.....	7, 19
González, E.....	30
González-Rojas, Claudio.....	29
González, María Rosa.....	31
González, M.R.....	34
González, Sergio.....	59
Gutiérrez O., Luis.....	14,25
Jara, Alejandra.....	67
Jara A., Gregorio P.,	32,35
Jara, Alejandra.....	67
Iroumé, A.,.....	26
Hasegawa, S.,	34
Hernández T., Carlos.....	5, 40
Hevia S., Manuel.....	25
Hidalgo, María E.,	43
Holben, B.,.....	37
Leiva G., Manuel.....	22,31,32,33,34
Leal López, Hellmuth.....	9
León, Rubén.....	47
Llano, Augusto.....	29
López E., Roxana Sofia.....	50,69
Lovengreen, Charlotte.....	51
Loyola, R.,	28
Luccini, E.,	37
Mancilla, H.B.....	26
Matta, Alicia.....	8
Mattar, Cristian.....	21
Maturana, Pamela.....	8
Mella, Marianella.....	65
Mendez M., Andrea.....	66
Mera G., Eduardo.....	25
Merino, Manuel.....	29
Millaleo, M., Rayen.....	66
Miranda, Heidi.....	27

Molina, Ximena.....	52
Montesinos, Gema.....	31
Mora, María de la Luz.....	44,49,50,67,69
Morales S., Luis.....	14,21,25
Morales S., Raúl G.E.,	22,29,31,32,33,34,35,
Morata, Diego.....	34
Mudge S.M.,	28
Mulsow, Sandor.....	18
Muñoz, Cristina.....	55
Muñoz, Deborah.....	62
Muñoz, Gastón.....	9
Muñoz, Jorge.....	28
Navia, Rodrigo.....	64
Neira, José.....	30
Núñez M., Kareem.....	45
Obando, Marcela.....	31
Ojeda, Nelson.....	57
Olivares A., Gustavo A.	68
Olivares, Karina.....	36
Orrego V., Raúl.....	21
Orellana, Roberto	6,48
Ovalle, Carlos	55
Oyarzún, Carlos	7,19
Palfner, Goetz.....	7
Paredes N., Cecilia	46
Parra A., Juan.....	21
Paulino, Leandro.....	19
Pavez, Osvaldo.....	27
Peña Ahumada, J.,	42
Peralta, Camila.....	41
Pino, Mario.....	18
Pizarro, Jaime,	8
Poblete, Ramiro.....	67
Polve, M.,	34
Quilodran, Karina.....	20
Riadí, M.,	17
Rivas R., Cristina.....	54
Rivas, M.,	37
Robles, Eduardo	39
Rojas, Elisa.....	37
Roa, P.,	17
Romero, I.,.....	5
Rosas F., Analí.....	50, 69
Rubio, María Angélica.....	8
Rubilar, Olga.....	61
Rudolph, Anny.....	10

Saenz Rojas, D.....	42
Sagredo, Priscilla.....	70
Salazar Q., Itilier,	20,53,54
Santander G., Elisa.....	45
Santibáñez, Claudia,	6, 48
Santibáñez, Fernando.....	17
Schacht A., Mauricio.....	57
Schuller, Paulina.....	23,24,26
Seeman, P.,	24
Sepúlveda, Alejandra.....	23
Sepúlveda A., Gastón.....	9
Sepúlveda S., José.....	1
Serey, Italo.....	41
Soto, Ana.....	8
Tapia, P.,	27
Tessada, Roxana.....	59
Tomljenovic N., Marijana.....	38
Toro, Richard.....	22,33
Torres, Arnaldo.....	14
Trumper, Rosa.....	26
Urta Pardo, N.,	17
Valdebenito, M.,	51
Valdivieso, Fernanda.....	56
Valentín C., Cristián.....	49
Vargas, José.....	15
Varnero, María Teresa.....	6
Videla, L.,	51
Wakamatsu, S.,	34
Walling, D.E.	23
Yout, E.	5
Zagal, Rick.....	55
Zapata, Felipe.....	18
Zarzuri, Fidel.....	45
Zuñiga, J.,	30