

Naturalia

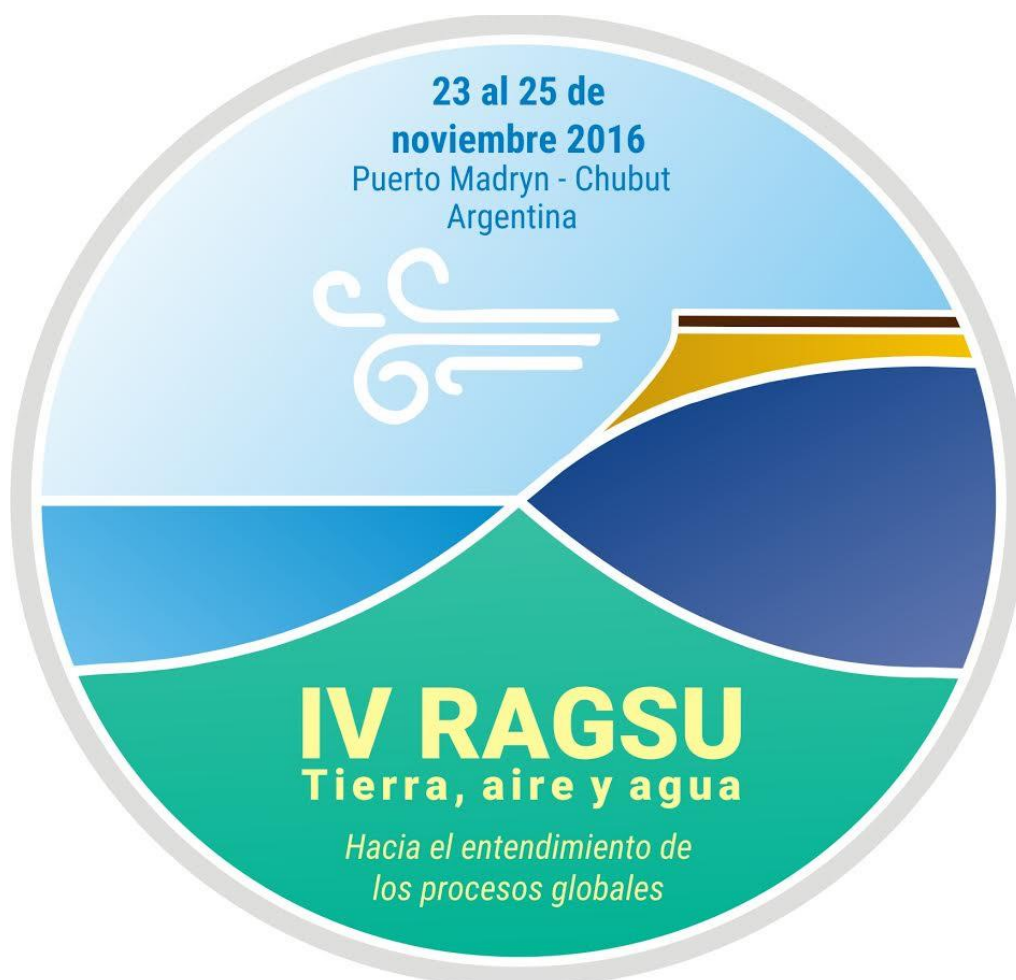
ISSN 0327-8050
ISSN 0327-5272

Patagónica

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO

VOLUMEN 8 (2016)

Libro de resúmenes
IV Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie



NATURALIA PATAGONICA
Volumen 8 – 2016
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Director

Dr. Osvaldo León Córdoba

Secretaria de Redacción

Dra. María Luján Flores

Tesorera

Dra. Mabel Sandra Feijóo

Editor

Dr. Osvaldo León Córdoba

Comité Editor

Dra. Graciela Pinto Vitorino
Lic. María del Rosario Carballo
Dra. Nerina Iantanos
Dra. Mónica Casarosa
Dra. Ofelia Iris María Katusich

Evaluadores

Dr. Lorenzen Sievert
Dra. Estela Lopretto
Dra. Marta Collantes
Dr. Fernando Novas
Dr. Néstor J. Cazzaniga
Dra Susana Inés Bezzi
Dr. Juan Carlos Mallo
Dr. Carlos Passera
Dr. Gabriel Oliva
Dr. Juan Manuel Sayago
Ing. Agr. Antonio D. Dalmaso
Dr. Eduardo Vallarino
Dr. Leonardo Salgado
Dra. Graciela Ferraro

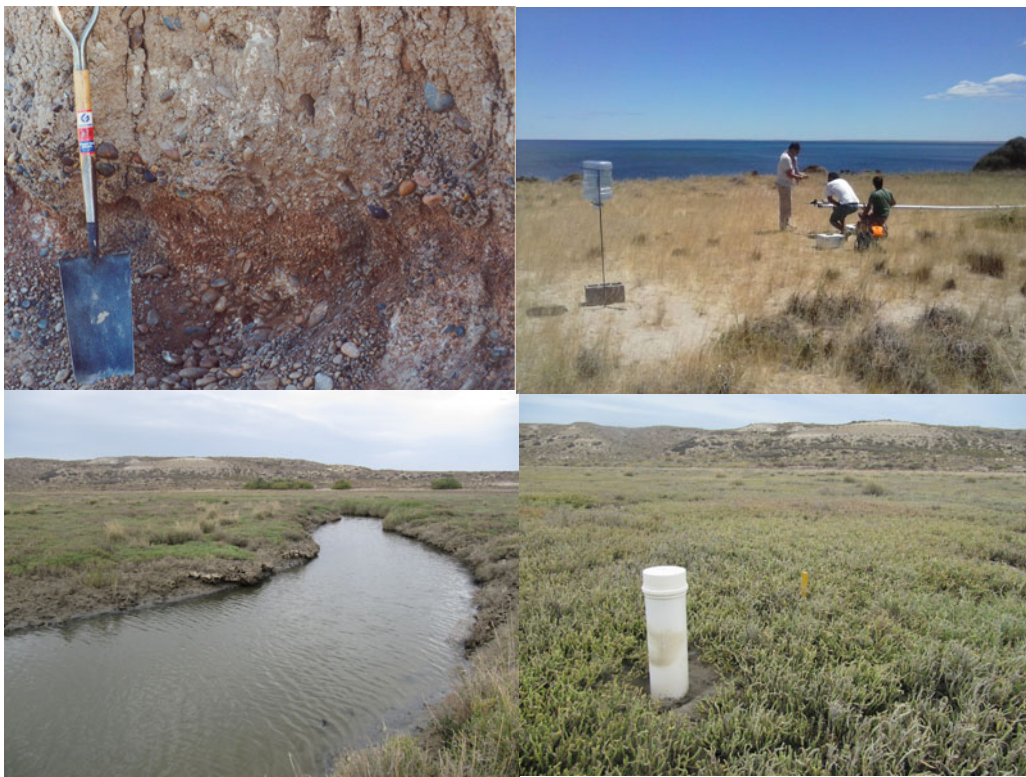
Dra. Mirta Arriaga
Dra. Claudia Anesini
Dra. Martha Gattuso
Dra. Susana Gattuso
Dra. Cristina de Villalobos
Dr. Carlos Arturo Stortz
Dr. Diego Pol
Dr. Daniel Delamo
Dra. Ana María Giuliatti
Dra. Isabel Moreno Castillo
Dra. Ana Salazar
Dra. Laura Beatriz López
Dra. Mirta E. Valencia
Dra. Milka Brodtkorb

Dr. Arturo Tabeada
Lic. Gabriel M. Martín
Dr. Marcelo F. Tejedor
Dra. Alicia Boraso
Dra. María Cecilia Rodríguez
Dr. Eduardo A. Musacchio[†]
Dra. Nilda Weiler
Dra. Ana M. Srur
Dr. Raúl A. C. González
Prof. Fernando Videla
Dra. Julieta Gomez Otero
Dra. Teresita Montenegro
Dra. María Cristina Matulewicz



Libro de resúmenes

IV Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie





Prólogo

IV° Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (IV RAGSU).

Bajo el lema: Tierra, aire y agua: hacia el entendimiento de los procesos globales, la nueva edición de esta reunión tiene lugar en Puerto Madryn (Chubut, Argentina), entre el 22 y el 28 de noviembre de 2016.

Nos resulta trascendente continuar con la iniciativa generada en el año 2009, por investigadores que veían la necesidad de abrir un espacio de reflexión en temas que conectan las ciencias de la tierra, del agua, de la atmósfera. En Córdoba primero, en donde se celebró la I° RAGSU, Bahía Blanca luego (II° RAGSU), Mar del Plata con la III° RAGSU, paso a paso se renueva un diálogo fecundo entre investigadores interesados en las relaciones humanas con su entorno.

Teniendo en cuenta su importancia nacional e internacional, en esta IV° RAGSU nos proponemos generar un ambiente propicio para la interacción entre colegas, colaborando con el crecimiento de las distintas disciplinas asociadas a la geoquímica de la superficie. En esta Reunión nuevamente se darán cita profesionales de distintos cometidos (geólogos, biólogos, químicos, oceanógrafos, hidrólogos, agrónomos, ingenieros ambientales, geoquímicos, meteorólogos, físicos, profesionales de la salud, etc.). Entre los objetivos principales podemos mencionar la identificación de problemas ambientales a escala local, regional y/o global; la evaluación de impactos antrópicos y posibles remediaciones de los mismos; el análisis de la geoquímica de superficie desde diversos puntos de vista: isotópica, analítica, biogeoquímica, sedimentaria, pedológica, ambiental, experimental, marina e hidrogeológica. Si bien la presentación de trabajos orales y posters, la exposición de conferencias magistrales, los cursos de actualización serán los mecanismos formales para esta interacción, apostamos también a las relaciones interpersonales como agregados fundamentales.

Esperamos que su participación en la IV° RAGSU así como su estadía en nuestra zona sea fructífera desde todo punto de vista.

Comisión Organizadora



Instituciones organizadoras

I P E E C



CONICET

CESIMAR



CONICET





IV RAGSU

Auspiciantes

AGENCIA



chubut | Superando
GOBIERNO | límites



HONORABLE LEGISLATURA
Provincia del Chubut


Puerto Madryn
Naturaleza **muy cerca**
SECRETARÍA DE TURISMO Y DEPORTE

ente mixto madryn
de promoción turística

SECRETARÍA DE CIENCIA
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA
DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT



Comité organizador

Presidente: José Luis Esteves (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Vice Presidente: Pablo José Bouza (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Secretario: Américo Iadran Torres (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Tesoreros: Mauricio Faleschini (CESIMAR-CENPAT-CONICET), Erica Giarratano (CESIMAR-CENPAT-CONICET), Estela Cortés (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Comité editorial y científico

Augusto C. Crespi Abril (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

María del Pilar Álvarez (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Yanina Lorena Idaszkin (PEEC-CENPAT-CONICET)

Américo Iadran Torres (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Comité Asesor

Pedro Depetris (CICTERRA, CONICET)

Jorge Marcovechio (IADO, CONICET)

Daniel Martínez (UNMdP)

Vocales:

Augusto C. Crespi Abril (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Carmen Marinho (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Ileana Ríos (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Liliana Vazquez (UTN-FRCH)

María Pia Di Nanno (UTN-FRCH)

María Elena Lizurume (CENPAT-CONICET)

Paula Gambino (CENPAT-CONICET)

María del Pilar Álvarez (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Yanina Lorena Idaszkin (IPEEC-CENPAT-CONICET)

Yoko Miyashiro (CENPAT-CONICET)

Rodrigo Hernández Moresino (CESIMAR-CENPAT-CONICET)

Marta Commendatore (CESIMAR-CENPAT-CONICET)



Contenido

Resúmenes Conferencias Plenarias	13
Writing a Scientific Article and Submitting to the Right Journal	14
Sustainable Water Resources Management	14
El Accidente de Aznalcóllar: historia de una restauración inacabada	15
Avances en los estudios de SGD en Sudamerica Atlántica.....	16
Ríos esenciales	17
Resúmenes Mesas Redondas	18
Mesa Redonda "Polvo atmosférico y su rol sobre la productividad primaria en el mar: estado actual y perspectivas futuras de las líneas de investigación en argentina"	19
¿Qué sucede cuando el polvo atmosférico toca el agua?: interacción entre el zooplancton y el material particulado.....	19
Caracterización de los sedimentos del lecho marino y su posible vinculación con el polvo atmosférico: el Golfo San José como caso de estudio	19
Síntesis del estado del conocimiento sobre nutrientes del Mar Argentino y el posible aporte del polvo atmosférico a la temática	20
Modelado del transporte eólico de polvo de origen patagónico	20
Estudios sobre el polvo atmosférico en la región Patagónica: concentración, granulometría y composición elemental	21
Mesa Redonda "Interacción continente-mar: isótopos como herramienta para el estudio de las aguas superficiales y subterráneas"	22
Isótopos de Gases Nobles como trazadores ambientales en estudios hidrológicos. Su utilidad y posibilidad de aplicaciones en Argentina.....	22
Isótopos ambientales como herramienta para el estudio de las relaciones aguas subterráneas – aguas superficiales.....	22
El sistema hidrogeológico como un continuo continente – mar: metodologías de estudio en ambientes litorales contrastantes	23
Interrelación aguas superficiales – aguas subterráneas en la región costera del Río de la Plata	23
Modelado de la interacción agua superficial-subterránea en ambientes continentales	24
Processos químicos e de transporte de água subterránea associados a um sistema lagunar costeiro	25
Resúmenes Extendidos	26
Aplicación del estudio de la comunidad vegetal a la prospección geoquímica superficial en la Cuenca Neuquina, Provincia de Mendoza, Argentina.....	27
Caracterización hidroquímica e isotópica en el sistema de la laguna del plata, Córdoba, Argentina	33



IV RAGSU

Deposición de metales pesados a un suelo de bosque caducifolio a través de la caída de material senescente.....	38
Determinación de la concentración de aniones y cationes disueltos en muestras de precipitación total colectadas en la ciudad de Salta, Valle de Lerma	43
Distribución espacial y movilidad potencial de metales en el estuario de Bahía Blanca utilizando el esquema de fraccionamiento en cuatro etapas “BCR” y aplicando herramientas quimiométricas	48
El fraccionamiento de aluminio en suelos forestales del ecotono de tierra de fuego (Argentina) como indicador geoquímico de procesos edafogénicos y ambientales	53
Estudio de la distribución del CH ₄ y CO ₂ en profundidad de un sector del Bajo Delta del río Paraná	58
Evaluación de la meteorización mineral en una pequeña cuenca de altura a través del análisis de la fase acuosa, Sierra de Comechingones, Córdoba, Argentina.....	63
Evaluación de propiedades químicas de suelos en establecimientos hortícolas del cinturón verde bonaerense.....	68
Importancia de los minerales accesorios en el control de la química del agua del acuífero pampeano en la provincia de Buenos Aires	73
Principal Component Analysis (PCA) to the study of levels and congeners distribution of PCBs in soils and sediments from the southwest of Buenos Aires province	78
Prospección microbiológica por radioisótopos en la cuenca neuquina.....	83
Prueba piloto de un sistema biorremediador de aguas y suelos contaminados con metales pesados: módulo depurador vegetal	88
Records of organochlorine pesticides DDT, HCH, PeCB and HCB in the southwest of Buenos Aires Province, Argentina.....	93
Relación entre ¹⁸ O del agua y el contenido de NO ₃ , como herramienta metodológica para analizar su concentración en un arroyo del sudeste bonaerense	98
Remoción de fluoruros en solución por dolomías de la zona de Olavarría, provincia de Buenos Aires	102
Valoración de parámetros geoambientales del río San Luis provincia de San Luis Argentina	107
Variaciones en la hidrogeoquímica a lo largo del río Agrío Inferior, Neuquén.	112
Resúmenes Cortos	117
Actividad de 222-Radón y concentración de Lantánidos en agua de la cuenca del Río Chubut, Patagonia Argentina.....	118
Bioacumulación de metales en dos marismas de <i>Sarcocornia perennis</i> del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina).....	119
Bioacumulación de metales pesados en la macrófita flotante <i>Limnobiium laevigatum</i> : su potencial uso como tecnología de fitorremediación en aguas contaminadas.	120



IV RAGSU

Bioacumulación de metales pesados en mejillines <i>Brachidontes rodriguezii</i> del sudoeste bonaerense.....	121
Cambios en la especiación del As: desde cenizas volcánicas andinas a sedimentos loésicos de la llanura Chaco Pampeana.....	122
Caracterización de comunidades microbianas en biofilms de sedimentos marinos portuarios y enmiendas para biorremediación.....	123
Caracterización de la fracción fluorescente de la materia orgánica disuelta en la microcapa superficial y su relación con la columna de agua en la zona interna del Estuario de Bahía Blanca.....	124
Caracterización hidrológica de agua de ambiente periglacial	125
Caracterización hidroquímica e isotópica en el sistema de la Laguna del Plata, Córdoba, Argentina.....	126
Características hidroquímicas y de suelo en dos cuencas serranas con diferente cobertura vegetal (Sierras Grandes, Córdoba, Argentina)	127
Carbohidratos extracelulares en sedimentos colonizados por matas microbianas y su relación con la presencia de metales en el estuario de Bahía Blanca (Argentina).....	128
Carbon biogeochemical cycling from an isotopic standpoint: the role of fishes in estuarine saltmarshes.....	129
Composición química de la materia orgánica disuelta en la zona de conexión Pacífico-Atlántico.	130
Contenido total de compuestos organoclorados (OCP's) y metales en suelos de intensa actividad agrícola. Tramo Córdoba Capital-Inrville.....	131
Descargas submarinas de aguas subterráneas en el Refugio de Vida Silvestre "La Esperanza", Patagonia Argentina.....	132
Determinación de la concentración de aniones y cationes en muestras de precipitación total colectadas en la ciudad de Salta, Valle de Lerma	133
Determinación de metales y caracterización físico-química de los sedimentos costeros de Monte Hermoso (Prov. Bs As, Argentina).....	134
Determination of metals in bottom sediments of Doce River after the breaking of a tailings dam.....	135
Dinámica de metales pesados en la fracción particulada de la zona de deslizamiento de una playa arenosa del sudoeste bonaerense	136
Disponibilidad de fósforo en suelos hidromórficos de marismas patagónicas	137
Dissolved and Particulate Organic Matter in Bahía Blanca estuary, Argentina - SW Atlantic.....	138
Distribución de hierro y metales traza en sedimentos del río Agrío (Neuquén, Argentina) a lo largo de su gradiente natural de pH.....	139
Distribución de metales totales en sedimentos del estuario de Bahía Blanca y su relación	140



IV RAGSU

Distribución espacial y movilidad potencial de metales en el estuario de Bahía Blanca utilizando el esquema de fraccionamiento en cuatro etapas “BCR” y aplicando herramientas quimiométricas	142
Distribución vertical de hierro, metales traza y ácidos húmicos en los sedimentos del lago ácido natural Caviahue, Neuquén, Argentina.....	143
Efecto de las matas microbianas en la distribución de metales en sedimentos intermareales.....	144
El efecto de la cuenca en el transporte de materiales continentales hacia la zona costera marina	145
El efecto del pH sobre la capacidad de retención de fósforo en sedimentos de un río con un gradiente natural de pH.	146
El fraccionamiento de aluminio en suelos forestales del ecotono de tierra de fuego (Argentina) como indicador geoquímico de procesos edafogénicos y ambientales	147
El uso de bandas térmicas para la detección de eventos de transporte eólico de sedimentos a ambientes marinos en Patagonia.	148
Elementos potencialmente tóxicos y biomoléculas en sedimentos de la laguna costera Santa María La Reforma (Sinaloa, México).....	149
Especiación y biodisponibilidad de metales en ambientes costeros con impacto antrópico contrastante en la Cuenca del Plata, Argentina	150
Estado trófico de la zona costera del sector medio del Estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina).....	151
Estudio de la descarga de agua subterránea y su influencia en la zona costera marina en un sitio sin presencia de agua dulce superficial (Estancia Santa Elena – Chubut)	152
Estudio de la distribución del CH ₄ y CO ₂ en profundidad de un sector del Bajo Delta del río Paraná	153
Estudio de la influencia antropogénica en depósitos sedimentarios acuáticos del Arroyo Las Catonas.....	154
Estudio de la ocurrencia de precipitados evaporíticos en función de las características hidrogeomorfológicas en la marisma de Playa Fracasso	155
Estudios preliminares de la remoción de Amoxicilina por nanocompuestos Mt-carbón.	156
Evaluación de la calidad de sedimentos de la cuenca Matanza Riachuelo mediante el uso de índices multielementales	157
Evaluación de la distribución espacial de metales como herramienta de monitoreo en sistemas estuariales. Caso estudio: estuario de Bahía Blanca.....	158
Evaluación de la meteorización mineral en una pequeña cuenca de altura a través del análisis de la fase acuosa, Sierra de Comechingones, Córdoba, Argentina.....	159
Evaluación de la toxicidad de metales traza en agroecosistemas adyacentes al parque industrial de Tandil a través de la prueba de captación del rojo neutro.	160



IV RAGSU

Evaluación de organismo centinela, <i>Eisenia fetida</i> , expuestos en suelos contaminados con Pb y su efecto en función del tiempo.	161
Evaluación de parámetros bioquímicos en <i>Ramnogaster arcuata</i> como indicadores de contaminación marina por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en el Estuario de Bahía Blanca	162
Evaluación de propiedades químicas de suelos en establecimientos hortícolas del cinturón verde bonaerense.....	163
Evaluación del potencial de generación de acidez y fases portadoras de metales pesados en la Mina Concordia, Salta.	164
Evaluación del uso de Berilio-7 para estimar erosión de suelos en zonas agrícolas de la región semiárida de la Argentina	165
Evaluación del uso potencial de <i>Spartina densiflora</i> en prácticas de fitorremediación de suelos contaminados por metales en un marisma patagónica	166
Evidencias hidrogeoquímicas de las variaciones del nivel del mar producto de los cambios climáticos ocurridos durante el Cuaternario. Caso de estudio en el acuífero semiconfinado del litoral del Río de la Plata, Argentina.....	167
Factores que condicionan la presencia y estabilidad de piritita framboidal en los sedimentos de un arroyo afectado por efluentes industriales.....	168
Geoquímica del agua subterránea somera y su relación con el funcionamiento hidrodinámico. Estudio de caso en un sector de la planicie costera del Río de la Plata medio	169
Geoquímica del Li y As en el salar de Olaroz, Puna de Jujuy. Resultados preliminares.....	170
Geoquímica urbana en el área Metropolitana de Buenos Aires: metales en partículas atmosféricas sedimentables, sedimentos viales y suelos urbanos	171
Geoquímica y propiedades magnéticas de un Haplustol típico bajo distintos usos.....	172
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) en especies ictícolas del Estuario de Bahía Blanca	173
Hidrogeoquímica del agua superficial y subterránea somera en un sector industrial de la planicie costera del Río de la Plata (Argentina).....	174
Hidrogeoquímica del río Agrio Inferior, provincia de Neuquén.	175
Impacto antropogénico en la hidroquímica del agua superficial y subterránea en los humedales de los ríos Atuel y Salado, provincia de La Pampa.....	176
Importancia de los minerales accesorios en el control de la química del agua del acuífero pampeano en la provincia de Buenos Aires	177
Isotopic Niche and Ontogenetic Variation of Argentine Hake, <i>Merluccius hubbsi</i> , from Southeast Brazil.....	178
Lineamientos de Acción para la Mejora Ambiental del Pasivo Minero de Milluni, Vertiente Occidental de la Cordillera Real, Bolivia.....	179
Materia orgánica disuelta y metales lixiviables de suelos del partido de Avellaneda.....	180



IV RAGSU

Materia orgánica soluble en agua y metales asociados de sedimentos provenientes de áreas contrastantes de la cuenca Matanza Riachuelo	181
Mecanismo de control de la concentración de flúor en aguas subterráneas de la región de Bahía Blanca, Argentina	182
Metals in slope sediments from an offshore oil and gas exploration area, the Potiguar Basin, NE Brazil.....	183
Modelización de la pluma de estiércol en un suelo con alta carga de residuo orgánico.....	184
Partición geoquímica de metales en sedimentos por el Método BCR en la marisma de la Bahía de San Antonio, Argentina	185
Perfil de Zn en las distintas fases geoquímicas del sedimento luego de un prolongado período de sedimentación en el Riachuelo. Efecto de la presencia de plantas palustres	186
Principal Component Analysis (PCA) to the study of levels and congeners distribution of PCBs in soils and sediments from the southwest of Buenos Aires province.....	187
Procedencia y fisicoquímica del agua asociada a estromatolitos vivos en el río Maquinchao, provincia de Río Negro. Argentina	188
Procesos de biodegradación de TBT en sedimento superficial de una planicie de marea, Puerto Rosales (Argentina).	189
Procesos geoquímicos que controlan la distribución y concentración de metales en una marisma afectada por residuos mineros. San Antonio Oeste, Argentina	191
Procesos tipo fenton en aguas acidas naturales (Lago Caviahue)	192
Prospección geoquímica superficial y su relación con variaciones en la comunidad vegetal local, Cuenca Neuquina, Provincia de Mendoza, Argentina	193
Prospección Microbiológica por Radioisótopos en la cuenca Neuquina	194
Prueba piloto de un sistema biorremediador de aguas y suelos contaminados con metales pesados: módulo depurador vegetal	195
Records of DDT, HCH and other organochlorinated pesticides in the southwest of Buenos Aires Province, Argentina.....	196
Relación entre 18O del agua y el NO ₃ , como herramienta metodológica para analizar su concentración en un arroyo del sudeste bonaerense	197
Remoción de fluoruros en solución por dolomías de la zona de Olavarría, provincia de Buenos Aires	198
Suelos del Sitio Piloto Ecotono Fuegoño	199
Tasas de mineralización en bosques de <i>Nothofagus pumilio</i> intervenidos de Tierra del Fuego....	200
Transferencia de metales pesados a un suelo de bosque caducifolio a través de la caída de material senescente.....	201
Trophic ecology of marine catfishes (Ariidae) off the northern coast of Rio de Janeiro, Brasil.	202



IV RAGSU

Valoración de parámetros geoambientales del río San Luis, San Luis - Argentina	203
Variabilidad espacial de la concentración de Cd, Cu, Pb y Cr en el material particulado en suspensión y algunas fracciones del plancton en el Estuario de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.	204
Variabilidad espacio-temporal de las concentraciones de oxígeno disuelto en Bahía Ushuaia y Canal Beagle (Tierra del Fuego)	205
Variabilidad geoquímica y magnética de sedimentos de cauce del río Suquía (Córdoba, Argentina): técnica de extracción secuencial	206
Variación estacional y espacial de metales particulados en el estuario de Bahía Blanca. integración en un SIG	207
Variaciones de procesos geoquímicos en sistemas acuáticos por acción de fenómenos climáticos o ambientales: análisis de series temporales de datos	208
Variaciones geoquímicas en las aguas ácidas del Volcán Copahue asociadas al inicio del ciclo eruptivo 2012-2016	209
Variación en la forma de la hoja de <i>Cressa truxillensis</i> en relación a la concentración de metales en el suelo	210
Variación temporal de la concentración de material particulado en la región norte de Patagonia.	211



IV RAGSU

Resúmenes Conferencias Plenarias



IV RAGSU

Writing a Scientific Article and Submitting to the Right Journal

Jim LaMoreaux

This talk outlines the steps required in the process of writing a scientific article and then explains each one in more detail. These include why write for journal publication, what's involved in preparing a manuscript, what advice or help should you seek, and what are the pitfalls of writing, revision and rejection. The other aspects involve what steps to take in selecting the right journal and how to make the final decision.

Sustainable Water Resources Management

Jim LaMoreaux

This conference covers the current and projected world situation. A holistic approach to managing the problem is presented. Selected projects performed by PE LaMoreaux & Associates Inc. are discussed as examples of how the situation has been dealt with in the past and the present and how they can be utilized to develop plans for sustainable water management in the future.



El Accidente de Aznalcóllar: historia de una restauración inacabada

Peinado, Francisco José Martín; Aragón, Manuel Sierra; García Carmona, Minerva; Martínez Garzón; Francisco Javier

Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada (España)
fjmartin@ugr.es

El accidente de la mina de Aznalcóllar (Sevilla, España) es considerado el mayor vertido minero ocurrido en Europa y uno de los más importantes del mundo. En 1998, la rotura de la balsa de acumulación de estériles vertió al río Guadiamar unos 6 millones de m³ de aguas ácidas y lodos con altas concentraciones de metales pesados y arsénico, afectando a más de 4600 hectáreas de suelos principalmente agrícolas. En los años siguientes, se realizó un plan de restauración que implicó la retirada de lodos y suelos altamente contaminados, la aplicación extensiva de enmiendas, y la fitoestabilización de la zona afectada, concluyendo con la creación del Corredor Verde del Guadiamar. Durante los últimos 18 años, se han venido realizando seguimientos regulares y labores de mantenimiento en la zona, pese a lo cual, hoy en día sigue habiendo zonas residuales de contaminación. Estas zonas se encuentran dentro del Corredor Verde y se identifican por la presencia de parches diseminados en los que no crece ningún tipo de vegetación, lo que pone de manifiesto la existencia de una contaminación persistente que genera un riesgo potencial de dispersión al resto del ecosistema. En este trabajo se presenta un resumen de la contaminación producida por el vertido de la mina de Aznalcóllar, incluyendo el seguimiento de la movilidad y biodisponibilidad de los contaminantes, la evolución de las propiedades de los suelos, y el grado de recuperación de la zona afectada tras las medidas de remediación aplicadas. Igualmente se presentan los resultados de los últimos estudios realizados en las zonas residuales de contaminación que persisten en el área 18 años después del accidente, incluyendo tratamientos de biorremediación, ensayos de movilidad de contaminantes y bioensayos de toxicidad, con los que se pretende evaluar el riesgo potencial de dispersión de la contaminación en la zona y proponer medidas de remediación que supongan la recuperación integral del área afectada.

Palabras clave: Suelos, arsénico, metales pesados, remediación



Avances en los estudios de SGD en Sudamerica Atlántica

Luis Felipe H. Niencheski:

Laboratorio de Hidroquímica. Fundación Universidad de Río Grande. Río Grande, Brasil.

A descarga de água subterrânea (SGD, subterranean groundwater discharge) é um processo definido como qualquer entrada de água em um corpo hídrico superficial, através da interface sedimento – coluna de água (Fig. 1.1), independente da composição e origem do fluido advectante ou das forçantes do processo. Historicamente, o relato da existência da SGD data de muitos séculos atrás, quando o geólogo romano Strabo (vivo de 63 a.C até 21 d.C.) descreveu uma fonte submarina de água doce a 2,5 milhas da costa de Latakia (Síria), próximo a Ilha de Aradus, no Mar Mediterrâneo. Outros registros históricos expõem sobre a coleta de água potável por comerciantes de Bahrain em fontes submarinas do Golfo Pérsico e sobre a utilização de fontes costeiras para banhos por povos Etruscos, na atual região da Toscana, costa oeste da Itália. Cientificamente, no entanto, a descarga de água subterrânea foi ignorada por muitos anos, em função de ser considerada como um processo de difícil acesso e biogeoquimicamente insignificante. Hoje, sabe-se que embora não seja visualmente tão óbvia quanto a descarga de água superficial (i.e., efetuada por rios e lagoas), a descarga de água subterrânea pode ocorrer diretamente no mar em qualquer local em que exista uma conexão entre os limites marinhos e um aquífero. Essas formações subterrâneas, que reservam grandes quantidades de água, podem se estender por distâncias consideráveis da costa, formando pontos de descarga no oceano. Assim, o caráter persistente e espacialmente difuso da SGD somado à elevada concentração de elementos dissolvidos no fluido advectante, tornam esse processo biogeoquimicamente importante, como vem sendo demonstrado nas duas últimas décadas para os mais diversos locais do mundo. Para este trabalho que considera os avanços dos estudos da SGD no lado Atlântico da América do Sul, serão considerados os estudos de SGD na Venezuela e Guiana. No Brasil, em Recife, Salvador, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo. No sul do Brasil. Na Argentina. Por fim, no Uruguai, Niencheski e colaboradores produziram os primeiros resultados de SGD durante uma expedição realizada em 2016. Para uma região do Atlântico que possui imensa contribuição de água superficial, como o Rio Amazonas e Prata, o estudo da SGD se impôs como grande exportador de macro e micronutrientes para a região de plataforma e, conforme atuais estudos sustentam, para o oceano aberto também.



Ríos esenciales

Pedro J. Depetris

Academia Nacional de Ciencias, Avda. V. Sarsfield 229-249, 5000 Córdoba

Los ríos han jugado un rol especialmente trascendental en el desarrollo de la humanidad, considerándolos siempre como una manifestación estética de la naturaleza y aún como objeto de análisis filosóficos. Sin duda, han sido imprescindibles en la provisión de agua dulce, de proteínas y como vías para la exploración y el transporte; “ríos de vida” es una expresión que revela sencillamente el estrecho vínculo entre los cursos de agua y el vigor que insuflan en los procesos biológicos asociados con ellos. En el mundo moderno, son funciones significativas la irrigación, la generación de energía, el empleo ciudadano y el control de las inundaciones. En la corteza terrestre, los ríos son elementos esenciales, productos directos de la interacción de las cuatro esferas: hidrosfera, litosfera, biosfera y atmósfera. Aunque en términos volumétricos comparativos, no resulten especialmente significativos en el ciclo hidrológico (~0,5% del total del agua planetaria, ~1,39 10⁹ km³), la transferencia de agua desde los continentes hacia los océanos constituye un eslabón fundamental en la dinámica hídrica del planeta. En tal sentido, son eficientes sensores de las modificaciones climáticas al exhibir, sobreimpuesta a la variabilidad hidrológica estacional, variaciones interanuales o de frecuencia más prolongada que les confieren una señal climática que debe ser estudiada a fin de justipreciar posibles cambios futuros. En el ciclo exógeno, son los agentes más importantes del desgaste cortical, transfiriendo sedimentos (~19 Gt a⁻¹) y sales disueltas (~3,8 Gt a⁻¹) hacia los océanos, como una respuesta directa a la meteorización física, biológica o química de las rocas. Desde hace décadas, el universo científico se encuentra en la búsqueda una teoría que explique la tipología geoquímica de los cursos de agua. Puede decirse ahora que ese objetivo se ha logrado; así como los ríos constituyen un fiel reflejo de la dinámica climática, también lo son en el plano de la geoquímica superficial y, por ende, del impacto indeseable del desarrollo, al ser aún el camino más habitual elegido por la humanidad para transferir desechos hacia el mar.



IV RAGSU

Resúmenes Mesas Redondas



Mesa Redonda "Polvo atmosférico y su rol sobre la productividad primaria en el mar: estado actual y perspectivas futuras de las líneas de investigación en argentina"

Coordinador: Augusto C. Crespi Abril

¿Qué sucede cuando el polvo atmosférico toca el agua?: interacción entre el zooplancton y el material particulado

Rodrigo J. Gonçalves

Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET) Bvd. Brwon 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina 9120

El aporte eólico en el océano de partículas originadas en el continente puede tener diversos efectos en los ecosistemas acuáticos. En el mar argentino, la interacción de dichas partículas con organismos planctónicos es virtualmente desconocida. Las partículas entran en el ecosistema pelágico al hacer contacto con el agua y continúan distintos caminos a partir de ahí que pueden involucrar transformaciones derivadas de factores tanto físicos como biológicos. En esta presentación se describen los métodos y enfoque que utilizamos para estudiar las potenciales interacciones entre el zooplancton y este material del continente, y sus implicancias para los ecosistemas marinos de Patagonia.

Palabras clave: Zooplankton, interacciones tróficas, material particulado, ciclos biogeoquímicos, tiempo de residencia, capa superficial de mezcla, zona eufótica

Caracterización de los sedimentos del lecho marino y su posible vinculación con el polvo atmosférico: el Golfo San José como caso de estudio

Rodrigo Hernández Moresino

Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET) Bvd. Brwon 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina 9120

El transporte de polvo atmosférico desde zonas áridas hacia el océano puede ser caracterizado según la distancia en que se transporta; el transporte puede ser local de arena y grava (0-10 km desde su origen, ocurriendo a alturas por debajo de los 5 km), regional de limo y arcilla (10-1000 km desde su origen, altura de 5-7 km), o global de partículas más finas de material pelítico (más de 1000 km, alturas por encima de los 7 km). Poco se sabe de cuánto de este polvo puede depositarse en el lecho marino y cómo esto modifica sus características físicas-químicas y la interacción con los organismos bentónicos que lo habitan. Tomando como caso de estudio el Golfo San José, el polvo atmosférico que pueda depositarse en el lecho del golfo



IV RAGSU

depondrán no solo de la intensidad y dirección de los vientos en la zona, sino también de la particular geomorfología y las fuertes corrientes de marea que se originan. Las masas de agua circulan por la boca situada asimétricamente hacia el oeste del golfo, produciendo una hidrodinámica diferencial a los dos lados del mismo, esto sumado a la estratificación térmica estacional de la porción este, y los fuertes vientos predominantes desde el continente que barren gran cantidad de sedimentos, hacen del golfo un lugar ideal para estudiar la interacción de todos estos factores en una escala relativamente pequeña (mesoescala, 20 por 40 km). Se cuenta con datos preliminares de estructura de talla de partículas del sedimento a lo largo de todo el golfo, haciendo uso de un analizador de partículas Master Sizer 2000 (Malvern). Estos datos muestran un comportamiento bimodal del espectro de tallas donde el primer pico (ca. 10 micras) podría estar indicando un aporte continental. Este tópico se discutirá con mayor profundidad durante la mesa redonda.

Palabras Clave: Sedimento marino, golfo norpatagónico, espectro de partículas, aporte atmosférico

Síntesis del estado del conocimiento sobre nutrientes del Mar Argentino y el posible aporte del polvo atmosférico a la temática

Flavio Papparazzo.

Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CENPAT-CONICET).

Los aportes de nutrientes al mar se han interpretado normalmente desde la óptica ríos/corrientes/frentes/contaminación siendo luego consumidos o reciclados en la columna de agua. Actualmente en la oceanografía química se están comenzando a ver otros factores asociados al input y disponibilidad de nutrientes en el mar, tales como la Influencia de los Virus, polvo atmosférico y las Aguas Subterráneas, entre otros. Estos factores no necesariamente tienen efectos de gran envergadura, pero podrían explicar fenómenos no explicados por los factores habitualmente estudiados. La investigación de los mares y océanos en Argentina ha estado muy afectada por la falta de iniciativas políticas en ese sentido, y la oceanografía química no fue la excepción. En la última década, el incremento de investigadores y la inyección de presupuesto en ciencia han permitido un primer vistazo integral a la dinámica química de nuestra amplia y rica plataforma continental. En el presente trabajo se hace una breve síntesis del estado del conocimiento sobre las fuentes nutritivas del Mar Argentino y se discute el posible aporte del polvo atmosférico a la temática.

Palabras Clave: Oceanografía química, productividad primaria, Patagonia

Modelado del transporte eólico de polvo de origen patagónico

Oscar Frumento

Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CENPAT-CONICET).

Uno de los componentes que conforman los aerosoles minerales es el hierro, que además de ser un importante micronutriente, impacta en el ciclo de carbono y en el contenido atmosférico de de CO₂. Aunque los aerosoles suelen contener partículas de origen antrópico



IV RAGSU

suele denominarse a los aerosoles minerales como “polvo atmosférico”. La mayor contribución de polvo atmosférico proviene de las zonas áridas y desérticas del planeta. La estimación de la distribución global y regional del polvo se realiza por medio de una combinación de observaciones in situ de concentración, “profundidad óptica” y deposición; observaciones con satélites y modelado atmosférico. Si bien, los flujos estimados de emisión de polvo con origen en el sur de Sudamérica son relativamente bajos con respecto a otras regiones, las emisiones de la Patagonia argentina pueden tener un rol de importancia en los ciclos biogeoquímicos sobre la región occidental del océano Atlántico sur. Para afrontar aspectos generales de la emisión, el transporte y la deposición de polvo con origen en la región patagónica se implementó el modelo regional climático RegCM4, que incluye un módulo apropiado para el tratamiento del polvo atmosférico. Se llevaron a cabo diversos experimentos para evaluar no solo aspectos cualitativos de eventos puntuales observados de “tormentas de polvo” sino también como para confeccionar una climatología asociada a el transporte y difusión del polvo sobre el mar argentino. Aunque los resultados que se obtuvieron no permiten cuantificar aspectos de importancia como concentración y deposición seca y húmeda del polvo atmosférico de origen patagónico, los mismos permiten especular sobre la importancia que podrían tener estos últimos en la contribución de la productividad primaria en el océano atlántico sud occidental.

Palabras Clave: Aerosoles minerales, RegCM4, ciclos biogeoquímicos, Atlántico Sudoccidental

Estudios sobre el polvo atmosférico en la región Patagónica: concentración, granulometría y composición elemental

Augusto C. Crespi Abril

Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CENPAT-CONICET).

La Patagonia Argentina se caracteriza por su clima árido y fuertes vientos. Esto conlleva a que esta región sea un foco de emisión de sedimentos continentales hacia ambientes marinos. El principal mecanismo que rige esta emisión es el transporte eólico esto conlleva a que la concentración de polvo atmosférico sea muy variable en el tiempo. Si bien la presencia de polvo atmosférico es permanente en la región patagónica, la misma es muy difícil de monitorear de manera permanente. En este trabajo, se presenta la variación temporal de la concentración de polvo atmosférico de los últimos 13 años en la localidad de Puerto Madryn. A su vez, se describe la composición elemental y la granulometría del mismo. Los resultados presentados serán contextualizados respecto al rol que juega el polvo atmosférico en los ciclos biogeoquímicos del Océano Atlántico Sudoccidental.

Palabras Clave: Aerosoles minerales, productividad primaria, ciclos biogeoquímicos.



Mesa Redonda "Interacción continente-mar: isótopos como herramienta para el estudio de las aguas superficiales y subterráneas"

Coordinador: Americo Iadran Torres

Isótopos de Gases Nobles como trazadores ambientales en estudios hidrológicos. Su utilidad y posibilidad de aplicaciones en Argentina.

Daniel E. Martinez

Laboratorio de Hidrología del Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario - Universidad Nacional de Mar del Plata. CONICET. Mar del Plata, Argentina.

Los gases nobles He, Ne, Xe, Kr y Ar tienen diferentes isótopos, tanto estables como radiactivos, y como consecuencia de la solubilidad de los gases en el agua, los mismos son utilizados como trazadores con diferentes propósitos en estudios hidrológicos. Una de las aplicaciones más difundidas y promisorias es la determinación de tiempos de residencia del agua subterránea cubriendo un amplio rango de edades. La determinación de ^3He permite juntamente con la del ^3H datar aguas jóvenes, al igual que la del ^{85}Kr , mientras que determinaciones de ^{39}Ar permiten datar entre 500 y 200 años, periodo no alcanzado por el ^{14}C , y la determinación de ^{81}Kr permite datar aguas de hasta millones de años, extendiéndose mucho más allá del rango del ^{14}C . Por último el ^4He ofrece la posibilidad de estimar edades desde 50 y hasta cientos de miles de años. Sin embargo pocos laboratorios en el mundo pueden determinar estos gases y sus isótopos, las técnicas de muestreo son complejas o muy complejas y los costos elevados. Según esto su aplicabilidad en nuestro medio debe ser objeto de análisis y consideración ¿en qué casos podría ser de real utilidad?

Isótopos ambientales como herramienta para el estudio de las relaciones aguas subterráneas – aguas superficiales

Cristina Dapeña

Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET -UBA). Buenos Aires, Argentina.

Las interacciones entre las aguas subterráneas y superficiales son complejas y para entenderlas se deben considerar en relación con factores climáticos, topográficos, geológicos y bióticos y un marco hidrogeológico sólido. Un buen entendimiento de su conectividad es crítico para el efectivo manejo de los recursos hídricos. Es importante comprender y cuantificar los mecanismos de interacción que afectan a los procesos de recarga y descarga, haciendo hincapié en la importancia ecológica y en los impactos humanos de tales interacciones. Los trazadores isotópicos ambientales son una herramienta útil para el estudio



IV RAGSU

de esa relación y proveen medios independientes para corroborar o rechazar información basada en los estudios hidrogeológicos clásicos. Asimismo, han probado ser excelentes indicadores de los patrones espaciales y temporales de esa interacción. Un enfoque multidisciplinario que combine varios trazadores isotópicos (por ej. ^2H y ^{18}O , ^{222}Rn , $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) y químicos tiene la ventaja que pueden revelar diferentes procesos y reacciones.

El sistema hidrogeológico como un continuo continente – mar: metodologías de estudio en ambientes litorales contrastantes

Carol E¹., Tosi L²., Bergamasco A²., Da Lio C²., Donicci S².

¹Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), La Plata, Argentina

²Istituto di Scienze Marine (CNR), Venecia, Italia

Gran parte de las investigaciones hidrogeológicas limitan sus estudios a las áreas continentales sin ir más allá de la línea de costa, sin embargo, esta no es un límite para los sistemas hidrogeológicos. Para mejorar la comprensión de las interacciones entre el agua subterránea y el agua marina dentro del ciclo hidrológico, es esencial que la adquisición de información se efectúe tanto en la parte continental como en el fondo marino, evaluando a estos sectores en un continuo hidrogeológico tierra – mar.

La interacción entre el agua subterránea y marina se manifiesta principalmente por dos procesos, por un lado la descarga de agua subterránea en el fondo marino, y por el otro el ingreso de agua marina en los acuíferos costeros. Las variaciones en el nivel del mar producto del cambio climático ocurrido durante el periodo Cuaternario ocasionan en el sistema hidrogeológico modificaciones en la interacción continente – mar, conforme varía la ubicación de la línea de costa. Las ingresiones marinas cuaternarias pueden quedar registradas tanto en los sedimentos como en el sistema hidrogeológico, y las evidencias de estas paleozonas de interacción entre el agua continental y marina pueden estar en el continente o en la plataforma, dependiendo de si el área es sometida a procesos de subsidencia o levantamiento. Se expondrán una serie de metodología aplicadas en el estudio de la interacción del agua continental y marina en dos ambientes litorales contrastantes, mostrando monitoreos de pozos de exploración efectuados tanto en el continente como en plataforma submarina.

Interrelación aguas superficiales – aguas subterráneas en la región costera del Río de la Plata

Eduardo Kruse

CONICET - Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires, Argentina.

La evaluación de la interacción entre las aguas subterráneas y superficiales con los procesos costeros en condiciones naturales y antrópicas en la costa del estuario exterior del Río de La Plata adquiere una alta relevancia no sólo para el manejo de los recursos hídricos sino también para cualquier planificación de ordenamiento territorial de la región. El conocimiento sobre bases científicas adecuadas en distintas escalas espaciales y temporales mediante un tratamiento integrado del ciclo hidrológico (aguas superficiales – subterráneas - variables



hidrometeorológicas), conjuntamente con la dinámica costera, son fundamentales para llevar a cabo acciones que permitan alcanzar un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico de la región y la necesaria protección de este tipo de ambientes. La asociación de las metodologías clásicas utilizadas en los estudios hidrológicos con el análisis de isótopos ambientales resulta fundamental para lograr los objetivos planteados. Se presentan distintos ejemplos aplicados en las zonas costeras del estuario del Río de La Plata en los cuales se verifica que resulta un ámbito privilegiado para realizar estimaciones hidrológicas a partir de la caracterización isotópica. Se concluye que es una herramienta de mucha utilidad, resultando en muchos casos un complemento imprescindible en la evaluación de las aguas subterráneas y superficiales.

Modelado de la interacción agua superficial-subterránea en ambientes continentales

Andrea I. Pasquini

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016CGA, Córdoba, Argentina.

Las interacciones entre las aguas superficiales y subterráneas juegan un rol significativo en la composición química de los cuerpos de agua. Las aguas superficiales son vulnerables a la cantidad y calidad de descarga de aguas subterráneas que reciben, ya que éstas aportan solutos, nutrientes y contaminantes, y en el caso de las lagunas, influyen en su estado trófico. Diversos enfoques permiten estimar la descarga de agua subterránea en los cuerpos de agua superficial, entre ellos, el uso de trazadores hidrológicos.

El ^{222}Rn es un importante trazador cuyo uso se ha incrementado en las últimas décadas para estimar la descarga de agua subterránea en zonas costeras. Así mismo, algunos modelos basados en balances de masa se han aplicado en ambientes continentales, a fin de cuantificar el influjo de aguas subterráneas en ríos y lagos. Un modelo utilizando ^{222}Rn en el río Paraná medio (Argentina) fue aplicado con el fin de estimar el flujo de agua subterránea en el río y analizar su posible influencia en la asimetría química transversal característica de este sistema. Los resultados indicaron que las aguas subterráneas representan menos del 6% de la entrada total de agua en el río, revelando que la asimetría química es debida a la mezcla incompleta de sus principales afluentes, los ríos Paraguay y Alto Paraná.

En sistemas lacustres el intercambio agua subterránea–superficial es un componente importante para la estimación del balance de nutrientes, la determinación del estado trófico y la predicción de su evolución ecológica. En lagos de la región pampeana argentina estas interacciones no han sido en general cuantificadas. Se contempla la aplicación de modelos que permiten identificar y cuantificar el intercambio agua superficial-subterránea en estos sistemas mediante modelos basados en el uso de ^{222}Rn .



Processos químicos e de transporte de água subterrânea associados a um sistema lagunar costeiro

Luis Felipe H. Niencheski

Laboratório de Hidroquímica. Fundación Universidad de Río Grande. Río Grande, Brasil.

No sistema lagunar costeiro do sul do Brasil, no início dos anos 2000, se fazia necessário estender o conhecimento que se tinha sobre as reações, os processos e as vias de transporte em sedimentos permeáveis.

Nosso objetivo era determinar como os nutrientes e outros elementos traços são transportados e modificados na água subterrânea, em sua zona de mistura água doce – água salgada, ou seja entre a Lagoa dos Patos e o oceano adjacente. Também, queríamos avaliar como os processos biogeoquímicos eram alterados pelas condições hidrológicas forçantes. Ou seja, buscávamos uma estrutura para melhor compreender o transporte e ciclos de nutrientes em sistemas lagunares costeiros, bem como de outros materiais, incluindo a própria água. Assim, necessitávamos ampliar nosso conhecimento sobre a descarga e fluxos da água subterrânea para um ambiente onde o seu papel era desconhecido.

O local de pesquisa, a barreira arenosa adjacente a Lagoa dos Patos, na costa extremo sul do Brasil, foi escolhido em função de um grande número de motivos: (1) resultados preliminares demonstraram que esta região possui condições favoráveis para a descarga de água de subterrânea, pois estudos prévios obtiveram sinais químicos relevantes, bem como taxas de troca; (2) é ainda uma região relativamente não impactada pela atividade humana; (3) possuímos uma razoável experiência sobre esse sistema e (4) estão sendo desenvolvidos no sistema lagunar dois programas PELD, mas, nenhum deles abordando sobre biogeoquímica.

Nosso propósito era identificar relevantes reações e estimar o fluxo de nutrientes e elementos traços. Para a estimativa desses fluxos se fazia necessário o emprego de RADIOISÓTOPOS. Dessa forma, iniciamos os estudos para determinar se a permeabilidade dos sedimentos é uma importante fonte ou sumidouro para os elementos de interesse, quais reações controlam seus comportamentos nos sedimentos e, como os processos são afetados pelas forçantes externas (primeiramente nível de água da Lagoa dos Patos).

O trabalho de campo envolveu instalação de poços, tanto transversal a barreira como ao longo da praia de oceano, instalação de câmaras bentônicas e cruzeiros oceanográficos na região costeira. Os cruzeiros oceanográficos a bordo do NP Atlântico Sul estabeleceram gradientes de isótopos de rádio, tanto de curta como de longa vida, na zona costeira adjacente, para a obtenção de fluxos de SGD. Os resultados informaram um fluxo de SGD de $8,5 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{dia}$ e foi demonstrado que a SGD é uma nova fonte de Fe, ainda desconhecida e, para um ambiente que tem limitância de nitrogênio, a quantidade deste elemento advectado pela água subterrânea ao ambiente costeiro pode suportar uma produção de $3000 \text{ g C m}^2/\text{ano}$. Sendo assim, nenhum estudo sobre processos biogeoquímicos realizados na zona de interação entre continente-oceano pode ser realizado sem levar em conta a SGD.



IV RAGSU

Resúmenes Extendidos



Aplicación del estudio de la comunidad vegetal a la prospección geoquímica superficial en la Cuenca Neuquina, Provincia de Mendoza, Argentina.

Larriestra F.¹, Periale S.², Fasola M.² y Larriestra C.¹.

1. YPF Tecnología S. A.

2. YPF S. A.

E.mail: fernando.larriestra@ypftecnologia.com

Palabras clave: microfugas, hidrocarburos, adsorbidos, butanotróficas.

RESUMEN

El presente trabajo expone los resultados de un prospecto exploratorio de geoquímica superficial realizada en el flanco norte de la cuenca Neuquina, sur de la provincia de Mendoza. Se obtuvieron valores de gas butano libre mediante cultivo de bacterias butanotróficas de suelo (método MOST: Microbial Oil Survey Technique) y mediante la técnica de *Soil Sorbed Gas* (gases absorbidos en suelo) para caracterizar gases de C1 a C4. Conjuntamente se analizaron elementos traza presentes en el suelo mediante fluorescencia de rayos X en busca de elementos asociados con altas concentraciones de butano, a fin de validar el modelo geoquímico. Finalmente, se realizó un estudio de diversidad sobre la comunidad vegetal para analizar la relación entre bacterias butanotróficas y plantas. Se evidenciaron valores bajos de diversidad vegetal y riqueza específica en zonas con anomalías de bacterias butanotróficas, mientras que en zonas no afectadas por gas butano libre, ambos índices aumentaron. Se plantea entonces la posibilidad de una competencia de recursos entre plantas vasculares y bacterias organotróficas por los nutrientes inorgánicos del suelo, que junto a otras alteraciones geoquímicas locales debidas a microfugas, dan como resultado una disminución en la diversidad y riqueza específica vegetal. Este fenómeno puede aprovecharse como un método complementario de prospección hidrocarburífera superficial.

INTRODUCCIÓN

La prospección geoquímica de superficie se fundamenta en que los hidrocarburos generados y luego entrampados en profundidad escapan en cantidades variables pero detectables hacia la superficie. Estas anomalías de compuestos orgánicos volátiles identificables en la superficie (suelo) están relacionados con la ocurrencia de acumulaciones de petróleo y gas. Desde la década del 30 hasta la actualidad las exploraciones petroleras han usado este método de detección de gases para localizar depósitos de hidrocarburos alojados en el subsuelo (Sokolov 1933, Horvitz 1939, Schumacher 1996). Sobre las trampas que conforman los reservorios se producen micromigraciones verticales de hidrocarburos livianos (mayormente desde metano hasta pentano), que ascienden mediante microburbujas en fase gaseosa o solución por el sistema de fracturas y poros de los sedimentos mediante mecanismos de difusión y principalmente efusión hasta alcanzar la superficie, mayormente cuando la saturación de hidrocarburos en poros se acerca al 20% (Tedesco 1995). Estas migraciones poseen componentes que pueden vincularse directamente con el reservorio que las generó.

En su estado natural, la mayoría de los sistemas del suelo abarcan cuatro componentes importantes: partículas minerales, cementos precipitados químicamente, materia orgánica, agua y espacios vacíos. Los hidrocarburos livianos pueden residir en el suelo y sedimentos de diversas formas: como gas libre en la porosidad efectiva, como gas intersticial que se ocluye entre los granos, como gas fijado por adsorción en partículas minerales y materia orgánica o

disuelto en agua capilar, absorbido dentro de los cementos carbonáticos, precipitación de arcillas, óxidos de hierro, silicio, etc. Los gases retenidos y fijados en el suelo representan la acumulación en el tiempo geológico, lo cual no implica la identificación de un flujo actual de gases migrando de un reservorio, como sí sucede con los gases libres en el espacio poral.

En las regiones afectadas por microfugas verticales gaseosas, a su vez, se generan condiciones particulares en la porción edáfica cercana a la superficie, que favorece la proliferación de microorganismos (bacterias organotróficas) que aprovechan estos recursos energéticos orgánicos. La presencia de esta microbiota cuyo metabolismo está fuertemente ligado a la oxidación de hidrocarburos livianos es una herramienta alternativa de prospección hidrocarburífera que ha dado excelentes resultados. La actividad metabólica de estos microbios, tanto por vía aerobia como anaerobia produce cambios en el pH y el Eh (potencial de óxido-reducción) del sistema edáfico, que desencadena la formación de minerales autigénicos como sulfuros de hierro así como carbonatos y óxidos. Distintos tipos de expresión en la vegetación han sido documentados en relación a este fenómeno, tales como patrones anómalos de distribución, variaciones de cobertura vegetal, un determinado cambio en la diversidad específica, patologías de crecimiento y desarrollo, etc. (Vagney et al., 2005; Larriestra et al. 2013). También se han documentado concentraciones elevadas de elementos traza como V, Cr, Mn, Ni, As, Co, Cu, Mo, U, Th, Zn y Pb formando halos, en asociación con reservorios de petróleo (Sikka y Shives 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

El prospecto exploratorio original se trató de una serie de transectas paralelas separadas por 2 km con puntos de muestreo equiespaciados a 500 m, donde se obtuvieron muestras de suelo para análisis de bacterias y gases sorbidos (Figura 1). Los resultados del procesamiento de laboratorio se volcaron en mapas confeccionados mediante el uso de software donde se aplicó un kriging universal.

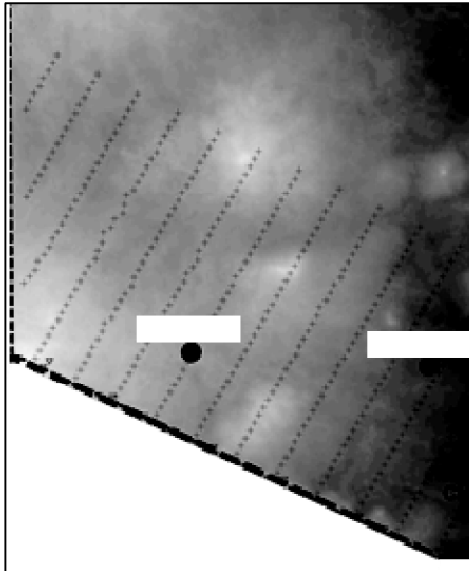


Figura 1. Esquema de puntos de muestreo mediante transectas equiespaciadas. Puntos grandes: pozos

Gases sorbidos SSG (*Soil Sorbed Gas*): desarrollada por Horvitz en 1939, caracteriza gases sorbidos en suelo. Sobre un volumen de suelo extraído se le aplica un biocida, previo a su empaquetamiento. Luego de ejercer una molienda se procedió a eliminar el CaCO_3 vía digestión con HCl . Se depositaron en 2/3 del volumen de un vial para luego analizar el espacio libre (*head-space*). Luego de una purga con N_2 se recuperó el gas para realizarle un análisis por cromatografía gaseosa con un Detector de ionización de flama (FID).

Análisis de bacterias butanotróficas (método MOST): en rigor, se trata de la caracterización del butanol consumido por bacterias, ya que al ser este el primer subproducto de la oxidación de butano por bacterias butanotróficas, es una medida indirecta del consumo de butano por microorganismos edáficos. A partir de 25 g de suelo diluidos en agua destilada y divididos en tres placas con gel agar y n-butanol (fuente de carbono) en medio de sales minerales (nutrientes inorgánicos), se sembró y se dejó una semana de incubación a 30 °C. Finalmente se obtuvo el promedio de las tres placas y se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias/gramo (UFC/g).

Elementos traza: Se identificaron elementos mayoritarios, minoritarios y traza presentes en muestras de suelo tomadas en los mismos puntos donde se realizó el estudio de la vegetación. Se utilizó un equipo fluorescencia de rayos X portátil (Thermo Niton Gold). Las muestras fueron secadas en estufa a 60 °C durante 24 hs. previo a irradiarlas.

Para el mapeo de las anomalías geoquímicas se realizó una transformación gaussiana de los datos mediante el uso del software Surfer 10 a fin de obtener una distribución normal y tornar equiparables aquellos muestreos realizados en distintas campañas y por ende sujetos a variaciones estacionales. Por ende, los valores negativos y positivos corresponderán a conteos bajos y altos respectivamente

Análisis de la comunidad vegetal: Se efectuó un análisis de diversidad mediante la aplicación del índice de Shannon - Weaver (H') (Magurran 2004) y la riqueza específica (S) de la comunidad vegetal presente, para lo cual se trazó una transecta de 30 km de largo de 63 estaciones de muestreo cuadrangulares de 36 m², equiespaciadas por 500 m. La transecta se definió con el objetivo de atravesar zonas con anomalías gaseosas.

RESULTADOS

El mapa de con anomalías de bacterias butanotróficas (Fig. 3) que caracteriza al butano libre no se correspondió exactamente con aquel generado por gases como el butano adsorbido/ocluído (Fig. 2), ya que la detección de gases adsorbidos, a diferencia de las bacterias butanotróficas, no necesariamente refleja el ascenso de gases, sino pulsos de microfugas que han ido quedando fijados en sedimentos a través del tiempo.

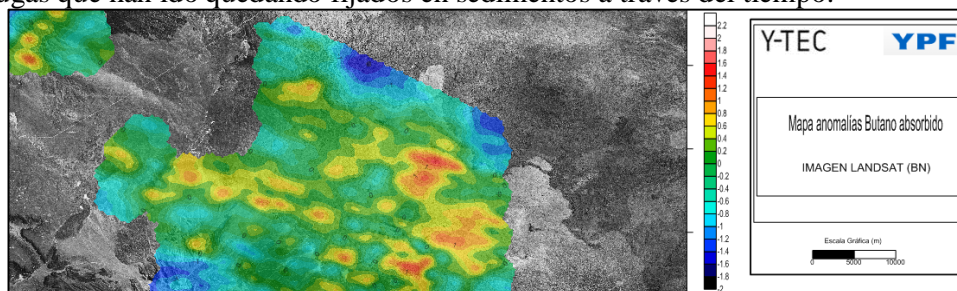


Figura 2. Mapa de anomalías de Butano normalizado

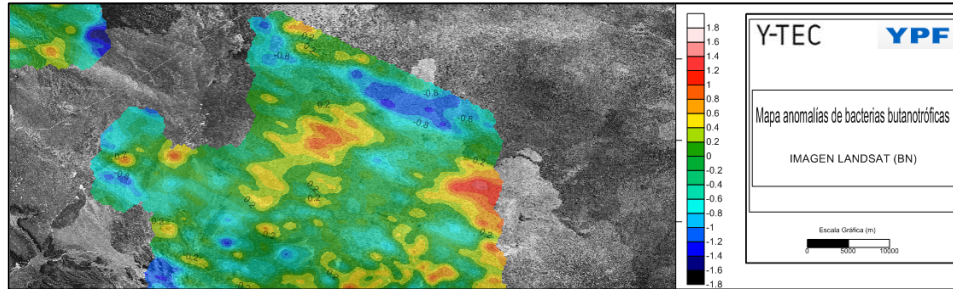


Figura3. Mapa de anomalías de bacterias butanotróficas normalizado.

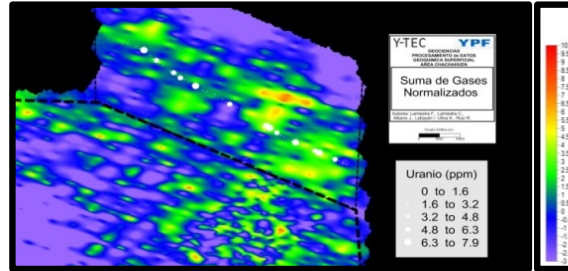


Figura 4. Mapa con valores de Uranio en suelo (ppm)

Los elementos traza como U (Fig. 4), Mo y Ni, se encontraron en concentraciones superiores a la media esperada en esta zona, aunque no se pudo delimitar claramente la presencia de halos rodeando anomalías de gases totales. El análisis de diversidad (H') arrojó valores entre 0,5 y 2,1 y la riqueza (S), entre 3 y 15 para esta comunidad vegetal. Conclusiones

El análisis de la comunidad vegetal reveló una relación de cierto antagonismo entre las anomalías de bacterias y los valores medidos de Riqueza (S) y Diversidad (H'), sugiriendo que el número de especies y la abundancia relativa de los individuos están relacionados inversamente con la existencia de microfugas de gases termogénicos libres consumidos por estos microorganismos (Figs. 5 y 6). Esto llevaría a afirmar que dadas las circunstancias locales particulares del suelo afectado por esta pluma de gases, sólo algunas especies presentes en la comunidad pueden desarrollarse en estos suelos y coexistir con aquellas poblaciones microbianas edáficas que oxidan este recurso orgánico. El consiguiente enriquecimiento en CO_2 de los poros del suelo y el uso de los mismos macronutrientes inorgánicos, entre otras alteraciones del suelo como pH alcalino y disminución del Eh, contribuyen a condicionar y determinar la composición y la estructura del ecosistema de manera particular y medible. Uno de los requisitos adicionales que se debería tener en cuenta al intentar este análisis es evitar aquellos rasgos geomorfológicos que enmascaren el efecto de las microfugas sobre la diversidad, como por ejemplo pendientes abruptas, llanuras de inundación, etc.

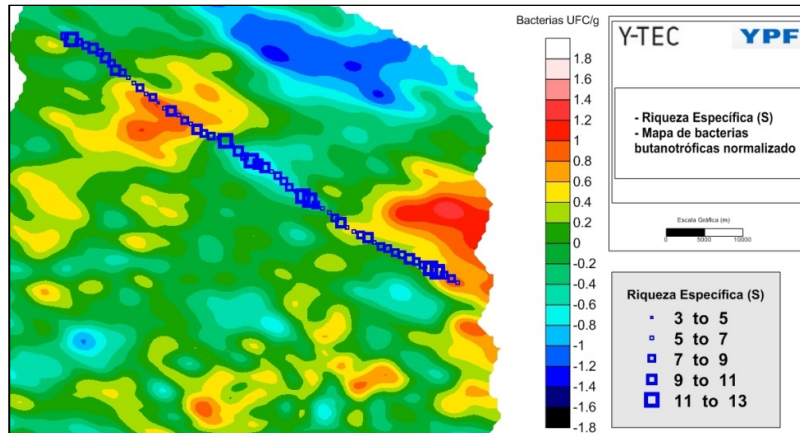


Figura 5. Mapa de bacterias y transecta donde se obtuvo la Riqueza Específica (S).

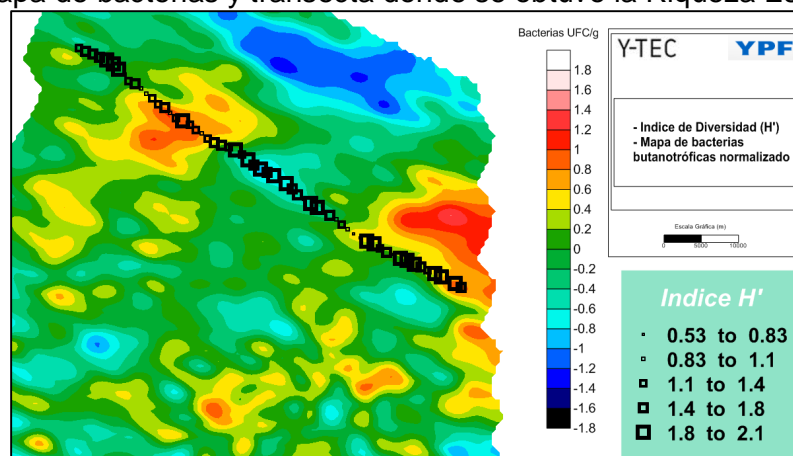


Figura 6. Mapa de bacterias y transecta donde se obtuvo el Índice de Diversidad (H')

De esta manera, el estudio de la comunidad vegetal a partir de índices de diversidad y riqueza puede constituirse como una herramienta complementaria para la prospección geoquímica convencional, ya que al ser bajo su costo de realización y procesamiento de datos, se puede disponer fácilmente de una variable adicional para contrastar con la geoquímica de bacterias organotróficas.

REFERENCIAS

- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity . Wiley-Blackwell. Chapter 4.
- Larriestra F., Larriestra C. N., Lanussol D., and Davies N. 2013. Surface geochemical exploration using bacterial and plant bioindicators, Northern Neuquén Basin, Argentina. Extended abstract. AAPG ICE, Colombia, September 8 - 11, 2013.
- Schumacher, D. 1996. Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments. AAPG Memoir 66, p. 71–89.
- Horvitz, L. 1939. On geochemical prospecting. Geophysics, v.4, p. 210-225.
- Sikka, D. B. y Shives, R. B. 2002. Radiometric surveys of the Redwater oil Field, Alberta: early surface exploration case histories suggest mechanisms for the development of hydrocarbon-related geochemical anomalies. AAPG N° 48, pag. 243-297.
- Sokolov, V. A. 1933. The gas survey as a method of prospecting for oil and gas formations. Technika, NGRI, No.1 February.



IV RAGSU

- Tedesco, S. A. 1995. Surface geochemistry in petroleum exploration. Springer-Science Business Media, BV.
- Vagney, A. A., Souza Filho, C. R. y Almeida Filho, R. 2005. Caracterizaciones de Exudaciones de Hidrocarbonetos na Bacia do Sao Francisco-MG Por Meio de Imagens ASTER Anais XII, S.B.S.R., Goiânia, Brasil.



Caracterización hidroquímica e isotópica en el sistema de la laguna del plata, Córdoba, Argentina

Verena A. Campodonico¹, Cristina Dapeña², Andrea I. Pasquini^{1,3}, Karina L. Lecomte^{1,3}, Carolina Cuña Rodríguez¹, Eduardo L. Piovano^{1,3}

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016CGA, Córdoba, Argentina, vcampodonico@unc.edu.ar

² Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

³Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

PALABRAS CLAVE: GEOQUÍMICA – ISÓTOPOS ESTABLES – LAGO SALINO

RESUMEN

La Laguna del Plata es un pequeño cuerpo de agua (~22 km²) asociado a la Laguna Mar Chiquita (Córdoba, 30°54'S – 62°51'O) en su margen suroeste, donde desemboca el río Suquía. Con el fin de modelar mediante trazadores geoquímicos e isotópicos el aporte de agua subterránea al sistema, se tomaron muestras de aguas superficiales y subterráneas. En este trabajo se presenta un análisis preliminar de los resultados. Las aguas de la laguna son alcalinas (pHs > 8) y salinas (entre 60 mS/cm y 85 mS/cm). El catión dominante es el Na⁺, con concentraciones comprendidas entre 12315 mg/L y 18287 mg/L, en tanto el anión que presenta mayores concentraciones es el Cl⁻ (15320 mg/L – 23457 mg/L), y las aguas se clasifican como cloruradas sódicas. Las aguas subterráneas (pH ~8,5) presentan mayor variabilidad hacia términos sulfatados. En la laguna los valores de δ¹⁸O varían entre -1,6‰ y -0,9‰, en tanto que el δ²H varía entre -7‰ y -2‰, y los excesos de deuterio entre 4‰ y 6‰ indicando una significativa evaporación. Las aguas subterráneas y el río Suquía tienen una composición isotópica más empobrecida en comparación con la laguna y acorde con la precipitación de la región, con excesos de deuterio > 10‰.

INTRODUCCIÓN

La Laguna del Plata (~22 km²) es un pequeño cuerpo de agua asociado a la Laguna Mar Chiquita (Córdoba, 30°54'S – 62°51'O) en su margen suroeste, donde desemboca el río Suquía. La Laguna Mar Chiquita es una extensa laguna salina localizada en el centro de Argentina, alimentada por los ríos Dulce, Xanaes y Suquía. Esta laguna no posee salidas de agua superficial y la principal pérdida de agua se produce por evaporación (Troin *et al.*, 2010). Las reconstrucciones paleoclimáticas realizadas en esta laguna muestran que durante los primeros 75 años del siglo XX prevalecieron los períodos de niveles bajos, intercalados con estadios altos, el último de los cuales se produjo durante los años 1999 y 2005 (Leroy *et al.*, 2010). Los niveles bajos y altos son sincrónicos con la disminución o el aumento de las precipitaciones medias regionales (Piovano *et al.*, 2002). Piovano *et al.* (2002, 2004) señalaron que incluso en los periodos de extrema sequía, la laguna nunca estuvo seca debido al aporte de aguas subterráneas.

Asimismo, como consecuencia de estas fluctuaciones de nivel, se registran variaciones en la salinidad del agua, con valores máximos de 360 g/L (Frank, 1915) y 270 g/L (Martinez, 1991) registrados en 1911 y 1970 respectivamente, y un valor mínimo de 35 g/L medido en 1989 (Martinez *et al.*, 1994). El clima actual en la región es típicamente continental, semihúmedo a semiárido, con una marcada estacionalidad de las precipitaciones (el 80% de las mismas están concentradas entre los meses de octubre y marzo). La temperatura media anual es de 16°C,

con máximas de 40°C en verano y mínimas de 0°C en invierno. Troin *et al.* (2010) también señalaron que la Laguna Mar Chiquita recibe probablemente un considerable aporte de agua subterránea. Sin embargo, en los modelos hidrológicos realizados por estos autores (Troin *et al.*, 2010 y 2012), no se contempla el aporte de agua subterránea al sistema, ni la relación entre la pérdida de volumen de agua de la laguna y la probable interrelación con los acuíferos freáticos. Dapeña y Panarello (2001) estimaron, mediante un balance de isótopos estables, que el aporte de la Laguna Mar Chiquita a los acuíferos adyacentes es despreciable.

La llanura cordobesa aloja un acuífero libre y diversos acuíferos confinados ubicados a distintas profundidades. En la llanura oriental existe una disminución gradual de la profundidad del nivel freático desde el piedemonte (zona de recarga) hacia el este, llegando incluso a aflorar en la periferia de la laguna de Mar Chiquita. En el norte de la provincia, el agua de los acuíferos libres fluye radialmente desde el ámbito pedemontano hacia el E-NE, con evidente zona de descarga en la Laguna Mar Chiquita. Para el caso de los acuíferos confinados, la dirección de flujo del agua es variable, aunque en general se observa una correspondencia importante con las direcciones de flujo del acuífero libre (Blarasin *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

En octubre de 2015 se tomaron 12 muestras de agua de la Laguna del Plata, 1 del río Suquía cerca de su desembocadura en la laguna y 2 de agua subterránea en las inmediaciones de la laguna, una a ~10 cm de profundidad y otra a 5 m b.b.p. Sobre las muestras de agua sin filtrar se midieron pH, Eh, temperatura, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (STD) y alcalinidad.

Las muestras de agua fueron filtradas con filtros de acetato de celulosa de tamaño de poro 0,22 μm y separadas en dos alícuotas. Para la determinación de cationes mayoritarios y elementos traza, las alícuotas fueron almacenadas en botellas prelavadas de polietileno de 15 ml y acidificadas con HNO_3 ultrapuro hasta alcanzar un $\text{pH} < 2$. Las alícuotas para la determinación de aniones mayoritarios se almacenaron en botellas de polietileno de 20 ml, sin acidificar y a 4°C. Para la determinación de isótopos estables, las muestras de agua sin filtrar fueron almacenadas en botellas de polietileno de 20 ml a 4°C.

Los aniones mayoritarios (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Br^- , PO_4^{3-} y F^-) se determinaron por cromatografía de iones en laboratorios de CICTERRA, mientras que los cationes y elementos traza se determinaron con Plasma Inductivamente Acoplado-Espectrometría de Masa (ICP-MS) en ActLabs (Ontario, Canadá). En este último se corrieron un blanco, un estándar y un análisis repetido o duplicado para control del material y validación de los resultados.

Los isótopos estables ^{18}O y ^2H se determinaron por medio de la técnica Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) con un analizador Picarro L2120-i, acoplado a un vaporizador A0211 de alta precisión en laboratorios de GEA-IMASL-CONICET. Se corrieron tres estándares internos del laboratorio y la precisión del equipo es de $< 0.1 \text{ ‰}$ para $\delta^{18}\text{O}$ y $< 0.5 \text{ ‰}$ para $\delta^2\text{H}$. Los resultados se expresan de manera convencional como $\delta \text{ (‰)}$ vs. V-SMOW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidroquímica

Las aguas de la laguna son alcalinas ($\text{pHs} > 8$ y alcalinidades comprendidas entre 237,9 y 353,8 mg/L) y salinas (entre 60 mS/cm y 85 mS/cm). Los contenidos de STD medidos se hallan en concordancia con los valores de conductividad eléctrica (entre 29600 y 40500 mg/L). Los STD son aportados fundamentalmente por los ríos del sistema y su alta

concentración es producto de la acumulación progresiva de sales por un déficit en el balance hidrológico de la cuenca (Dapeña y Panarello, 2001).

Los iones dominantes son el Na^+ y el Cl^- , con concentraciones comprendidas entre 12315 mg/L y 18287 mg/L, y entre 15320 mg/L y 23457 mg/L, respectivamente. De acuerdo a la Figura 1, las aguas se clasifican como cloruradas sódicas en el diagrama de Piper. Por otra parte, las aguas subterráneas exhiben valores de pHs de $\sim 8,5$ y presentan mayor variabilidad hacia términos sulfatados (Fig. 1).

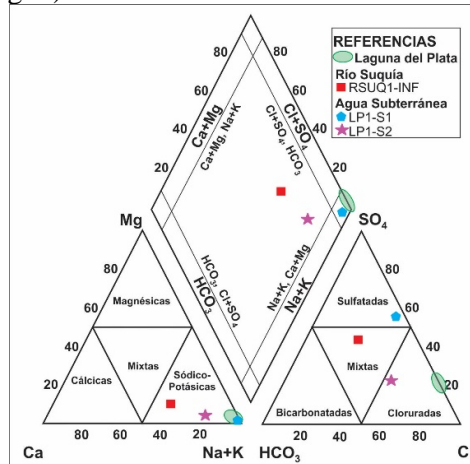


Figura 1. Clasificación geoquímica de las aguas de la Laguna del Plata, río Suquía y aguas subterráneas adyacentes a la laguna.

Caracterización isotópica

En la laguna los valores de $\delta^{18}\text{O}$ varían entre $-1,6\text{‰}$ y $-0,9\text{‰}$, mientras que el $\delta^2\text{H}$ varía entre -7‰ y -2‰ . El clásico diagrama que relaciona $\delta^2\text{H}$ vs. $\delta^{18}\text{O}$ se presenta en la Figura 2, donde se han representado las muestras de este estudio. En el gráfico se encuentran representadas también la “Línea Global de Aguas Meteoricas” (GMWL; $\delta^2\text{H}\text{‰} = 8 \delta^{18}\text{O}\text{‰} + 10$) (Craig, 1961) y la “Línea Meteorica Local” (LMWL) preliminar de la estación Miramar, la cual responde a la ecuación: $\delta^2\text{H}\text{‰} = (7,83 \pm 0,20) \delta^{18}\text{O}\text{‰} + (10,56 \pm 0,96)$; $R^2 = 0,97$ (Dapeña, 2008).

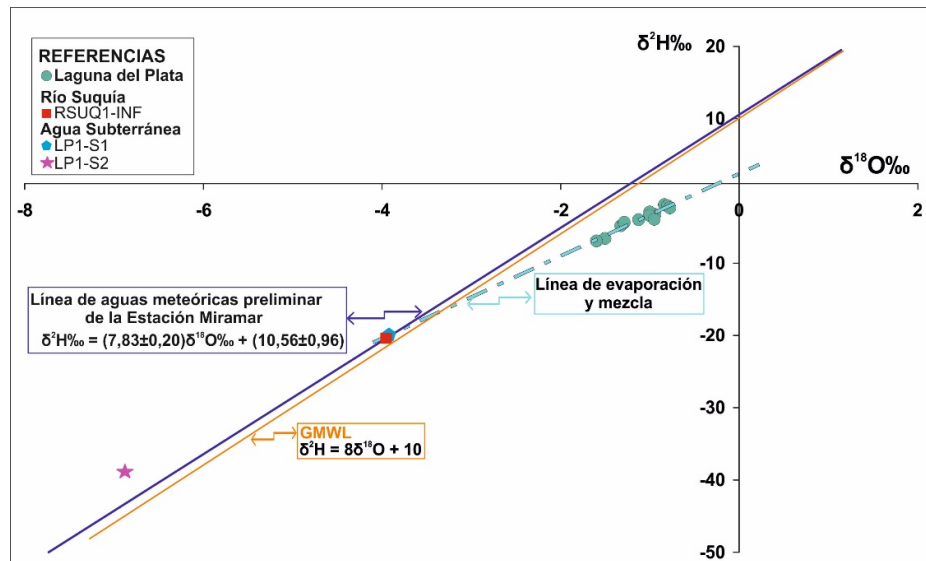


Figura 2. Diagrama $\delta^2\text{H}$ vs. $\delta^{18}\text{O}$ donde se han representado las muestras de la Laguna del Plata, río Suquía y aguas subterráneas adyacentes a la laguna. Se incluyen la Línea Global de Aguas Meteoricas y la línea de aguas meteoricas preliminar de la Estación Miramar.



IV RAGSU

Se observa que todas las muestras de la Laguna del Plata se alinean en una recta de menor pendiente que podrían definir una línea de evaporación y una línea de mezcla. El exceso de deuterio (d) es un parámetro definido por Dansgaard (1964) como $d = \delta^2\text{H} - 8 \delta^{18}\text{O}$, que indica procesos de evaporación del agua. Las precipitaciones continentales presentan generalmente valores de $d = +10\text{‰}$ (Craig, 1961). Las aguas de la Laguna del Plata exhiben valores de d comprendidos entre 4‰ y 6‰ , lo cual indica procesos de evaporación. Dado el aporte del río Suquía a la Laguna del Plata y la conexión existente con la Laguna Mar Chiquita se estima que habría procesos de mezcla. Es decir que la composición de la Laguna del Plata estaría definida por una suma de procesos de evaporación y mezcla. Sin embargo, será necesario completar los muestreos para probar la acción de ambos mecanismos.

Las aguas subterráneas y el río Suquía tienen una composición isotópica más empobrecida en comparación con la laguna. El río Suquía y la muestra de agua subterránea más somera (a ~ 10 cm de profundidad) exhiben composiciones isotópicas similares al promedio de la precipitación ($\delta^{18}\text{O} \sim -4,0\text{‰}$, $\delta^2\text{H} \sim -20\text{‰}$, $d \sim 11\text{‰}$). Por otra parte, el agua subterránea más profunda (5 m b.b.p) es más empobrecida ($\delta^{18}\text{O} = -6,9\text{‰}$, $\delta^2\text{H} = -39\text{‰}$, $d = 16\text{‰}$), aunque también asociada a valores de precipitación registrados en la región.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una caracterización hidroquímica e isotópica del sistema de la Laguna del Plata. Las aguas de la laguna son alcalinas y salinas y se clasifican como cloruradas sódicas, en tanto que las aguas subterráneas presentan mayor variabilidad hacia términos sulfatados. En la laguna los valores de $\delta^{18}\text{O}$ varían entre $-1,6\text{‰}$ y $-0,9\text{‰}$, mientras que el $\delta^2\text{H}$ varía entre -7‰ y -2‰ y los excesos de deuterio están comprendidos entre 4‰ y 6‰ , lo cual indica una significativa evaporación. Las aguas subterráneas y el río Suquía tienen una composición isotópica más empobrecida comparado con la laguna y acorde con la precipitación de la región, con valores de exceso de deuterio $> 10\text{‰}$.

Estudios futuros estarán orientados a modelar cuantitativamente mediante trazadores geoquímicos e isotópicos el aporte de agua subterránea al sistema, así como también determinar la acción de los procesos de mezcla y evaporación en la laguna.

REFERENCIAS

- Blarasin, M., Cabrera, A., Matteoda, E., Frontera, H., Aguirre, M., Maldonado, L., Becher-Quinodoz, F., Giuliano-Albo, J. 2014. Recursos Hídricos Subterráneos. Parte I: Aspectos litológicos, hidráulicos, cambios de régimen y reservas de los principales acuíferos. Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino: 1233-1261.
- Craig, H. 1961. Isotope variations in meteoric waters. *Science* 133: 1702-1703.
- Dansgaard, W. 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus* 16: 436-468.
- Dapeña, C. 2008. Isótopos Ambientales livianos: su aplicación en hidrología e hidrogeología. Tesis Doctoral, Depto de Ciencias Geológicas, FCEN, Universidad de Buenos Aires (inédita). Tesis 4282, 442p.
- Dapeña, C., Panarello, H.O. 2001. Isotopic study of the "Laguna Mar Chiquita", Córdoba, Argentina and its hydrogeological and paleoclimatological implications. En: Use of Isotope techniques in lake dynamics investigations. IAEA - TEC-DOC- Series1206: 7-15. ISSN 1011-4289.
- Frank, H. 1915. Contribución al conocimiento de las Salinas Grandes y la Mar Chiquita de la Provincia de Córdoba. *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería* 3: 91-107.



IV RAGSU

- Leroy, S., Warny S., Lahijani, H., Piovano, E., Fanetti, D., Berger, A. 2010. The role of geosciences in the mitigation of natural disasters: Five case studies. *Geophysical Hazards, International Year of Planet Earth*: 115-147.
- Martinez, D.E. 1991. Caracterización geoquímica de las aguas de la Laguna Mar Chiquita, Provincia de Córdoba: Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba (inédita), 284 p., Córdoba.
- Martinez, D.E., Gómez Peral, M.A., Maggi, J. 1994. Caracterización geoquímica y sedimentológica de los fangos de la laguna Mar Chiquita, Provincia de Córdoba: aplicación del análisis multivariante. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49 (1-2): 25-38.
- Piovano, E.L., Ariztegui, D., Damatto Moreira, S. 2002. Recent environmental changes in Laguna Mar Chiquita (central Argentina): A sedimentary model for a highly variable saline lake. *Sedimentology* 49: 1371-1384.
- Piovano, E.L., Ariztegui, D., Bernasconi, S.M., McKenzie, J.A. 2004. Stable isotopic record of hydrological changes in subtropical Laguna Mar Chiquita (Argentina) over the last 230 years. *The Holocene* 14 (4): 525-535.
- Troin, M., Vallet-Coulomb, C., Sylvestre, F., Piovano, E. 2010. Hydrological modelling of a closed lake (Laguna Mar Chiquita, Argentina) in the context of 20th century climatic changes. *Journal of Hydrology* 393 (3-4): 233-244.
- Troin, M., Vallet-Coulomb, C., Piovano, E., Sylvestre, F. 2012. Rainfall–runoff modeling of recent hydroclimatic change in a subtropical lake catchment: Laguna Mar Chiquita, Argentina. *Journal of Hydrology* 475: 379-391.



Deposición de metales pesados a un suelo de bosque caducifolio a través de la caída de material senescente

Antía Gómez-Armesto^{1*}; Claudia Campillo-Cora¹; Paula Pérez-Rodríguez¹; Julio Escobar²; Manuel Arias-Estévez¹; Juan Carlos Nóvoa-Muñoz¹

Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, 32004 Ourense, España.

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC- CONICET), B. Houssay 200, Ushuaia, Argentina.

*angomez@uvigo.es

PALABRAS CLAVE: biomasa senescente, metales pesados, *Quercus robur*, suelo

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado la contribución del material senescente durante el año 2015 mediante la deposición de Cu, Zn, Ni y Cr desde la atmósfera al suelo de una parcela de bosque caducifolio dominada por *Quercus robur* y situada al NO de Ourense (España). Los flujos mensuales de biomasa senescente son máximos en los meses correspondientes a las estaciones de caída habitual de hojarasca en especies caducifolias del hemisferio norte (otoño e invierno) y difieren significativamente de los obtenidos para primavera y verano. El flujo anual de caída de material senescente fue de 396.6 g·m⁻², del mismo orden que valores obtenidos en otros trabajos. La distribución mensual de los flujos de metales pesados está claramente influenciada por el patrón de caída de material senescente a lo largo del año, de manera que son máximos en otoño e invierno. Finalmente, los flujos anuales de Cu y Zn (39.1 y 15.4 mg m⁻², respectivamente) son muy superiores a los de Ni y Cr (8.0 y 1.6 mg m⁻²), hecho indicativo del papel esencial que desempeñan Cu y Zn en los organismos vegetales.

INTRODUCCIÓN

Cuando los metales pesados llegan a la atmósfera, bien sean de origen natural o antropogénico, pueden transformarse en otras especies, ser transportados lejos del foco de emisión y/o depositarse sobre la superficie terrestre. La deposición atmosférica constituye el mecanismo más importante para la llegada de elementos traza a la superficie de los ecosistemas terrestres. Es por este motivo que la atmósfera es un compartimento ambiental clave en el transporte global de metales pesados (Fostier et al. 2003).

En los ecosistemas forestales, el dosel forestal tiene una gran influencia en la transferencia de metales pesados al suelo por su capacidad de interceptación y retención temporal de las partículas que constituyen la deposición atmosférica seca (De Schrijver et al. 2007). La eficiencia de retención de contaminantes aumenta a medida que lo hace el área superficial (foliar) y el periodo de exposición (Rea et al. 2002). Una vez que se produce la caída de biomasa senescente al suelo, se ponen en funcionamiento los procesos de descomposición de la materia orgánica propiciando la liberación de los metales pesados presentes en el material senescente. Concretamente en los suelos forestales, los principales procesos de entrada de metales pesados biodisponibles son la deposición atmosférica directa y la caída de biomasa senescente. Sin embargo, los metales pesados depositados sobre los doseles forestales o asimilados por la planta también pueden llegar al suelo procedentes del pluviolavado y del escurrido de tronco.

La cantidad de material senescente caído afecta directamente a los flujos de metales pesados que se depositan desde la atmósfera a la superficie de los suelos y, como consecuencia de ello, a la acumulación de estos contaminantes en los ecosistemas terrestres (Richardson y Friedland 2016). Por biomasa senescente o material senescente se entiende todo aquel material que se

deposita sobre la superficie del suelo como consecuencia del fin del ciclo fenológico de la planta, en el que se incluyen hojas, ramitas, semillas, líquenes, frutos, flores, etc.

La contribución del material senescente a la acumulación de metales pesados en suelos forestales ha sido objeto de numerosos trabajos, especialmente en el entorno de fuentes puntuales de emisión de metales (centrales térmicas, cementeras, fundiciones, etc.). Sin embargo, existen pocos estudios que evalúen la contribución de la caída de material senescente a la acumulación de metales pesados en suelos alejados de focos de contaminación antrópica.

El principal objetivo de este trabajo es cuantificar los flujos mensuales de biomasa foliar senescente y de metales pesados (Cu, Zn, Ni y Cr) en una parcela boscosa dominada por roble (*Quercus robur*) durante el año 2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de bosque donde se desarrolló el estudio, durante el año 2015, se ubica en las proximidades de O Carballiño (NO Ourense, España), a más de 100 km de distancia de fuentes antrópicas puntuales de emisión de metales pesados (centrales térmicas, cementeras, fundiciones, etc.). Para el año 2015, la temperatura media fue de 14.3 °C y la precipitación total fue de 659.2 mm, repartidos mayormente entre los meses de octubre y marzo. La vegetación forestal de la parcela está dominada por la especie caducifolia *Quercus robur* (roble), con una cobertura de la superficie de la parcela superior al 80 %, lo cual permite una distribución uniforme de los colectores, independientemente de la posición puntual de los árboles. En la parcela (0.1 Ha) se instalaron 11 colectores de material senescente de forma cónica con una superficie de recogida de 2376 cm² cada uno. Los colectores se dispusieron a 1 m sobre el nivel del suelo. La periodicidad de toma de muestra fue mensual. El material recolectado en campo se secó en una estufa (cinco días a 35 °C), tras lo cual se pesó y se separó en hojas, ramitas (<0.5 cm de diámetro), misceláneas (semillas, líquenes, etc.) y frutos. El análisis de metales pesados se limitó a las hojas de roble, ya que constituye la fracción mayoritaria de la biomasa senescente y es la que presenta una mayor y más prolongada exposición a las masas de aire. Los análisis se realizaron en un total de 66 muestras de hojas recogidas a lo largo de todo el año 2015. Previamente a su digestión con HNO₃ 70 % en un horno microondas, las muestras de hojas fueron trituradas y finamente molidas con el fin de asegurar su homogeneidad y facilitar el proceso de digestión. En los extractos resultantes se determinaron las concentraciones de Cu, Zn, Ni y Cr mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS). El flujo de deposición de metales pesados (F_{MP}) se calculó como se muestra a continuación:

$$F_{MP} = \frac{[MP]_{mes} * Biomasa_{mes}}{\text{Área total}}$$

Donde:

$[MP]_{mes}$

= concentración de metal pesado (MP) en las muestras de cada mes (mg kg⁻¹)

$Biomasa_{mes}$ = cantidad total de biomasa foliar caída cada mes (kg)

Área total = sumatorio de las áreas individuales de cada colector (m²)

También se realizó un test estadístico Kruskal-Wallis con el programa SPSS Statistics v17 con la finalidad de evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en función de la estación del año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flujo de biomasa foliar senescente

En la *Figura 1* se presenta la distribución mensual del flujo de material senescente caído durante el año 2015, obteniendo un promedio mensual de 33.1 g m^{-2} con un rango entre 0.4 g m^{-2} (marzo) y 135.0 g m^{-2} (enero). En la *Figura 1* también se observa que los periodos de mayor caída de material senescente corresponden con los meses de octubre a diciembre, periodo habitual de caída de hojas en especies caducifolias en latitudes templadas del hemisferio norte. La fuerte caída de biomasa senescente en el mes de enero corresponde con el fin del ciclo fenológico del roble del año 2014. En el mes de mayo se observó un incremento de caída de biomasa foliar (27.9 g m^{-2}) que no se pudo atribuir a una causa concreta.

Estacionalmente, el mayor flujo de deposición de biomasa senescente corresponde al otoño (200.4 g m^{-2}) seguido por el invierno (138.7 g m^{-2}), coincidiendo con la época de máxima caída de material senescente. Ambas estaciones presentan valores significativamente mayores que los de primavera (36.6 g m^{-2}) y verano (21.0 g m^{-2}). El flujo total anual de material senescente caído fue de 396.6 g m^{-2} , del mismo orden que los valores de 493 y 429 g m^{-2} obtenidos en estudios similares (Bou et al. 2015; Jonczak y Parzych 2014).

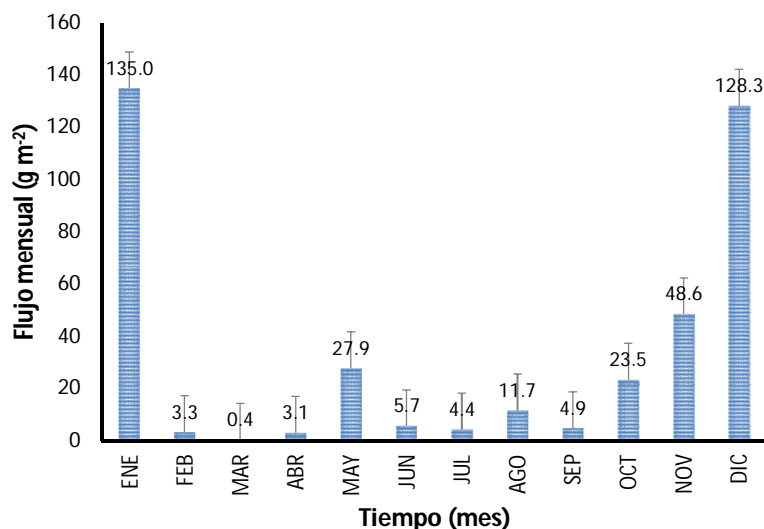


Figura 1. Flujos mensuales de caída de material senescente durante el año 2015.

Flujos de metales pesados

En la *Figura 2* se presenta la distribución de los flujos mensuales de deposición de Cu, Zn, Ni y Cr a través de la caída de material senescente durante el año 2015. Los flujos de deposición de los cuatro metales siguen un patrón anual similar al del flujo de biomasa (*Figura 1*), siendo relativamente constante entre febrero y septiembre y aumentando desde octubre hasta alcanzar su valor máximo en diciembre. En general, los flujos de deposición de metales más altos se corresponden con las épocas de caída de material senescente, concentrándose en otoño e invierno.

Los flujos de deposición de metales pesados durante todo el año 2015, expresados en mg m^{-2} , siguen el siguiente orden: Zn (39.1) > Cu (15.4) > Ni (8.0) > Cr (1.6). Estos resultados difieren cuantitativamente de los obtenidos en otros estudios (Huang et al. 2011; Mora et al. 2012), consecuencia de haber sido realizados en regiones donde las especies que dominan el

dosel forestal y los parámetros climatológicos son sustancialmente diferentes a las del presente estudio, circunstancias que influyen en la dinámica de la caída de la biomasa foliar y en el lavado de los metales depositados en la superficie de las hojas. Concretamente, el trabajo de Huang et al. (2011) se desarrolló en una cuenca forestal de Alemania dominada por píceas comunes, donde la temperatura media anual es de 5 °C y la precipitación acumulada de 1150 mm año⁻¹. Por otro lado, el estudio de Mora et al. (2012) se llevó a cabo en el bosque de laurisilva en las Islas Canarias (España), que presenta una T^a media anual de 14 °C y una precipitación de 800 mm año⁻¹.

El mayor flujo de deposición de Cu y Zn en comparación con los de Ni y Cr es consistente con los flujos observados en los estudios anteriormente mencionados (Huang et al. 2011; Mora et al. 2012), hecho que se podría atribuir al papel de Cu y Zn como elementos esenciales en los organismos vegetales, donde intervienen en numerosos procesos fisiológicos. Además, al no existir ninguna fuente antrópica cercana que aporte dichos metales a la atmósfera y que permita que se depositen sobre el dosel forestal se refuerza esta hipótesis.

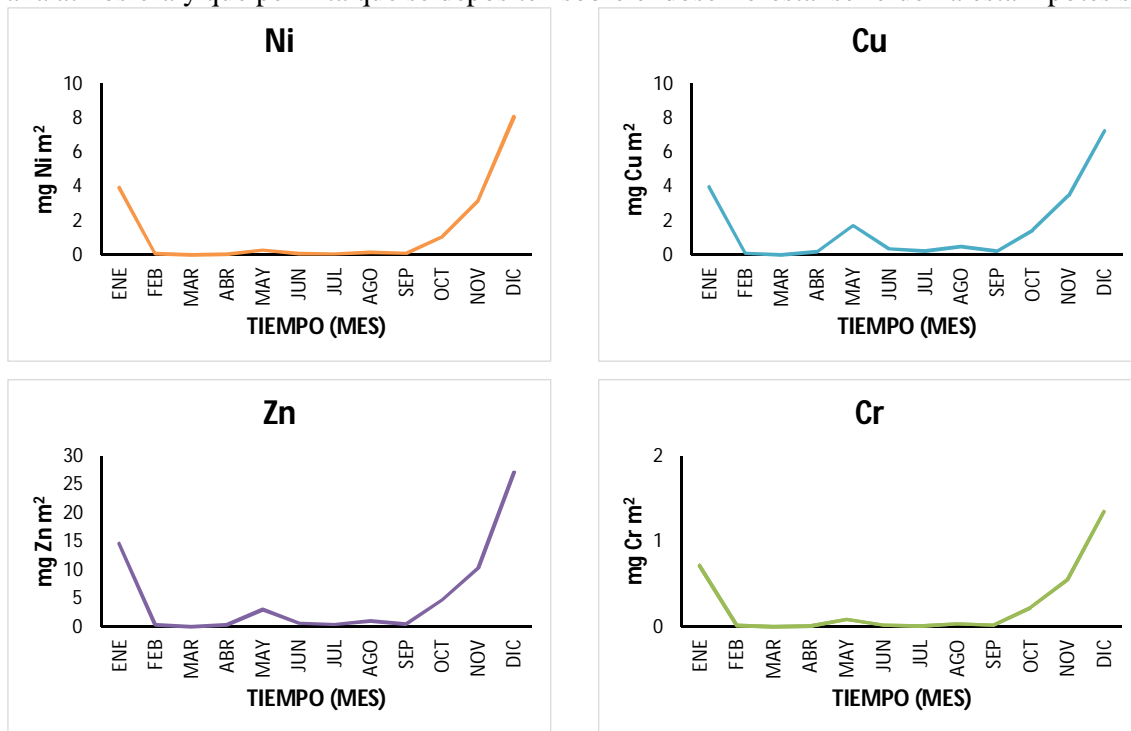


Figura 2. Flujos mensuales de deposición de Ni, Cu, Zn y Cr a través de la caída de biomasa foliar durante el año 2015.

CONCLUSIONES

Los flujos de biomasa foliar senescente contribuyen directamente en la deposición de metales pesados en suelos a través de la caída del material senescente y por lo tanto en su acumulación en los ecosistemas terrestres. En este estudio, los mayores flujos de biomasa obtenidos durante el año 2015 corresponden con otoño e invierno, época de máxima caída de hojas en especies caducifolias en el hemisferio norte. En general, los flujos de deposición de metales pesados siguen un patrón de distribución a lo largo del año similar al de la biomasa, siendo máximos en los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre. Los flujos de Cu y Zn fueron significativamente mayores que los de Ni y Cr, hecho que se podría relacionar con su papel como oligoelementos esenciales en organismos vegetales.



AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado parcialmente por la Agrupación Estratégica CIA (Programa de Consolidación y Estructuración de Unidades de Investigación de la Xunta de Galicia). Paula Pérez Rodríguez ha sido financiada por el Ministerio de Educación del Gobierno de España, MECD FPU AP2010-5250. Antía Gómez Armesto agradece la ayuda predoctoral de la Consellería de Cultura, Educación y Ordenación Universitaria (Xunta de Galicia).

REFERENCIAS

- Bou, J., Caritat, A. y Vilar, L. 2015. Litterfall and growth dynamics relationship with the meteorological variability in three forests in the Montseny Natural Park. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 57(3): 145-159.
- De Schrijver, A., Geudens, G., Augusto, L., Staelens, J., Mertens, J., Wuyts, K. y Verheyen, K. 2007. The effect of forest type on throughfall deposition and seepage flux: A review. *Oecologia*, 153(3): 663-674.
- Fostier, A., Cecon, K. y Forti, M.C. 2003. Urban influence on litterfall trace metals fluxes in the atlantic forest of São Paulo (Brazil). 12^o International Conference on Heavy Metals in the Environment, Grenoble. , 107(1): 491-494.
- Huang, J., Ilgen, G. y Matzner, E. 2011. Fluxes and budgets of Cd, Zn, Cu, Cr and Ni in a remote forested catchment in Germany. *Biogeochemistry*, 103(1): 59-70.
- Jonczak, J. y Parzych, A. 2014. The content of heavy metals in the soil and litterfall an a beech-pine-spruce stand in Northern Poland. *Archives of Environmental Protection*, 40(4): 67-77.
- Mora, J.L., Arbelo, C.D., Rodríguez-Rodríguez, A., Notario, J.S., Guerra, J.A. y Armas, C.M. 2012. The role of metals in soils and accumulation in the laurel forest of La Gomera (Canary Islands, Spain): Preliminary results. *European Journal of Soil Science*, 63(5): 674-684.
- Rea, A.W., Lindberg, S.E., Scherbatskoy, T. y Keeler, G.J. 2002. Mercury accumulation in foliage over time in two northern mixed-hardwood forests. *Water, Air, and Soil Pollution*, 133(1-4): 49-67.
- Richardson, J.B. y Friedland, A.J. 2016. Influence of coniferous and deciduous vegetation on major and trace metals in forests of northern New England, USA. *Plant and Soil*, 402(1-2): 363-378.



Determinación de la concentración de aniones y cationes disueltos en muestras de precipitación total colectadas en la ciudad de Salta, Valle de Lerma

María Romero Orué ^{1*}, Diego Gaiero², Emilce López ¹, Alicia Kirschbaum ¹

¹ Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. 9 de Julio 14 - 4405 Rosario de Lerma (Salta) - Argentina - +54 387 4931755 - *mromeroorue@yahoo.com.ar

² Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales-Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CICTERRA/CONICET-UNC). Córdoba, Argentina

Palabras claves: agua de lluvia, Salta, remoción de partículas, atmósfera

RESUMEN

Se realizó un estudio de la fracción soluble del agua de lluvia de la Ciudad de Salta. El agua de lluvia juega un rol muy importante en la remoción de los componentes solubles en la atmósfera y nos ayuda a entender la relativa contribución de diferentes fuentes de aporte. Las lluvias en Salta se caracterizan por una baja conductividad eléctrica y pH ligeramente ácido. El valor de pH responde a una concentración baja de especies ácidas antrópicas (NO_3^- y SO_4^{2-}), coherentes con el bajo desarrollo urbano de la ciudad. Se registró abundancia de Ca^{2+} que podría estar relacionada a la extracción de carbonato de calcio dentro del valle. Se verificó que durante el período seco las partículas de polvo y contaminantes se concentran en la tropósfera baja del valle y luego son incorporadas con las primeras lluvias por procesos que ocurren debajo de la nube (*below-cloud process*). Este proceso de incorporación de partículas al agua define parte de la composición química del agua de lluvia local. Como la ciudad de Salta no registra una contaminación atmosférica significativa ni fuentes de aporte antrópico, este trabajo define la línea de base de la composición química del área de estudio.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones polvo atmosférico-lluvia son muy importantes en la modificación química de las precipitaciones húmedas, ya que éstas constituyen el principal agente de eliminación del polvo en suspensión de la atmósfera (Al-Momani *et al.* 1995). Existen varios procesos a partir de los cuales las partículas secas son removidas de la atmósfera, los principales son: los procesos en la nube (*in-cloud processes*) y debajo de la nube (*below-cloud processes*). El primero remueve las partículas dentro de las gotas de las nubes, sirviendo como núcleos de condensación para la formación de la gota. Este proceso se relaciona usualmente al transporte de contaminantes a grandes distancias. Por otro lado, en los procesos de remoción que se producen debajo de la nube, las partículas secas son capturadas o colectadas debajo de la nube a medida que las gotas de agua de lluvia caen (Seinfeld y Pandis 2006), generando el "lavado" de la atmósfera (García Martínez 2007).

Se considera que el agua de lluvia es, por su naturaleza, ligeramente ácida. Este concepto se basa en el cálculo de pH de un agua pura en equilibrio con la concentración atmosférica global de CO_2 (aproximadamente 350 ppm). Este valor empírico se utiliza generalmente como nivel de referencia, por debajo del cual se habla de "lluvia ácida". La acidez de las precipitaciones está vinculada a la presencia de H_2SO_3 , HNO_3 y ácidos orgánicos. Sin embargo, cuando la atmósfera se carga de especies alcalinas como CaCO_3 y NH_3 gaseoso, estas especies ácidas pueden ser neutralizadas ejerciendo un control en la acidez de las precipitaciones. El pH de las lluvias depende, por lo tanto, de la relativa abundancia de estos ácidos y bases y las reacciones de neutralización entre ellos.



IV RAGSU

La presencia de las especies ácidas NO_3^- y SO_4^{2-} tiene una componente fuertemente antrópica, asociada a la emisión vehicular (Mazzeo y Vilar 2000). El ión Ca^{2+} suele tener un doble origen: antrópico, asociado a la extracción de carbonato de calcio para la fabricación de cal y cemento, y natural, por procesos de erosión física (eólicos). Los elementos aportados por erosión física tienen, indudablemente, las características químicas de los materiales erosionados. Los componentes típicos en la corteza terrestre (suelos y rocas) son los que, generalmente, se asocian a estas fuentes como Al, Fe, Ca, K, Mg, Na (Kaya y Tuncel 1997, García *et al.* 2006).

La ciudad de Salta se ubica al norte del Valle de Lerma (**Figura 1**), una depresión intermontana elongada en sentido meridional. Los sistemas de serranías que delimitan el valle, la Sierra de Lesser al oeste (4800 msnm) y la Sierra de Mojotoro al este (2500 m), tienen rumbos submeridianos y sus elevaciones son de notable asimetría. Esta característica ejerce una marcada influencia sobre los factores climáticos, especialmente las precipitaciones. Regionalmente el clima es templado, marcado por un invierno seco y lluvias intensas durante el verano austral (de noviembre a abril), con una media anual que alcanza los 750 - 800 mm y vientos suaves (de velocidades bajas) con dirección principal NE. La ciudad de Salta concentra el 45% de la población de la provincia, con 615.367 habitantes (Censo 2010). Aunque corresponde a la séptima ciudad más poblada de la República Argentina debe destacarse que todavía corresponde a una urbe de escaso desarrollo, con un discreto avance industrial y un parque automotor pequeño constituido por 250.000 unidades (un vehículo cada 3 personas). Con respecto al desarrollo minero, en los límites del Valle de Lerma se destaca únicamente la extracción de áridos, desde los ríos principales y la extracción de caliza que se realiza en distintas canteras ubicadas principalmente en los Cerros San Miguel al sureste de la ciudad (**Figura 1**), destinada principalmente a la industria de la construcción (Castillo 2011). En Salta se puede observar la influencia que tiene la lluvia como depuradora de partículas de la atmósfera debido a sus características climáticas, principalmente relacionado al desarrollo de un extenso periodo seco durante la estación de invierno, y geomorfológicas, relacionado al sistema de serranías que la encierran.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de agua de lluvia se tomaron con un colector manual ubicado en la ciudad de Salta ($24^{\circ}47'18''$ S y $65^{\circ}25'58''$ O) (**Figura 1**). El equipo se instaló en el techo de un edificio a 5 metros del suelo y a su vez elevado 1,5 metros desde la base del techo, alejado de la influencia del cableado urbano. Las muestras se tomaron durante la estación húmeda (de noviembre a abril) de los años 2010-2011 y 2011-2012. La recolección fue manual y cada muestra representaba un evento de precipitación, descartándose aquellas menores a 5 mm. El colector manual utilizado se construyó con materiales de polipropileno: un pluviómetro de 230 ml de capacidad y un embudo de 32 cm de diámetro. Para obtener la fracción soluble, las muestras se filtraron *in-situ* utilizando membranas descartables Millipore® de 0,45 μm de tamaño de poro y luego se conservaron a 4 °C hasta su análisis. Todo el equipo utilizado fue lavado previamente con HCl diluido 0,1 N y agua bidestilada. Para evitar la contaminación y lograr que la muestra sea representativa de la fracción húmeda, el colector se limpiaba con agua desionizada aproximadamente 1 hora antes de que se produzca el evento. Esto permitió minimizar la concentración de polvo atmosférico (precipitación seca) en el colector de la muestra de agua. A su vez, la muestra era tomada inmediatamente finalizada la precipitación. En cada evento se recolectaron dos alícuotas, una destinada a la determinación de aniones (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) por cromatografía iónica y otra para el análisis de cationes mayoritarios y minoritarios (Na, Mg, K, Ca, Mn) por ICP-MS. El pH y la conductividad eléctrica fueron



IV RAGSU

determinados *in situ*. El análisis por cromatografía de iones con supresión electroquímica de conductividad se realizó en los laboratorios del Instituto CICTERRA-Universidad Nacional de Córdoba, mientras que el análisis por ICP-MS se realizó en los laboratorios de Act-Labs (Ontario, Canadá).

Para la interpretación de los resultados químicos se realizaron, principalmente, comparaciones con investigaciones realizadas en otros lugares del mundo, cálculo de relaciones iónicas y gráficos de variación estacional, poniendo en contexto los resultados con el clima y la geografía-geología local.

RESULTADOS

Se obtuvieron valores de pH y conductividad eléctrica (CE) muy homogéneos para las lluvias medidas. Con la construcción de gráficos de frecuencia se pudo observar que, para los valores de pH, la mayor parte de las muestras (75%) registró valores entre 5,5 y 6,0. El valor de la media aritmética obtenido (5,72) es muy cercano al valor considerado "normal" para las lluvias. Los valores de CE fueron todavía más homogéneos: el 90% de los datos obtenidos se encuentran en el rango de 1 a 20 μScm^{-1} , siendo la media de 9,91 μScm^{-1} . Este parámetro, extremadamente bajo, es el esperado para aguas muy diluidas, con valores cercanos al agua desionizada. A vez se pudo observar que los valores de conductividad fueron similares a los obtenidos en otras investigaciones (*e.g.* Gaiero 1998, García *et al.* 2006).

Con respecto a las concentraciones de cada analito medido y en base a las comparaciones con trabajos realizados en otras áreas del mundo se obtuvo que, los elementos que suelen tener una fuerte influencia antrópica (NO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+}) mostraron una mayor concentración en este estudio que las obtenidas en áreas inhabitadas y remotas, donde se asume que el agua de lluvia tiene una composición prístina (Galloway *et al.* 1982). Pero a su vez fueron menores que las encontradas en ciudades muy grandes y desarrolladas como son Turquía o México (Kaya y Tuncel 1997, Báez *et al.* 2007). Esto refleja una coherencia con los datos obtenidos y el nivel de urbanización e industrialización de la ciudad de Salta.

El efecto de neutralización se calcula por la relación $\text{H}^+(\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3)$. Si la acidez en las precipitaciones es causada por H_2SO_4 y HNO_3 y no es neutralizada, es esperable que la relación sea cercana a la unidad. Valores pequeños indican que existe neutralización de todas las especies ácidas (Kaya y Tuncel 1997). El resultado obtenido en este estudio fue 0,06, lo que indica que las especies ácidas están siendo neutralizadas en su totalidad por la presencia de especies alcalinas, como CaCO_3 y NH_4^+ .

El promedio mensual de las concentraciones no es un dato relevante en lugares donde las precipitaciones no se distribuyen de manera homogénea durante todo el año (Kaya y Tuncel 1997). En el caso particular del Valle de Lerma el 90% de las precipitaciones se concentra en los meses de noviembre a marzo, correspondiendo el 66% a los meses de diciembre, enero y febrero. Aun así, se realizaron gráficos de variación estacional para cada analito medido, que consistieron en diagramas cartesianos con la variación de las concentraciones a lo largo de todo el periodo húmedo. Este análisis permitió visualizar la variación en las concentraciones desde que comienza la estación húmeda, luego de cinco meses de estación seca y su evolución hasta que finaliza el periodo de precipitaciones. Estos gráficos mostraron que, tanto la conductividad eléctrica como los distintos elementos analizados (Na, Mg, K, Ca, Mn, NO_3^- , SO_4^{2-}) evidencian una dilución de sus concentraciones a medida que avanza el periodo húmedo, con concentraciones elevadas en las primeras precipitaciones, en muchos casos muy contrastantes. Algunos ejemplos de estos gráficos se presentan en la **Figura 2**. Esta particularidad era esperable debido a que la ciudad de Salta, por su carácter restringido por las barreras topográficas y sus características climáticas concentra, hacia el final del periodo seco

(agosto-setiembre), polvo en suspensión en la capa baja de la atmósfera claramente visible (Romero Orué 2016).

CONCLUSIONES

Químicamente, las lluvias de la ciudad de Salta se caracterizan por una baja conductividad eléctrica y pH ligeramente ácido, que responden a una concentración baja de especies ácidas antrópicas (NO_3^- y SO_4^{2-}), coherentes con el bajo desarrollo urbano del área de estudio, y a la neutralización total de las especies ácidas.

La elevada concentración de Ca^{2+} se atribuye a la actividad extractiva de carbonato de calcio que se realiza dentro del mismo valle, con direcciones de viento propicias para su distribución.

Evidencias de campo indican que durante el período seco las partículas y contaminantes se concentran en la capa baja de la atmósfera. Los análisis químicos demostraron que luego de las primeras precipitaciones, este material es arrastrado, incorporándose a la composición química del agua de lluvia local. Esto también verifica la importancia de los procesos debajo de la nube (*below-cloud process*) para la incorporación de partículas y modificación de la composición química del agua de lluvia local, particularmente para los elementos.

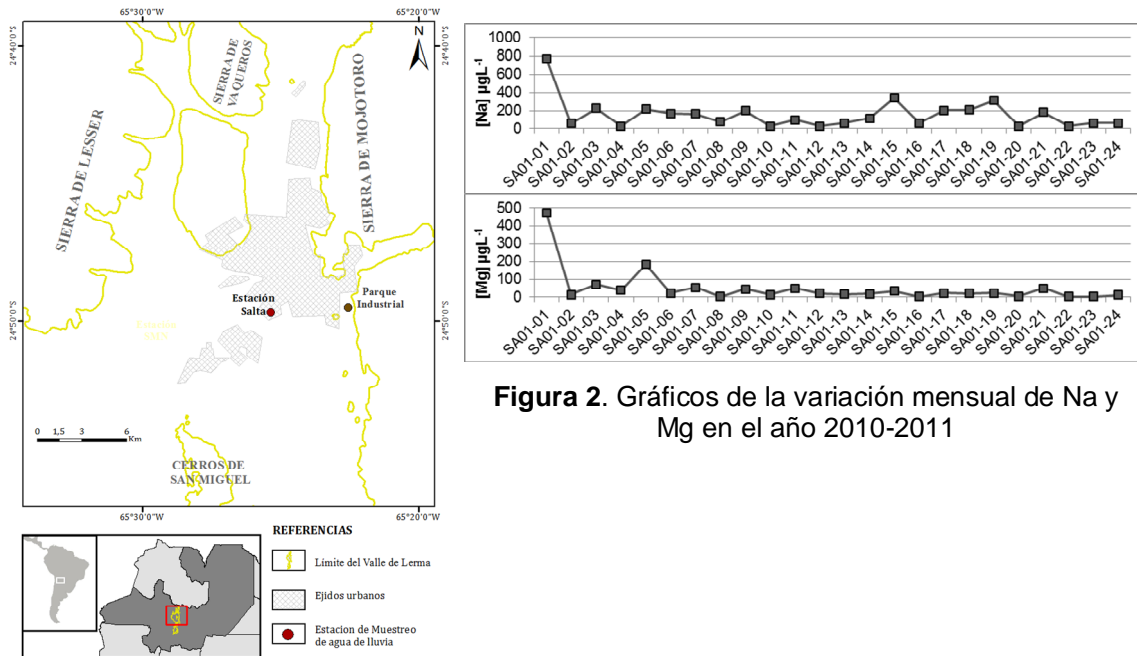


Figura 2. Gráficos de la variación mensual de Na y Mg en el año 2010-2011

Figura 1. Ubicación del área de estudio y límites del Valle de Lerma

REFERENCIAS

Al-Momani, I.F., Ataman, O.Y., Anwari, M.A., Tuncel, S., Köse, C., Tuncel, G., 1995. Chemical Composition of precipitation near an industrial area at Izmir, Turkey. *Atmospheric Environment*, 29 (10): 1131 - 1143.

Báez, A., Belmont, R., García, R., Padilla, H., and Torres, M.C., 2007. Chemical composition of rainwater collected at a southwest site of Mexico City, Mexico. *Atmospheric Research*, 86: 61-75.



IV RAGSU

- Castillo M.L., 2011. Estudios geológico, minero y ambiental de las explotaciones de calizas de los Cerros de San Miguel, La Merced, Salta. Tesis profesional Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 100p. (Inédito)
- Gaiero, D.M., 1998. Hidrogeoquímica de un Sistema de la Región Semiárida: el Río Suquía, Córdoba, Argentina, I Fuentes de Solutos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53 (2): 167 - 186.
- Galloway, J.N., Linkens, G.E., Keene, W.C., Miller, J.M., 1982. The composition of precipitation in remote areas of the world. Journal of Geophysical Research, 87 (11): 8771-8786.
- García Martínez, R., 2007. Determinación de metales pesados en la precipitación pluvial de una zona urbana (Ciudad de México) y de una zona rural (Rancho Viejo, Edo. de México). Tesis doctoral Universidad Nacional Autónoma de México, 179p. (Inédito).
- García, R., del Torres, Ma C., Padilla, H., Belmont, R., Azpra, E., Arcega-Cabrera, F., Báez, A., 2006. Measurement of chemical elements in rain from Rancho Viejo, a rural wooded area in the State of Mexico, Mexico. Atmospheric Environmental, 40: 6088 - 6100.
- Kaya, G. y Tuncel, G., 1997. Trace element and major ion composition of wet and dry deposition in Ankara, Turkey. Atmospheric Environment, 31 (23): 3985 - 3998.
- Mazzeo, N.A. y Vilar, C.T., 2000. Emisiones a la atmósfera de Buenos Aires (Argentina) de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, hidrocarburos y material particulado originados por el transporte automotor de pasajeros. Anales Congressos Brasileiros de Meteorología: 2850 – 2858. Río de Janeiro.
- Romero Orué, M., 2016. El agua de lluvia del norte del Valle de Lerma, Salta: caracterización geoquímica e identificación de posibles fuentes de aporte. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 171 p. (Inédito).
- Seinfeld, J.H. y Pandis, S.N., 2006. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. 2° Ed. John Wiley & Sons, Hoboken, 1225 p., New Jersey.



Distribución espacial y movilidad potencial de metales en el estuario de Bahía Blanca utilizando el esquema de fraccionamiento en cuatro etapas “BCR” y aplicando herramientas quimiométricas

Natalia E. Llamas, Silvana M. Álvarez, Adriana G. Lista, Mariano Garrido, Mónica B. Álvarez, Claudia E. Domini

INQUISUR (UNS-CONICET), Sección Química Analítica – Departamento de Química, UNS Av. Alem 1253 (8000) Bahía Blanca. cdomini@criba.edu.ar

Palabras Clave: Sedimentos, BCR, Tucker3, Estuario de Bahía Blanca

RESUMEN

En las últimas décadas, se ha desarrollado una diversidad de esquemas de fraccionamiento de metales en sedimentos y suelos; y aunque algunos son utilizados ampliamente, ninguno ha sido completamente aceptado por la comunidad científica debido al empleo de distintas secuencias de reactivos o diferentes condiciones experimentales. La Oficina de Referencia de la Comunidad Europea (BCR) inició un programa para armonizar la metodología utilizada, sugiriendo un procedimiento en cuatro etapas que simula el comportamiento de los metales en su medio natural. Los metales asociados a las tres primeras fracciones se consideran provenientes de fuentes antropogénicas, mientras que los de origen litogénico se relacionan con la fracción residual.

El objetivo planteado en este trabajo consistió en realizar un estudio del fraccionamiento de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn empleando el esquema BCR, en 10 sitios de muestreo del estuario de Bahía Blanca (Argentina). Los datos obtenidos fueron analizados mediante un modelo quimiométrico Tucker3 para una mejor visualización e interpretación de los resultados.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de metales, en sistemas marino-costeros, son de gran interés debido a su elevada toxicidad, persistencia y eventual disponibilidad. Además, su presencia puede deberse a procesos naturales o a actividades antropogénicas que se corresponden con el aumento de la población costera y la creciente industrialización, produciendo diferentes tipos de descargas y aumentando la concentración de metales en el medio (Amigo *et al.*, 2012). La actividad fisicoquímica de los metales en sedimentos está regida por las formas de enlace en que aparecen asociados a las diferentes fases geoquímicas, ya que no todas presentan igual impacto en el medio. En la actualidad, es ampliamente aceptado que el estudio de la especiación mediante esquemas de fraccionamiento de metales (EFM), genera mayor información que el simple conocimiento de las concentraciones totales cuando se trata de evaluar origen, movilidad y transporte de los mismos (Chen *et al.*, 2008, Ure & Davidson, 2002, Salomons *et al.*, 1995).

En las últimas décadas, se han desarrollado una diversidad de EFM en sólidos y aunque algunos son utilizados ampliamente, ninguno ha sido completamente aceptado por la comunidad científica debido al empleo de distintas secuencias de reactivos o diferentes condiciones experimentales (Andrade Passos *et al.*, 2010). La Oficina de Referencia de la Comunidad Europea (BCR, por sus siglas en inglés) inició un programa para armonizar la metodología utilizada (Rauret *et al.*, 1999, Rosado *et al.*, 2016) sugiriendo un procedimiento que simula el comportamiento de los metales en su medio natural. En el EFM propuesto, la primera etapa considera la fracción soluble en agua y en ácido (F1), la segunda comprende la fracción reducible (F2) y la tercera etapa tiene en cuenta la fracción oxidable (F3). Los metales asociados a estas tres fracciones se consideran provenientes de fuentes antropogénicas, mientras que los de origen litogénico se relacionan con la fracción residual

(F4), que se agregó a este esquema a partir del requisito de la Organización Internacional de Estándares (ISO) para llevar a cabo la comprobación interna, digiriendo el último residuo con agua regia, o con una mezcla de ácidos fuertes que puede o no incluir al ácido fluorhídrico. La suma de metal extraído en las cuatro etapas del EFM se compara con el contenido de metal obtenido a partir de la digestión de la muestra (Rauret *et al.*, 1999). Actualmente el procedimiento BCR es el único esquema estandarizado y certificado para materiales de referencia (BCR 601 y BCR 701) (Rao *et al.*, 2008).

El objetivo planteado en este trabajo consistió en realizar el primer estudio del fraccionamiento de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn empleando el EFM de cuatro etapas BCR, en el estuario de Bahía Blanca (Argentina).

MATERIALES Y MÉTODOS

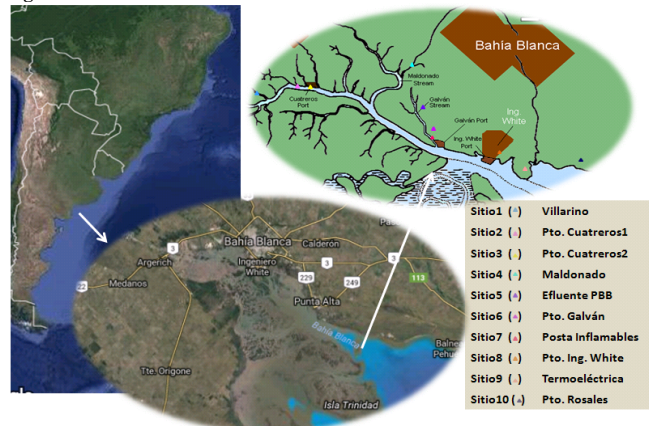
El estuario de Bahía Blanca es alimentado por varios canales y arroyos que desaguan en el Canal Principal de Navegación. La zona se caracteriza por la presencia de arenas finas, limos y arcillas, con una composición típica de sedimentos limosos en su nacimiento y predominantemente arenosos en la boca. El intercambio de agua está influenciado por un régimen de mareas semidiurno y la entrada de agua dulce está restringida a pequeñas corrientes, arroyos y ríos que reciben el escurrimiento de aguas de una importante región agrícola-ganadera (4200 km²).

En el año 2013, con el fin de evaluar la distribución de metales, se colectaron muestras de sedimentos superficiales (5 cm de profundidad) en 10 sitios el estuario de Bahía Blanca, abarcando zonas con tráfico marítimo intensivo y zonas rurales/recreativas que corresponden a la parte más interna del estuario (Fig. 1). Las muestras se extrajeron en forma manual, utilizando una espátula de plástico y se generaron muestras compuestas mediante la homogeneización de 6 a 8 porciones en cada sitio. Las muestras fueron secadas al aire, durante al menos 72 horas, previendo la potencial volatilidad de algunos metales como cadmio, plomo y zinc (Alvarez *et al.*, 2014). Finalmente, los sedimentos se pasaron a través de un tamiz de 63 µm de luz de malla (N° 250).

El estudio del fraccionamiento de metales en las distintas fases geoquímicas (*fracción 1*: intercambiable y soluble en agua y en ácidos, *fracción 2*: reducible, *fracción 3*: oxidable y *fracción 4*: residual) de los sedimentos se realizó (por triplicado) según el esquema BCR (Rauret *et al.*, 1999). La validación del procedimiento se realizó empleando el material de referencia certificado BCR 701. La determinación de los metales (Cd, Cu, Cr, Pb, Ni y Zn) en los extractos se realizó utilizando la técnica ICP-OES.

Para la visualización e interpretación de los datos obtenidos se utilizó un modelo quimiométrico Tucker3 [4,3,3], es decir 4 factores para explicar los sitios de muestreo (modo 1), 3 factores para los metales (modo 2) y 3 factores para las fracciones (modo 3).

Figura 1: Sitios de muestro en el estuario de Bahía Blanca



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descomposición de la matriz de datos mediante el modelo Tucker3 permite obtener información acerca de la distribución de las muestras (sitios), su relación con los metales y las fracciones a las cuales estos se hallan ligados. El modelo Tucker3, además de los gráficos de *loadings*, vinculados a sitios, metales y fracciones **Figura 2 a-f**, brinda una matriz denominada núcleo que permite establecer las relaciones entre 3 variables. La Tabla 1 muestra los elementos más importantes de la matriz núcleo (90,45% de varianza explicada). El valor de cada elemento del núcleo se define por el producto de la contribución de los factores en cada modo (sitios x metales x fracciones). La magnitud y el signo de los valores que aparecen en la tabla indican de qué manera se relacionan los sitios, metales y las fracciones.

Tabla 1: valores de la matriz núcleo del modelo Tucker3

Elemento del núcleo	Valor	% de varianza
[1,1,1]	12,87 (V_1)	76,10
[2,2,2]	3,77 (V_2)	6,51
[3,3,1]	3,14 (V_3)	4,52
[4,2,3]	-2,63 (V_4)	3,17

El primer elemento del núcleo [1,1,1] relaciona los primeros factores en cada modo. Este primer valor es positivo (V_1). Si observamos los gráficos, los valores de factor 1 para los sitios (Fig. 2 b) y los metales son siempre negativos (Fig. 2 d), por lo tanto estos valores deben relacionarse con valores positivos del factor 1 para las fracciones, de manera que el producto de los tres factores de un número positivo. Además, el elemento presenta un valor alto (V_1) por lo que será el resultado del producto entre los valores más altos (en valor absoluto) en cada modo.

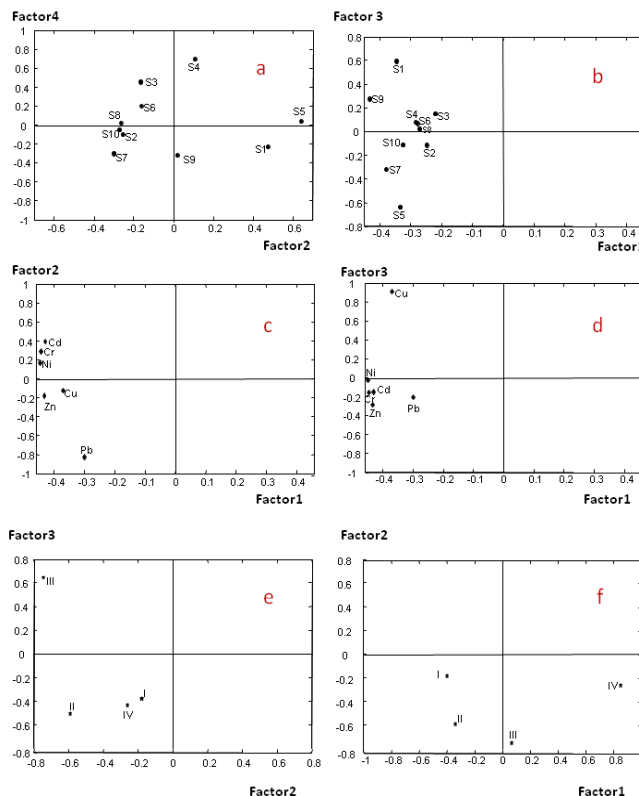


Figura 2: Gráficos de *loadings* del modelo Tucker3

Esto implica que los sitios S7 y S9 parecen contener una elevada concentración de Cr y Ni vinculada a la fracción IV (residual). Esto es consistente con lo reportado por otros autores Morillo *et al.*, 2004. Siguiendo el mismo razonamiento, el segundo elemento del core [2,2,2] tiene un valor positivo (V_2). El valor de factor 2 para las fracciones son siempre negativos (Fig. 2 e). Por lo tanto, el producto debe relacionar los valores positivos de metales con los valores negativos de los sitios o viceversa. Por lo tanto, se relacionaran los sitios S5 y S1 con los metales Pb, Cu y Zn y con las fracciones II y III (reducible y oxidable respectivamente). Esto indica la presencia de esos metales en recubrimientos o *coatings* de materia orgánica (fracción oxidable) sobre las partículas de los óxidos de Fe y Mn (fracción reducible) (Zakir *et al.*, 2008, Alvarez *et al.*, 2014). De la misma manera, se relacionan los sitios S2, S7, S8 y S10 con los metales Ni, Cr y Cd vinculados a las fracciones I y IV. Como ya se ha dicho, Ni y Cr se encuentra en mayor proporción en la fracción residual, mientras que Cd se encuentra fundamentalmente en la fracción I (Morillo *et al.*, 2004).



El tercer elemento del núcleo [3,3,1] presenta un valor positivo (V_3). Esto relacionaría el contenido de Cu en los S1 y S9 mayoritariamente en la fracción residual (Canuto *et al.*, 2013 Alvarez *et al.*, 2014) y el sitio S5 de las fracciones I y II (Fig. 2 b, d y f) (Alvarez *et al.*, 2014). Además, los metales Zn y Pb parecen estar relacionados con los sitios S1 y S9 en la fracción I, y con los sitios S5 y S7 en la fracción IV (Fig. 2 b, d y f).

El último valor de la tabla 1, exhibe un valor negativo (V_4). De los gráficos se puede observar que el Pb está relacionado con los sitios S3, S4, S5, S6 y S8 de la fracción III (Fig. 2 a, c y e).

CONCLUSIONES

El modelo quimiométrico Tucker3 nos permitió poder visualizar e interpretar los datos obtenidos del fraccionamiento de metales mediante el protocolo BCR, brindando la información subyacente en el conjunto de datos. Los metales Zn, Cu, Cd y Pb resultaron ser los más lábiles y aparecieron en la primera etapa de extracción que corresponde a la fracción soluble en agua y en ácido (F1). Estos metales se encontraron particularmente, en los sitios S1 (más interno del estuario), S5 (zona de desechos industriales) y S9 (próximo a la central termoeléctrica). También se registro una presencia marcada de Cu en el sitio S5. Los sitios S3, S4, S5, S6 y S8 presentaron contenidos importantes de Pb vinculados a la fracción de la materia orgánica. Finalmente, Cr, Ni y, en menor medida, Cu fueron los metales encontrados mayoritariamente en la fracción residual (F4)

REFERENCES:

- Amigo, J.M., Gredilla, A., de Vallejuelo, S.F.O., de Diego, A., Madariaga, J.M. 2012. Study of parameters affecting the behaviour of trace elements in a polluted estuary. Canonical correlation analysis as a tool in environmental impact assessment. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 119:1-10.
- Chen, M., Li, X.M., Yang, Q., Zeng, G.M., Zhang, Y., Liao, D.X., Liu J., Hu J., Guo, L. 2008. Total concentrations and speciation of heavy metals in municipal sludge from Changsha, Zhuzhou and Xiangtan in middle-south region of China. *Journal of Hazardous Materials* 160:324-329
- Ure, A.M. y Davidson, C.M. 2002. Chemical speciation in soils and related materials by selective chemical extraction, in: A.M. Ure, C.M. Davidson (eds.), *Chemical Speciation in the Environment*, 2nd ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford,
- Salomons, W. Förstner, U. Mader, P. 1995. (eds). "Heavy metals. Problems and Solutions", Springer-Verlag, Berlin.
- de Andrade Passos, E., Alves, J.C., dos Santos, I.S., Alves, J.P.H., Garcia, C.A.B., Costa, A.C.S. 2010. Assessment of trace metals contamination in estuarine sediments using a sequential extraction technique and principal component analysis. *Microchemical Journal* 96:50-57
- Rosado D. Usero, J., Morillo J. 2016. Ability of 3 extraction methods (BCR, Tessier and protease K) to estimate bioavailable metals in sediments from Huelva estuary (Southwestern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 102:65-71.
- Rauret, G., López-Sánchez, J.F., Sahuquillo, A., Rubio, R., Davidson, C., Ure, A., Quevauviller, Ph. 1999. Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *Journal of Environmental Monitoring* 1:57-61.
- Rao, C.R.M., Sahuquillo, A., López-Sánchez, J.F. 2008. A review of the different methods applied in environmental geochemistry for single and sequential extraction of trace elements in soils and related materials. *Water Air and Soil Pollution* 189:291-333.



IV RAGSU

- Alvarez, M.B., Quintas, P.Y., Domini, C.E., Garrido, M., Fernández Band, B.S. 2014. Chemometric approach to visualize and easily interpret data from sequential extraction procedures applied to sediment samples. *Journal of Hazardous Materials* 274:455–464
- Morillo, J., Usero, J., Gracia, I. 2004. Heavy metal distribution in marine sediments from the southwest coast of Spain. *Chemosphere* 55:431–442
- Zakir, H.M., Shikazono, N., Otomo, K. 2008. Geochemical distribution of trace metals and assessment of anthropogenic pollution in sediments of Old Nakagawa River, Tokyo, Japan. *American journal of environmental sciences* 4:654–665
- Canuto, F.A.B., Garcia, C.A.B., Alves, J.P.H., Passos, E.A. 2013. Mobility and ecological risk assessment of trace metals in polluted estuarine sediments using a sequential extraction scheme. *Environmental Monitoring and Assessment* 185:6173–6185



El fraccionamiento de aluminio en suelos forestales del ecotono de tierra de fuego (argentina) como indicador geoquímico de procesos edafogénicos y ambientales

Antía Gómez-Armesto¹; Julio Escobar²; Alicia Moretto^{2,3}; Xabier Pontevedra-Pombal⁴; Manuel Arias-Estévez¹; Eduardo García-Rodeja Gayoso⁴; Juan Carlos Nóvoa-Muñoz¹

Área de Edafología e Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España.

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC- CONICET), B. Houssay 200, Ushuaia, Argentina.

Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), Onas 450, Ushuaia, Argentina.

Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. 15872, Santiago de Compostela, España.

PALABRAS CLAVE: aluminio, podzolización, complejación, materia orgánica, toxicidad

RESUMEN

La distribución de Al puede ser un buen indicador biogeoquímico de los procesos edafogénicos y ambientales dominantes en los suelos. En este estudio se ha realizado un fraccionamiento químico del Al “reactivo” presente en 58 horizontes de nueve perfiles de suelos forestales de Tierra de Fuego (Argentina).

En general, se trata de suelos moderadamente ácidos y con una elevada acidez intercambiable, de ahí que el complejo de intercambio catiónico presente una saturación en Al superior al 50 % en varios horizontes. La CICE y el C son elevados en horizontes O y A y disminuyen considerablemente con la profundidad.

La distribución de Al en los suelos analizados se encuentra dominada por complejos Al-humus, con máximos en horizontes Bh (4.1 g kg^{-1}) como consecuencia del proceso de podzolización. De entre los complejos metal-humus, predominan los de elevada estabilidad en los horizontes A, Bh y Bw. Los compuestos de Al inorgánico amorfo son la segunda fracción en abundancia en los horizontes A y Bw, papel que tienen los compuestos de Al cristalino en el caso de los horizontes B/C y C.

La predominancia de complejos Al-humus en la fase sólida del suelo contribuye a la estabilización de la materia orgánica tanto en horizontes superficiales (A) como subsuperficiales (Bh, Bw), y a la reducción de la toxicidad del Al. Adicionalmente, se refuerza el papel de estos suelos como sumideros de C. Por otro lado, la presencia de horizontes E empobrecidos en Al y horizontes Bh enriquecidos en Al son indicativos de una incipiente podzolización.

INTRODUCCIÓN

Sólo una pequeña fracción del Al del suelo presenta una elevada reactividad geoquímica y es capaz de interactuar con los componentes bióticos y abióticos del suelo. Esa fracción de Al está constituida por compuestos de diferente naturaleza, los cuales desempeñan papeles clave en los procesos geoquímicos y biogeoquímicos en los suelos.

Mediante diferentes reactivos químicos se puede determinar los compuestos de Al más reactivo que están asociados a diferentes componentes del suelo (fraccionamiento), siendo una herramienta que permite identificar procesos edafogénicos y ambientales en los que este metal está involucrado. La distribución de Al permite identificar los procesos de podzolización¹, estudiar la evolución de suelos volcánicos² o evaluar la acumulación de C en horizontes superficiales³, pero también es clave en los procesos de control de la solubilidad del Al⁴ y en la reducción de su toxicidad en la vegetación forestal^{5,6}. Los compuestos de Al



también participan en la neutralización de la deposición atmosférica ácida⁷ y en la distribución de Hg⁸.

El objetivo principal del presente trabajo es realizar el fraccionamiento de Al a suelos forestales del ecotono de Tierra del Fuego (Argentina), para conocer su distribución en el suelo. A partir de los resultados, se tratará de identificar los procesos geoquímicos dominantes en la formación de estos suelos y explorar las repercusiones que estos tienen a nivel ambiental.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio y toma de muestras

La zona del ecotono ocupa la zona central de la Isla Grande de Tierra del Fuego y se caracteriza por presentar una morfología ondulada, con vegas y colinas de escasa altitud. El clima es subpolar, los suelos se desarrollan mayoritariamente a partir de sedimentos glaciares, y la vegetación forestal se compone mayoritariamente de *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*. Para este trabajo se seleccionaron nueve perfiles de suelos forestales representativos de la zona de estudio, para un total de 58 muestras de horizontes.

Caracterización físico-química general y fraccionamiento de aluminio

En la fracción tierra fina (secada al aire y < 2 mm) se determinó el pH en agua (pH_w) y en KCl 0.1 M (pH_k), el contenido total de C y N, la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) estimada como la suma de cationes básicos (Ca, Mg, Na, K) desplazados con NH₄Cl 1M y Al extraído con KCl 1M. El fraccionamiento del Al emplea las siguientes disoluciones²: NaOH 0.5 M (Al_n), ácido oxálico-oxalato amónico 0.2 M a pH 3 (Al_o), pirofosfato sódico a pH 10 (Al_p), CuCl₂ 0.5 M (Al_{Cu}) y LaCl₃ 0.33 M (Al_{La}). Estas extracciones permiten definir operativamente las siguientes fracciones: Al "reactivo" total (Al_n), Al en compuestos cristalinos (Al_c = Al_n-Al_o), Al inorgánico amorfo (Al_{ia} = Al_o-Al_p), complejos Al-humus de elevada estabilidad (Al_{oa} = Al_p-Al_{Cu}), de estabilidad media (Al_{om} = Al_{Cu}-Al_{La}), y de baja estabilidad (Al_{ob} = Al_{La}-Al_k), siendo Al_k el Al intercambiable. La determinación de metales en los extractos se realizó mediante espectrometría de absorción atómica de llama.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características principales de las muestras

Los suelos analizados presentan un escaso espesor (< 60 cm) y una secuencia de horizontes del tipo O-A-B-C, observándose también horizontes E, Bh y transiciones B/C. Algunas características de estos suelos se presentan en la Tabla 1. Los suelos son moderadamente ácidos, con pH_w entre 4.4 (horizontes E y Bh) y 5.6 (horizontes A). La presencia de acidez intercambiable es evidente por los bajos valores de pH_k y un grado de saturación en Al (SAI) $> 50\%$ en varios horizontes. La CICE presenta valores muy altos en los horizontes O y A (60.1 y 35.4 cmol_c kg⁻¹, respectivamente), en coherencia con el alto contenido de C orgánico total en esos horizontes. El C orgánico y la CICE disminuyen notablemente en los horizontes subsuperficiales. Las características químicas de estos suelos son semejantes a las obtenidas en un estudio previo⁹.

Tabla 1. Valor medio y desviación estándar de varios parámetros químicos de los suelos analizados en función del tipo de horizonte.

	<i>pH_w</i>	<i>pH_k</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>CICe</i>	<i>SAI</i>
			-----%-----		<i>cmol_c kg⁻¹</i>	%
O (12)*	5.1 ± 0.4 ^{ab}	4.7 ± 0.4 ^{ab}	38.2 ± 8.8 ^a	1.0 ± 0.2 ^a	60 ± 12 ^a	n.d.
A (11)	5.6 ± 0.6 ^a	4.9 ± 0.7 ^a	12.2 ± 8.1 ^b	0.6 ± 0.3 ^b	35 ± 15 ^b	n.d.
E (3)	4.4 ± 0.2 ^b	3.2 ± 0.3 ^c	3.4 ± 1.5 ^{bc}	0.2 ± 0.0 ^c	14 ± 1 ^c	27 ± 18 ^{bc}
Bh (3)	4.4 ± 0.0 ^b	3.5 ± 0.0 ^c	2.6 ± 0.4 ^{bc}	0.1 ± 0.0 ^c	13 ± 2 ^c	74 ± 10 ^a
Bw (13)	5.2 ± 0.6 ^{ab}	4.0 ± 0.5 ^{bc}	2.1 ± 1.0 ^c	0.2 ± 0.0 ^c	12 ± 6 ^c	39 ± 24 ^{ab}
B/C (6)	5.2 ± 0.5 ^{ab}	3.9 ± 0.4 ^c	1.0 ± 0.2 ^c	0.1 ± 0.0 ^c	10 ± 3 ^c	57 ± 8 ^{ab}
C (10)	4.9 ± 0.3 ^{ab}	3.8 ± 0.2 ^c	1.1 ± 0.6 ^c	0.1 ± 0.1 ^c	8 ± 3 ^c	58 ± 18 ^{ab}

* entre paréntesis figura el número de muestras por horizonte; n.d. = no disponible. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.01$).

Fraccionamiento de Aluminio

La distribución del Al en los suelos analizados está dominada por los complejos metal-humus (Al_p) frente a las formas de Al inorgánico amorfo (Al_{ia}) o a los compuestos cristalinos de Al (Al_c), como se aprecia en la *Tabla 2*. Los complejos Al-humus varían entre mínimos en los horizontes O (0.6 g kg^{-1}), por la escasa humificación de la materia orgánica, y máximos en los horizontes Bh (4.1 g kg^{-1}) como consecuencia de la podzolización que transporta compuestos de Al (y Fe) desde horizontes eluviales (E) a los horizontes iluviales (Bh, Bhs o Bs), proceso geoquímico frecuentemente identificado en suelos forestales de Tierra del Fuego^{8,9}. Aunque sólo uno de los suelos analizados presenta un horizonte iluvial, es más frecuente la presencia de horizontes E (existente en tres de los suelos analizados) con valores de complejos Al-humus inferiores a horizontes A y Bh, lo que indica que la podzolización parece ser un proceso activo (con mayor o menor intensidad) en los suelos del ecotono de Tierra del Fuego. Los niveles de Al_p en los horizontes Bw, algo mayores que en los horizontes A aún con un contenido de C orgánico mucho menor, también es notorio.

El predominio de los complejos Al-humus en los horizontes A (promedio de 2.6 g kg^{-1}), podría ser indicativo de la función del Al en la estabilización de la materia orgánica, contribuyendo a incrementar el papel de los suelos forestales del ecotono como sumideros de C y, por consiguiente, su repercusión en el contexto de cambio climático global. Además, el predominio del Al ligado a la materia orgánica en los suelos estudiados también supone una disminución de la toxicidad frecuentemente asociada al Al en la disolución del suelo.

Los compuestos de Al inorgánico amorfo (Al_{ia}) varían entre 0.4 y 1.3 g kg^{-1} , siendo la segunda fracción en orden de abundancia en horizontes A y Bw. Los compuestos de Al cristalino (Al_c) constituyen la segunda fracción de Al en los horizontes B/C y C, coincidiendo con lo apreciado en otros estudios⁹.

Tabla 2. Valor medio y desviación estándar de la distribución de Al en los suelos estudiados en función del tipo de horizonte (Al_p , complejos Al-humus; Al_{ia} , compuestos de Al inorgánico amorfo; Al_c , compuestos de Al cristalino).

	Al_p	Al_{ia}	Al_c
	-----g kg ⁻¹ -----		
O (12)*	0.6 ± 0.7 ^a	0.4 ± 0.3 ^b	n.d.
A (11)	2.6 ± 1.9 ^{ab}	0.9 ± 0.5 ^{ab}	0.1 ± 0.3 ^b
E (3)	1.0 ± 0.5 ^a	0.6 ± 0.1 ^{ab}	n.d.
Bh (3)	4.1 ± 1.8 ^a	0.6 ± 0.2 ^{ab}	1.1 ± 0.5 ^{ab}
Bw (13)	2.9 ± 1.8 ^{ab}	1.3 ± 0.7 ^a	0.8 ± 1.0 ^{ab}
B/C (6)	1.7 ± 0.6 ^a	1.0 ± 0.3 ^{ab}	1.0 ± 1.0 ^{ab}
C (10)	1.9 ± 0.4 ^{ab}	0.9 ± 0.6 ^{ab}	1.4 ± 0.8 ^a

* entre paréntesis figura el número de muestras por horizonte. n.d. = no disponible. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (p<0.01).

La distribución del Al asociado a la materia orgánica en complejos metal-humus de diferente estabilidad se muestra en la *Tabla 3*. La tendencia general muestra que los complejos Al-humus de elevada estabilidad (Al_{oa}) son los más abundantes en la mayoría de los horizontes, siendo mucho mayores en los horizontes A, Bh y Bw (18-22 cmol_c kg⁻¹). La materia orgánica de estos horizontes debe presentar un buen nivel de humificación para ser capaz de complejar de forma estable el Al. Este hecho favorece la acumulación de C orgánico gracias a que, el alto grado de saturación en Al de estos complejos, ralentizaría su mineralización. En los horizontes O los complejos Al-humus de estabilidad media (Al_{om}) son los más abundantes con un promedio de 3.83 cmol_c kg⁻¹, mientras que en los horizontes E predominan los complejos metal-humus de baja estabilidad (Al_{ob}) con un nivel medio de 5.1 cmol_c kg⁻¹. Los complejos Al-humus son mucho menores en horizontes O y E que en el resto de horizontes evaluados, consecuencia de una menor humificación de la materia orgánica que limita su capacidad de complejación (horizontes O), o bien por efecto de la podzolización que reduce en los horizontes E la cantidad de materia orgánica disponible para unirse con Al.

Tabla 3. Valor medio y desviación estándar de la distribución de complejos Al-humus en los suelos estudiados en función del tipo de horizonte (Al_k , Al intercambiable; Al_{ob} , complejos Al-humus de baja estabilidad; Al_{om} , complejos Al-humus de media estabilidad; Al_{oa} , complejos Al-humus de elevada estabilidad).

	Al_k	Al_{ob}	Al_{om}	Al_{oa}
	-----cmol _c kg ⁻¹ -----			
O (12)*	0.2 ± 0.0 ^c	0.6 ± 0.7 ^b	3.8 ± 3.2 ^{ab}	2.5 ± 4.4 ^b
A (11)	1.7 ± 2.1 ^c	1.9 ± 1.6 ^{ab}	8.2 ± 4.2 ^a	18.2 ± 15.4 ^{ab}
E (3)	3.9 ± 2.9 ^b	5.1 ± 2.9 ^a	1.2 ± 1.5 ^b	1.2 ± 1.3 ^b
Bh (3)	10.1 ± 2.6 ^a	4.0 ± 4.1 ^{ab}	9.0 ± 5.0 ^a	22.2 ± 11.2 ^a
Bw (13)	3.4 ± 2.0 ^{bc}	3.8 ± 2.6 ^{ab}	7.4 ± 4.5 ^{ab}	18.1 ± 15.0 ^{ab}
B/C (6)	4.6 ± 1.2 ^{bc}	3.3 ± 2.3 ^{ab}	4.3 ± 1.8 ^{ab}	8.1 ± 3.2 ^{ab}
C (10)	4.8 ± 2.3 ^b	1.6 ± 2.7 ^{ab}	4.9 ± 1.2 ^{ab}	9.6 ± 4.1 ^{ab}

* entre paréntesis figura el número de muestras por horizonte. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (p<0.01).



CONCLUSIONES

El fraccionamiento del Al indica que la complejación de Al con la materia orgánica es uno de los principales procesos geoquímicos que ocurre en los suelos forestales analizados en el ecotono del Tierra del Fuego. El predominio de complejos Al-humus de elevada estabilidad en horizontes Bh y Bw sugiere que el Al también está favoreciendo la estabilización de la materia orgánica en horizontes subsuperficiales. Todo ello contribuye de forma directa al papel de estos suelos como sumideros de C, a la vez que reduce la toxicidad potencial asociada al Al. Los niveles mínimos de compuestos de Al en horizontes E, y máximos en horizontes Bh, indican que la podzolización es un proceso activo en algunos de los suelos estudiados. Además, la presencia de horizontes E (claramente empobrecidos en compuestos de Al) en varios perfiles podría considerarse como indicativa de una incipiente podzolización.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado parcialmente por la Agrupación Estratégica CIA (Programa de Consolidación y Estructuración de Unidades de Investigación de la Xunta de Galicia). Antía Gómez Armesto agradece la ayuda predoctoral de la Consellería de Cultura, Educación y Ordenación Universitaria (Xunta de Galicia).

REFERENCIAS

- (1) Ferro-Vázquez C, JC Nóvoa-Muñoz, M Costa-Casais, J Klaminder, A Martínez-Cortizas, 2014. *Geoderma*. 217-218, 225-234.
- (2) García-Rodeja E, JC Nóvoa, X Pontevedra, A Martínez-Cortizas, P Buurman, 2004. *Catena*. 56 (1-3),155-183.
- (3) Matus F, E Garrido, N Sepúlveda, I Cárcamo, M Panichini, E Zagal, 2008. *Geoderma*. 148 (2), 180-188.
- (4) Wesselink LG, N Van Breemen, J Mulder, PH Janssen, 1996. *Eur. J. Soil. Sci.* 47 (3), 373-384.
- (5) Schwesig D, K Kalbitz, E Matzner, 2003. *Eur. J. Soil. Sci.* 54 (2), 311-322.
- (6) Eimil-Fraga C, E Álvarez-Rodríguez, R Rodríguez-Soalleiro, MJ Fernández-Sanjurjo, 2015. *Geoderma*. 255-256, 50-57.
- (7) Berggren D, J Mulder, R Westerhof, 1998. *Eur. J. Soil. Sci.* 49 (2), 305-316.
- (8) Peña-Rodríguez S, X Pontevedra-Pombal, EGR Gayoso, A Moretto, R Mansilla, L Cutillas-Barreiro, M Arias-Estévez, JC Nóvoa-Muñoz, 2014. *Geoderma*. 232-234, 130-140.
- (9) Nóvoa-Muñoz JC, X Pontevedra-Pombal, A Moretto, S Peña, J Escobar, E García-Rodeja Gayoso, 2008. *XXI Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes, Argentina*.



Estudio de la distribución del CH₄ y CO₂ en profundidad de un sector del Bajo Delta del río Paraná

Romina Sancí*, Héctor Osvaldo Panarello*, Fernanda Cravero+

*Instituto de Geocronología y Geología Isotópica Universidad Buenos Aires - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, C1428EHA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina; romina@ingeis.uba.ar

+CETMIC (Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica), Camino Centenario y 506, Gonnet, La Plata, B1897ZCA, Argentina

Palabras clave: CH₄ y CO₂; Isótopos estables; Humedales

RESUMEN

Se presentan en este trabajo los resultados preliminares del estudio geoquímico e isotópico del CH₄ y CO₂ hallados en profundidad en un sector del Bajo Delta del Paraná. Con el objetivo de comprender su dinámica en ambientes anegados como los humedales, fue necesario desarrollar una metodología capaz de extraer gases en zonas saturadas para posteriores análisis. Se investigó el contenido total de CH₄ hasta 1,20 m por niveles, detectando que el CH₄ de estos suelos hidromórficos está presente en tres fases: CH₄ libre, CH₄ disuelto en la solución del suelo y CH₄ adsorbido a las partículas sólidas (materia orgánica y minerales arcillosos). Las bajas tasas de emisión superficial detectadas para CH₄ (~15 ppmv) y CO₂ (~450 ppmv), junto con distintos ensayos y mediciones de otras matrices (desorciones físicas, análisis cromatográficos, físico-químicos y mineralógicos) demostraron que las concentraciones mayores de CH₄ se encuentran acumuladas en subsuelo (~139000 ppmv adsorbido y ~ 38000 ppmv libre). El CH₄ disuelto sólo llegó a los 0,001 mg/l. Los valores isotópicos reflejaron el origen biogénico de ambos gases ($\delta^{13}\text{C-CH}_4 \sim -70\text{‰}$ y $\delta^{13}\text{C-CO}_2 \sim -5\text{‰}$), y sus modificaciones indicaron la oxidación de CH₄ hacia superficie.

INTRODUCCIÓN

Es conocido en el saber popular que en el Delta del río Paraná existe el denominado “gas de los pantanos” utilizado históricamente por los lugareños como fuente de energía renovable para cocinar e iluminar. Es justamente en sistemas naturales como los humedales fluviales donde se dan las condiciones anaeróbicas adecuadas para la formación de este recurso (biogás) ya que en áreas deprimidas topográficamente con acumulación de materia orgánica vegetal y anegamientos frecuentes (sin disponibilidad de oxígeno) se generan los medios reductores propicios para la formación de CH₄ (y CO₂ asociado) en altas concentraciones. Estos gases pueden liberarse a la atmósfera desde los centros deprimidos de las islas, ya sea por difusión en medio poroso y/o emisión de burbujas en zonas completamente saturadas (mecanismos de transporte), pueden quedarse atrapados en la columna sedimentaria y/o oxidarse el CH₄ a CO₂ al encontrar oxígeno en las capas más superficiales de suelo, lo que disminuye significativamente su concentración (Sancí y Panarello, 2015). Es decir, que la cantidad neta de CH₄ que pasa a la atmósfera o que queda retenida en subsuelo es un balance entre producción, consumo, disolución en fase acuosa y mecanismos de transporte dominantes. Por lo tanto, para comprender la dinámica de estos gases en ambientes anegados, es necesario analizar las columnas de suelo-sedimentos como generadoras, almacenadoras y transmisoras de estos gases. Teniendo en cuenta que los isótopos estables del C e H en CH₄ y C en el CO₂ son excelentes trazadores de cada uno de estos procesos (Whiticar, 1999; Conrad, 2005), los mismos resultan de suma utilidad para estudiar sistemas naturales como los humedales, en conjunto con otras técnicas.

En general, la composición del biogás varía entre el 55%-70% de CH₄ con un 30%-45% de CO₂ y otros gases traza, y cuando tiene un contenido de CH₄ superior al 45% ya es inflamable



IV RAGSU

(FAO, 2011). Si bien es cierto, que en las islas del Bajo Delta del río Paraná, el recurso no es desarrollado o explotado masivamente por los pobladores del lugar, ya que la provisión de combustible es en general a través de garrafas, existen tradiciones orales que dan cuenta de su uso, aunque sea aisladamente. El sitio que se presenta como zona de estudio es uno de ellos, y se trata de una isla ubicada entre los arroyos Arroyón y Sábalo, donde hace años se realizó una perforación “casera” (hoy tapada), que les permitía acumular el gas en superficie y llevarlo a la casa para cocinar e iluminar. Por lo tanto, se eligió este lugar para evaluar si en la matriz de subsuelo (suelos-sedimentos no consolidados) existía una distribución vertical de CH_4 - CO_2 capaz de contener una concentración similar a la del biogás, si la matriz de subsuelo era capaz de acumular y transmitir biogás, y a la vez determinar la fracción de CH_4 producido en profundidad que se pierde por procesos secundarios tales como oxidación y transporte (difusión y/o burbujeo). Para ello se implementaron técnicas químicas e isotópicas de superficie y de subsuelo (en complemento con información edafológica, sedimentológica e hídrica). En esta oportunidad se presentan los resultados de los primeros relevamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El primer relevamiento realizado en octubre de 2014, se hizo en el predio donde se había hecho la vieja perforación ($-34^\circ 21,747'S$; $-58^\circ 32,132' O$), con el fin de detectar anomalías gaseosas de CH_4 y CO_2 , próximas a la superficie (menos de 4 cm) con equipamiento portátil: un micro-FID PHOTOVACTM para CH_4 (concentraciones entre 0,1 y 1000 ppmv) y un analizador de gas por infrarrojo (IRGA) Environmental Gas Monitor (EGM-4) PP SystemsTM para CO_2 (concentraciones entre 1 y 20000 ppmv) siguiendo el procedimiento descrito en Sanci y Panarello (2016). Posteriormente, se midieron flujos de CH_4 y CO_2 (emisiones superficiales) con el método dinámico de cámaras cerradas el cual consiste en acumular el CH_4 y CO_2 emitido desde el suelo en una cámara de base abierta y sellada al momento del inicio de las mediciones. Los gases acumulados son mezclados y enviados a los detectores portátiles mencionados previamente para su registro a intervalos regulares. Para el cálculo del flujo (F), medidos en $\text{g}/\text{m}^2 \text{ día}$, se utiliza la variación de la concentración de CH_4 o CO_2 (dC) en el tiempo (dt) y los parámetros de volumen (V) y área (A) de la cámara según $F \sim (V/A) (dC/dt)$. Previo al trabajo de campo, se calibró en laboratorio la cámara de respiración de suelos SRC-1 (volumen 1170 ml; área 78 cm^2) asociada al IRGA EGM-4 PP Systems en un banco de prueba que simula procesos difusivos de CO_2 en medio poroso, logrando un ajuste mejor del 5% entre flujos conocidos y medidos (rangos entre $2 \text{ g}/\text{m}^2 \text{ d}$ y $34 \text{ g}/\text{m}^2 \text{ d}$).

Para caracterizar las columnas, se extrajeron muestras de subsuelo cada 20 cm en tres puntos topográficos distintos del terreno (y hasta 1,20 de profundidad) a través de sondas helicoidales y de tipo Edelman para determinar contenido total de carbono orgánico (Ct) por el método de calcinación, color -en seco y húmedo- según la carta Munsell, textura por el método densimétrico, mineralogía total y de la fracción arcillosa ($< 2\mu\text{m}$) por difracción de rayos X y las proporciones relativas de los minerales de arcilla (Biscaye, 1965). Para estudiar la correlación entre este carbono y sus fuentes, se midió también la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) del mismo y su composición elemental (C/N) con un analizador elemental-espectrómetro de masas (EA-IRMS Carlo Erba EA1108-Thermo Delta V).

Al detectar rasgos hidromórficos y bajas tasas de emisión superficial en los suelos, se comenzó a desarrollar en INGEIS métodos que permitieran extraer gases de subsuelo bajo estas condiciones, partiendo del supuesto que el CH_4 y CO_2 en altas concentraciones tenía que estar atrapado en la matriz del suelo-sedimentos como fracción libre, fracción adsorbida y/o fase disuelta. Es así que se construyeron sacatestigos de acrílico de 30 cm de largo con



IV RAGSU

sistemas de extensión acoplados, que permitieron capturar en bolsas Tedlar la fase libre desplazada al hincar el tubo, y también extraer suelo (retenido en el tubo de acrílico, y posteriormente sellado) para su análisis en laboratorio. En este último caso, se aplicaron ensayos de desorciones físicas, aplicando agitación y ultrasonido dentro de las 24 hs, y se capturó el gas desorbido en vacutainers. La concentración de CH₄ y CO₂ y la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}\text{-CH}_4$ y $\delta^{13}\text{C}\text{-CO}_2$) de la muestra (m) – de las bolsas Tedlar y de los vacutainers– se midió con un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas (GC-IRMS Trace isolink - Thermo Delta V) según la ecuación detallada a continuación, y utilizando como patrón el V-PDB para el ¹³C: $\delta^{13}\text{C} = [({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_m - ({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{V-PDB}}] / ({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{V-PDB}}$. Para medir el CH₄ disuelto, se extrajo primero la solución del suelo con los muestreadores MacroRihizon, Marca Eijkelkamp, y luego se aplicaron técnicas de headspace para su análisis. Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{-CH}_4$ (origen biogénico) son sustancialmente afectados por la oxidación de CH₄ (ox) y también por procesos de transporte (tr) como la difusión. Ambos procesos generan fraccionamientos isotópicos (α) cuyos valores están tabulados: $\alpha = 1,022$ y $\alpha = 1,0178$ respectivamente (Sanci y Panarello, 2015). Así que en el primer 1,20 m de suelo, y sobre la base de las diferencias medidas de $\delta^{13}\text{C}\text{-CH}_4$ entre los distintos niveles (n, n+1) y los fraccionamientos isotópicos citados, se discriminaron los efectos que generaron cada uno de esos procesos sobre los datos isotópicos (Dorodnikov et al., 2013) utilizando las siguientes fórmulas: |

$$F_{\text{ox}} = (\delta_n - \delta_{n+1}) / [(\alpha_{\text{ox}} - 1) \times 10]; \quad |F_{\text{tr}}| = (\delta_n - \delta_{n+1}) / [(\alpha_{\text{tr}} - 1) \times 10]$$

RESULTADOS:

Las concentraciones superficiales registradas al ras del suelo fueron entre 20-30 ppmv de CH₄ y 420-455 ppmv de CO₂. Los valores de respiración de suelos (flujos de CO₂) determinados en campo fueron entre 26-30 g/m² d. La saturación del subsuelo fue cuasi permanente desde el albardón hacia el centro de la isla. Los análisis de los 3 testigos (Tabla 1) reflejan suelos de materiales parentales aluviales (limo principalmente) con un contenido de arcillas del 10% (promedio) y un contenido de carbono total orgánico variable (de origen de plantas terrestres C3), que tiende a disminuir hacia los niveles más profundos. Las proporciones relativas de los minerales de arcilla (calculados en la fracción menor de 2 μm) indicaron entre 35-45% para mica+illita, 30-40 % para esmectita, y 20-25% para caolinita. La observación macroscópica de las muestras permitió reconocer rasgos hidromórficos como moteados y colores grises oscuros (en húmedo) a más claros (en seco) –predominio de 2.5Y 2.5/1 y 10YR 7/2). Sólo los primeros 30 cm presentaban colores más pardos (10 YR 5/3). La solución de suelo extraída de los testigos 1 y 2 contenían 0.0013 mg/L y 0.00015 mg/L de CH₄ respectivamente. Los parámetros físico-químicos se presentan en la Tabla 2.

Muestra	Mineralogía %				Ct (g/kg)	$\delta^{13}\text{C-Ct}$ (‰)	Arena %	Limo %	Arcilla %
	Qtz	Fd	Pg	Arcillas					
2-1 20 cm	48	9	14	30	53,9	-28,0	1,3	86,2	12,5
2-2 40 cm	47	8	13	32	47,6	-27,8	0,9	86,7	12,5
2-3 60 cm	46	10	12	32	45,1	-27,0	0,1	87,4	12,5
2-4 80 cm	46	6	13	36	44,9	-26,3	0,5	84,5	15
2-5 100 cm	50	11	12	27	40,1	-26,3	3,2	91,9	5
2-6 120 cm	40	7	12	40	66,7	-27,2	0,7	89,3	10
1-1 20 cm	48	7	14	31	62,6	-28,8	1,0	96,5	2,5
1-2 40 cm	46	6	18	31	41,8	-27,6	1,0	89,0	10,0
1-3 60 cm	53	7	18	24	34,5	-25,7	0,5	97,0	2,5
1-4 80 cm	52	8	14	28	38,8	-26,4	1,6	88,5	10,0
1-5 100 cm	46	13	11	31	42,8	-26,1	0,5	89,5	10,0
1-6 120 cm	49	8	15	31	35,5	-25,6	0,4	89,6	10,0
3-1 20 cm	54	15	14	19	41,1	-28,1	1,2	81,4	17,5
3-2 40 cm	55	5	18	23	32,0	-26,6	2,4	92,6	5
3-3 60 cm	51	8	18	25	28,0	-26,0	1,8	90,7	7,5
3-4 80 cm	60	8	11	22	25,5	-24,5	1,1	88,9	10
3-5 100 cm	60	12	12	17	22,6	-25,7	2,6	92,4	5
3-6 120 cm	61	9	15	16	21,7	-25,3	3,3	89,2	7,5

Tabla 1: Caracterización del subsuelo hasta 1,20 m en tres sitios: Testigo 1 (terreno donde está la vieja perforación), Testigo 2 (centro de la isla), Testigo 3 (albardón). Qtz (cuarzo); Fd (feldespato potásico), Pg (plagioclasa).

T	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	pH	CE dS/m	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L
1	0	366	6	0,55	35,5	3,9	39,9	14,3	74,1	0,2
2	0	274,5	6	0,43	26,6	4,4	28,7	10,9	52,6	8,2

Tabla 2: parámetros físico-químicos de la solución del suelo provenientes de los testigos 1 y 2

Muestra	CH ₄ adsorbido		CO ₂ adsorbido		CH ₄ libre		CO ₂ libre	
	ppmv	$\delta^{13}\text{C-CH}_4$ (‰)	ppmv	$\delta^{13}\text{C-CO}_2$ (‰)	ppmv	$\delta^{13}\text{C-CH}_4$ (‰)	ppmv	$\delta^{13}\text{C-CO}_2$ (‰)
1.1 30 cm	0	_____	12545	-21,93	0	_____	524	-22,88
1.2 60 cm	2902	-65,70	87582	-11,30	0	_____	nd	nd
1.3 90 cm	3778	-67,93	101330	-11,04	0	_____	4758	-16,99
1.4 120 cm	10746	-71,67	114310	-7,43	249	-68,27	4654	-16,43
2.1 30 cm	0	_____	32981	-20,01	0	_____	543	-21,81
2.2 60 cm	13082	-68,76	66619	-14,36	0	_____	4713	-17,31
2.3 90 cm	6860	-69,86	90928	-8,63	78	-64,30	4586	-18,11
2.4 120 cm	138665	-68,86	213474	-5,29	39962	-68,45	14596	-7,24

Tabla 3: Análisis químicos e isotópicos de los testigos 1 (terreno donde está la perforación) y 2 (centro de la isla)

La concentración de CH₄ -y CO₂ asociado- aumenta con la profundidad (Tabla 3). Si bien a los 1,20 m los valores isotópicos de ambos gases reflejan un claro origen biogenico, se observan modificaciones en los otros niveles que son consistentes con procesos de oxidación. Se calculó a partir de las diferencias observadas, la fracción de CH₄ oxidado y transportado en el perfil del testigo 1 para los niveles 1.4 y 1.3 (donde cambia la concentración de CH₄ adsorbido y la composición isotópica del CH₄), obteniendo un 17% y 5% respectivamente.

$$|F_{\text{ox}}| = [(-71,67 - (-67,93)) / ((1,022 - 1) \times 10)] = 17\%$$

$$|F_{\text{tr}}| = [(-71,67 - (-67,93)) / ((1,078 - 1) \times 10)] = 4,79\%$$



CONCLUSIONES

Los primeros análisis presentados en este sector del Bajo Delta permitieron detectar que la columna de suelo-sedimentos no sólo genera CH_4 y CO_2 biogénico en concentraciones que aumentan con la profundidad, sino también que dichos gases se encuentran acumulados en subsuelo presumiblemente a partir de procesos de adsorción, ya que materiales como materia orgánica y/o minerales de arcilla como las esmectitas, así lo permitirían. Si bien es cierto que el CH_4 -y CO_2 asociado- se encuentran como gases disueltos, libres y adsorbidos, es en esta última fase donde se hallaron los valores mayores, luego de aplicar ensayos de desorciones físicas. Así lo confirman las bajas emisiones gaseosas halladas en superficie y la no detección de CH_4 como gas libre dentro de la columna sedimentaria. La oxidación de CH_4 quedó corroborada por el consumo de este gas hacia superficie, y por la modificación de los valores isotópicos (enriquecimiento en $\delta\text{-CH}_4$ y empobrecimiento en δCO_2).

REFERENCIAS

- Biscaye, P. E. 1965. Mineralogy and sedimentation of Recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. *Geol. Soc. Am. Bull.* 76: 803-831
- Conrad, R. 2005. Quantification of Methanogenic Pathways Using Stable Carbon Isotopic Signatures: A Review and a Proposal. *Organic Geochemistry* 36: 739-752.
- Dorodnikov, M., Marushchak, M., Biasi, C. and Wilmking, M. 2013. Effect of microtopography on isotopic composition of methane in porewater and efflux at a boreal peatland. *Boreal Environment Research* 18: 269-279.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Manual de Biogás. MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. Santiago de Chile.
- Sanci, R. y Panarello, H.O. 2015. Carbon and hydrogen isotopes as tracers of methane dynamic in wetlands. *International Journal of Geosciences* 6: 720-728. <http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2015.67058>
- Sanci, R. y Panarello, H.O. 2016. Carbon stable isotopes as indicators of the origin and evolution of CO_2 and CH_4 in urban solid waste disposal sites and nearby areas. *Environmental Earth Sciences* 75: 294
- Whiticar MJ. 1999. Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane. *Chemical Geology* 161: 291-314.



Evaluación de la meteorización mineral en una pequeña cuenca de altura a través del análisis de la fase acuosa, Sierra de Comechingones, Córdoba, Argentina

Jorge O. Martínez⁽¹⁾, Verena A. Campodonico, Stella M. Formica, Pedro J. Depetris

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, CICTERRA (Universidad Nacional de Córdoba/CONICET),
Av. V. Sarsfield 1611, X5016CGA CORDOBA, ARGENTINA

¹jomartinez@unc.edu.ar

Palabras claves: meteorización, modelado inverso, cuenca de montaña

Resumen

La cuenca del A° La Trucha (1,8 km²), monolitológica y de segundo orden, es típica de las Sierras Pampeanas. En esta contribución se presenta el modelado inverso de las aguas, con vistas a explicar los procesos de meteorización y su impacto en la geoquímica de éstas. Se utilizaron AQUACHEM y PHREEQC, y se consideraron aspectos climáticos, diferencias topográficas y su relación con la dinámica de circulación del agua, definiéndose 4 modelos: 1) transición del agua de lluvia a las aguas de las nacientes de la cuenca; 2) parte alta de la cuenca (pendientes ~5%); 3) tramo medio del arroyo (pendientes ~2%); 4) desde el tramo final hasta la desembocadura en el Río del Medio (pendientes ~7%). Éstos se corrieron para el período de lluvias y el período seco. El intercambio de la fase gaseosa CO₂ tiene un alto impacto en la química de la solución y la mayor disolución total de sólidos ocurre en verano. Las principales transformaciones que explican la evolución química del agua son la disolución de muscovita, oligoclasa y biotita, y la precipitación de illita y caolinita. Dependiendo de la época del año y del tramo del arroyo, CO₂, calcita y fluorita pueden disolverse o precipitar.

Introducción

La meteorización química de las rocas es uno de los procesos más importantes, no solo en la modificación la superficie de la Tierra, sino también por su influencia en las fluctuaciones climáticas del planeta (Ruddiman, 1997). La meteorización de los silicatos minerales es un mecanismo natural por el cual el CO₂ atmosférico es consumido en el tiempo geológico y tiene, por lo tanto, un impacto significativo en el ciclo global del carbono y, consecuentemente, en la modificación del clima terrestre.

En los últimos 15 años se ha puesto especial énfasis en el estudio del impacto del cambio climático global sobre las regiones montañosas, sensibles a las consecuencias del calentamiento (Becker y Bugmann, 2001), expresado en programas como el Mountain Research Initiative (MRI). En ese contexto, los ríos de montaña, con sus características particulares descritas por Wohl (2000), ha sido objeto de investigaciones, que en el caso de las Sierras Pampeanas registran antecedentes como el de Lecomte et al. (2005).

En este trabajo evaluamos la respuesta geoquímica de un arroyo de montaña de la Sierras Pampeanas ante forzantes climáticos, topográficos y geológicos, en el marco conceptual de zona crítica (Anderson et al., 2007). Para ello se examinan los procesos de meteorización mineral a través del uso del modelado inverso (Parkhurst, 1999). Las características geológicas y morfológicas de la cuenca se detallan en Campodonico et al. (2014).

Materiales y métodos

En marzo (período de lluvias) y junio (período seco) de 2005 se tomaron muestras de agua del cauce principal del arroyo La Trucha y de las vertientes. Las muestras de agua fueron filtradas con filtros de acetato de celulosa de tamaño de poro $0,22 \mu\text{m}$ y separadas en dos alícuotas, una para la determinación de cationes mayoritarios y elementos traza (almacenadas en botellas prelavadas de polietileno de 15 ml y acidificadas con HNO_3 ultrapuro hasta alcanzar un $\text{pH} < 2$) y otra para la determinación de aniones mayoritarios (se almacenaron en botellas de polietileno de 20 ml, sin acidificar y a 4°C). Los aniones mayoritarios se determinaron por cromatografía de iones en laboratorios de CICTERRA, en tanto que los cationes y elementos traza se determinaron con ICP-MS en ActLabs (Canadá).

En el presente estudio se utilizaron los programas AQUACHEM y PHREEQC para realizar diferentes propuestas de modelos que puedan explicar la geoquímica de las aguas de la cuenca. En el modelado inverso usado, a partir de un conjunto de dos o más análisis de aguas a lo largo de un flujo, que han reaccionado con una roca de mineralogía conocida, se infieren las reacciones ocurridas.

Para analizar la evolución química del agua de la cuenca del arroyo La Trucha, se consideraron aspectos climáticos, diferencias topográficas y su relación con la dinámica de circulación del agua. Los 4 modelos definidos para la cuenca se presentan en la Fig. 1. El modelo 1 representa la transición del agua de lluvia a las aguas superficiales de las nacientes de la cuenca, el modelo 2 comprende la parte alta de la cuenca, en la cual se registran pendientes, de $\sim 5\%$; el modelo 3 abarca el tramo medio del arroyo con valores de pendiente marcadamente menores ($\sim 2\%$) y el modelo 4 comprende el tramo final hasta la desembocadura en el Río del Medio, con pendientes pronunciadas ($\sim 7\%$). Cuando el ejercicio arrojó más de un modelo, se seleccionó el mejor de ellos de acuerdo al que tenía el mayor número de fases minerales reconocidas en el análisis petrográfico y que incluyera todos los minerales secundarios (caolinita e illita) que son factibles de ser obtenidos a partir de las reacciones de meteorización incongruentes. Las fases minerales presentes en la tabla de la Fig. 1 fueron las usadas como posibles fuentes y sumideros de especies químicas de la solución.

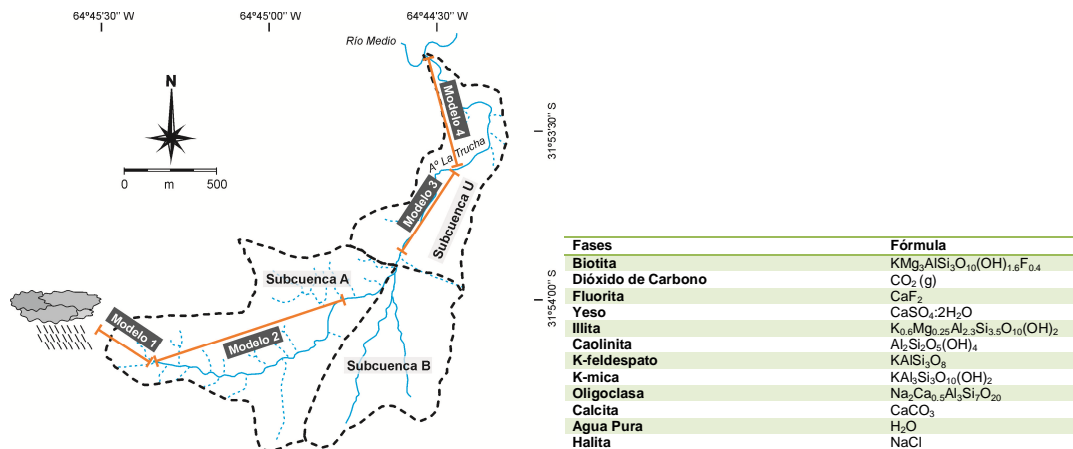


Figura 1. Mapa de ubicación de los modelos corridos usando PHREEQC y fórmulas de las fases minerales utilizadas en los modelos.

Resultados

Si se tienen en cuenta los cuatro modelos, las principales transformaciones que explican la evolución química del agua de la cuenca son la disolución de muscovita y oligoclasa en

mayor proporción, seguidas por fluorita, biotita y calcita, mientras que, según los modelos, la fase mineral que se forma como consecuencia de la disolución de los silicatos del granito, es principalmente illita y en menor proporción caolinita. Dependiendo de la época del año y del tramo del arroyo analizado, fases como CO_2 , calcita y fluorita pueden disolverse o precipitar. Se destaca la participación del CO_2 en el intercambio con la solución con un promedio del 59% de los moles transferidos.

A los fines de evitar distorsiones fruto de la diferencia en órdenes de magnitud entre el modelo 1 y el resto, en la Fig. 2 se representaron solo los resultados de los modelos 2, 3 y 4 expresados en porcentajes de $\text{mmol/Kg H}_2\text{O}$ transferidos de cada una las especies minerales y gaseosas. Estas figuras permiten analizar las particularidades de cada fase en las distintas estaciones y sectores de la cuenca. Puede observarse que ningún modelo utiliza feldespato potásico, ni agua para explicar los cambios en el sistema, a pesar de ser el primero un constituyente primario muy abundante en el granito. Claramente el CO_2 es la fase dominante en el modelado, sobre todo en la época seca, donde los moles intercambiados por esta fase constituyen el 66% de los moles totales, mientras que en el período húmedo representa el 39% del total. Es notable una clara eliminación de este componente gaseoso de la solución en el tramo de cabecera de cuenca (modelo 2) en las dos estaciones. En el tramo medio, de menor pendiente, se produce disolución de CO_2 en ambas estaciones; y en el recorrido final del arroyo se elimina durante el verano y disuelve en invierno.

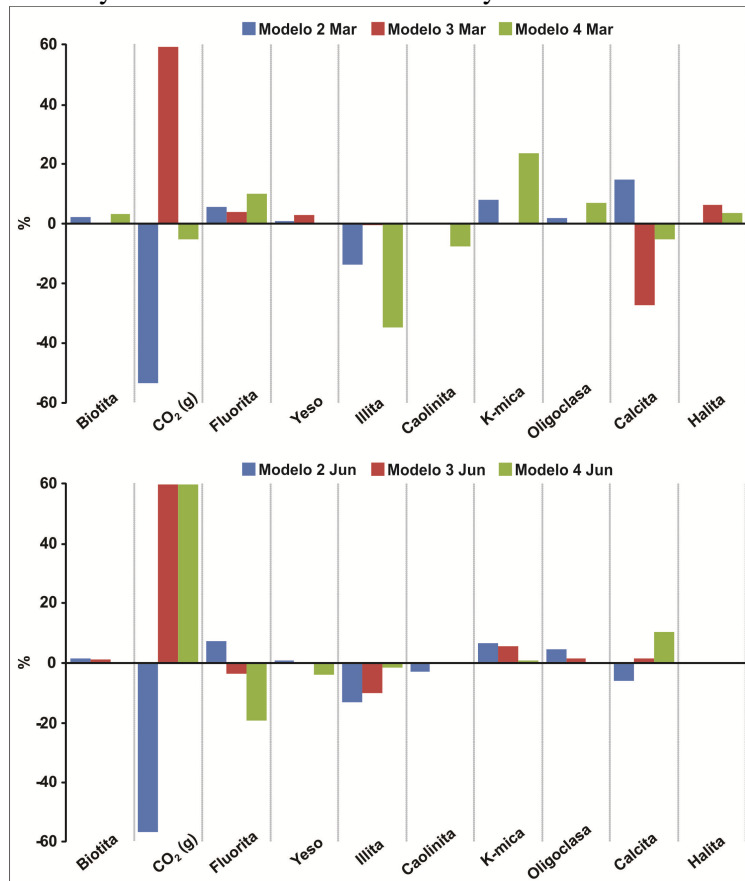


Figura 2. Resultados en porcentajes del modelado inverso usando PHREEQC de las diferentes fases transferidas en los modelos 2, 3 y 4 en marzo (período húmedo) y junio (período seco) de 2005. Los valores positivos son para las fases disueltas y los valores negativos son para las precipitadas.



IV RAGSU

La disolución de muscovita, principal fuente de K^+ , se da marcadamente en el sector inferior de la cuenca durante el verano, haciéndose mínima su expresión durante el invierno, época en la cual las cabeceras son las que introducen los mayores valores de disolución, disminuyendo progresivamente hacia la desembocadura. Algo similar ocurre con la oligoclasa.

La fluorita, fase propuesta en los modelos para explicar parte del flúor presente en las aguas, exhibe un comportamiento variado. Se disuelve más activamente durante el verano en todos los sectores del arroyo. Las disoluciones parecieran acompañar el aumento de la pendiente. En invierno solo se registra disolución en las cabeceras de la cuenca, mientras que en los tramos medio y final la fluorita precipitaría.

La calcita es una de las pocas fases minerales que sufre mayor disolución durante el invierno, además de mostrar un llamativo comportamiento antitético en cada sector de la cuenca para cada estación climática. Durante el verano se disuelve en la cabecera y precipita en los tramos medio y final; en invierno precipita en la cabecera, y se disuelve progresivamente con mayor intensidad hacia la desembocadura.

Por otra parte, la illita es la fase que representa mejor la precipitación mineral. Esta fase también presenta un comportamiento distinto en cada época del año. Durante el período estival se registran los mayores valores de precipitación en el tramo final del arroyo, siendo nula su expresión en el tramo medio. Contrariamente, durante el invierno, la cabera de cuenca presenta los mayores valores de precipitación, disminuyendo en más de un orden de magnitud su valor hacia la desembocadura.

Cuando se analiza el peso de cada fase, en términos relativos, y se consideran solamente las fases sólidas, especialmente durante el invierno cuando el CO_2 alcanza sus mayores valores de intercambio, la illita representa en el tramo medio el mayor porcentaje de fase precipitada. Algo similar ocurre con la muscovita, aunque en términos de disolución, pasando el modelo 3 a presentar el porcentaje más alto de disolución.

Conclusiones

El análisis global de los cuatro modelos obtenidos permite destacar el alto impacto que tiene en la química de la solución el primer intercambio que ocurre entre el agua de lluvia y las rocas y sedimentos (Modelo 1), presentando diferencias de un orden de magnitud con los otros modelos. Esto último ocurre sin importar la época del año, aunque por una simple razón de abundancia su peso en los resultados de la meteorización es mayor en el período estival. El intercambio de la fase gaseosa CO_2 juega un rol importante en la química de la solución en toda la cuenca (~59% de los moles transferidos). Éste se hace más notable en las cabeceras durante el período seco, pudiendo atribuirse al escape de CO_2 (Martínez et al., 2016).

Cuando se consideran solo los modelos que representan la evolución del agua a lo largo del cauce (modelos 1, 2 y 3), las principales transformaciones que explican la evolución química del agua son la disolución de muscovita, oligoclasa y biotita, y la precipitación de illita y caolinita. Dependiendo de la época del año y del tramo del arroyo analizado, CO_2 , calcita y fluorita pueden disolverse o precipitar. Aunque es abundante en el granito, el feldespato potásico no explica cambios en el sistema, dado que es refractario a la disolución.

Si se consideran solo las fases minerales de los modelos, la mayor disolución total de sólidos ocurre en verano, especialmente en el tramo inferior del arroyo. Sin embargo es de destacar la importancia que tiene este proceso durante el invierno en la cabecera de la cuenca.

Referencias

Anderson, S.P., von Blackenburg, F., White, A.F., 2007. Physical and chemical controls on the critical zone. *Elements* 3(7):315-319.



IV RAGSU

- Becker, A.A. y Bugmann H., 2001. Global Change and Mountain Regions. The Mountain Research Initiative IGBP Report 49, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, 88 pp.
- Campodonico, V.A., Martínez, J.O., Verdecchia, S.O., Pasquini, A.I., Depetris, P.J., 2014. Weathering assessment in the Achala Batholith of the Sierra de Comechingones, Córdoba, central Argentina. I: Granite-regolith fractionation. *Catena* 123:121-134.
- Lecomte, K.L., Pasquini, A.I. y Depetris, P.J., 2005. Mineral Weathering in a semiarid mountain river: Its assessment through PHREEQC inverse modeling. *Aquatic Geochemistry*, 11: 173-194.
- Martínez J.O., Campodonico V.A., Formica, S.M., Depetris, P.J. 2016. “Weathering assessment in the Achala Batholith of the Sierra de Comechingones, Córdoba, Central Argentina. II: major hydrochemical characteristics and carbon dynamics”. *Environ Earth Sci* 75:554.
- Parkhurst, D.L., y Apello, C.A., 1999. User’s guide to PHREEQC (version 2) – a computer code program for speciation, bath-reaction, one-dimensional transport and inverse geochemical calculations: United State Geological Survey Water Resource Investigations Report 99-4259.
- Ruddiman, W.F., Ed., 1997. *Tectonic Uplift and Climate Change*. Plenum Press, Nueva York, 535 p.
- Wohl, E., 2000. *Mountain Rivers*. Water Resources Monographs 14. American Geophysical Union, Washington, D.C., 320 p.



Evaluación de propiedades químicas de suelos en establecimientos hortícolas del cinturón verde bonaerense

Paladino I.R.^{1,2}, Sokolowski A.C.¹, Irigoien J.², Rodriguez H.¹, Gagey M.C.¹, Barrios M.B.¹, De Grazia J.¹, Debelis S.¹, Bujan A.¹

¹Universidad Nacional de Lomas de Zamora, FCA. ²Instituto de Suelos, CNIA. INTA paladino.ileana@inta.gob.ar

Palabras clave: sobrefertilización, producción a campo, producción bajo cubierta.

RESUMEN

El cinturón verde bonaerense se dedica a la producción hortícola-florícola. Sólo una parte de los productores recibe asesoramiento agronómico. En general, se desconoce la calidad del agua de riego, no se analizan los suelos y su manejo se basa en la experiencia particular. El objetivo de éste trabajo fue evaluar algunas propiedades químicas del suelo (CO, Nt, Pext, CE, pH) en producciones hortícolas a campo (AC) y bajo cubierta (BC) de la zona de Florencio Varela. Se analizaron cinco establecimientos AC y cinco BC. Se tomaron muestras compuestas de suelo de 0-20 cm. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en CE, Nt y Pext, con valores inferiores en AC. En ambos casos, los valores de Pext fueron muy altos (473,9 ppm (AC) y 552,24 ppm (BC)). La sobrefertilización es común en las producciones del cinturón verde y se agrava en el caso del P por su escasa movilidad y alta residualidad. Los problemas de exceso de P y alcalinidad incipiente detectados, evidencian la necesidad de realizar análisis químicos del suelo y aguas de riego. Esto evitará generar desequilibrios por sobrefertilizaciones o por uso de aguas no aptas, previniendo la degradación de los suelos y la contaminación de acuíferos

INTRODUCCIÓN

La horticultura puede provocar efectos no deseados: liberar plaguicidas al ambiente, generar residuos o excesos de compuestos que puedan contaminar las napas. En nuestro país no está muy estudiado cómo afecta al suelo este sistema productivo. Es necesario realizar evaluaciones específicas de cómo alteran el agua, el suelo o el aire, las distintas prácticas que se realizan habitualmente durante la conducción de los cultivos (Mitidieri y Corbino, 2012). El presente trabajo pretende contribuir en este sentido.

El cinturón verde bonaerense abarca más de 5.510 km² y comprende los partidos de La Plata, Florencio Varela y Berazategui. El partido de Florencio Varela, tiene una superficie de 19.000 ha donde el 65% son zonas rurales (Rivas, 2010). Las zonas urbanas de dicho partido se encuentran rodeadas por espacios destinados a la actividad agrícola intensiva, aunque existen zonas destinadas a la agricultura extensiva (Alegre, 2016). Generalmente los productores arriendan pequeñas superficies de tierra y pueden tener 1-1,5 ha bajo invernáculos. Esto se complementa con la utilización de un paquete tecnológico que incorpora insumos externos (Gómez *et. al.*, 2013). Los suelos del área poseen textura superficial franco-limosa, en algunos casos franco-arcillosa y franco arcillo-limosa, son levemente ácidos, con buen nivel de materia orgánica (MO) y K, normal a buena provisión N y baja concentración de sales, P y Na. Estas propiedades se modifican de manera importante con los sucesivos cultivos. Se puede observar la tendencia hacia el aumento del pH, el P, el Na, la CE y el Mg y a la disminución de la MO y el N (Balcaza, 2003a). En general, no se analizan los suelos previamente a la fertilización, se desconoce la calidad del agua de riego y sólo la mitad de los productores recibe asesoramiento agronómico (Fernández Lozano, 2012), por tal motivo, el manejo de los suelos se realiza basado en la experiencia particular de cada productor.



IV RAGSU

En sistemas intensivos, el uso de enmiendas orgánicas es una práctica utilizada para mejorar la condición física y química del suelo (Ferrerías *et al.*, 2006; Gómez *et al.*, 2006) Rostagno *et al.* (2003) fundamentan las ventajas de los residuales avícolas en que aportan cantidades importantes de N, P, K y MO. La respuesta a la incorporación de enmiendas orgánicas es variable y depende del cultivo, tipo de suelo, factores climáticos, prácticas de manejo y de las características del material utilizado (Albiach *et al.*, 2001). La práctica de abonado con camas de pollo es muy utilizada por sus aportes en MO, N, P y K (Lima, 2003), sin embargo, su aplicación excesiva es un peligro potencial de contaminación del suelo y los acuíferos. La sobrefertilización es común en las producciones del cinturón verde bonaerense (Andreau *et al.*, 2012; Alconada *et al.*, 2000b) y se agrava en el caso del P por su escasa movilidad y alta residualidad. La salinidad y el pH, son factores importantes a considerar a los fines de elegir el tipo de enmienda o fertilizante orgánico, ya que es común encontrar abundancia de sodio en residuos orgánicos animales, el cual deteriora la estructura del suelo y su estabilidad, reduciendo el drenaje y la capacidad de lavado (Vázquez, 2008).

Atendiendo las problemáticas locales, el Instituto de Desarrollo Local (IDEL) y la FCA-UNLZ crearon un convenio de cooperación técnica en la búsqueda de la inclusión y el desarrollo de pequeños y medianos productores hortícolas-florícolas de Florencio Varela. En el marco de dicho convenio se realizó el presente trabajo que tiene como objetivo evaluar algunas propiedades químicas (MO, Nt, Pext, CE, pH) de los suelos en producciones hortícolas a campo (AC) y en invernáculo o bajo cubierta (BC)

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de muestras compuestas de suelo superficiales (0-20 cm) extraídas durante los meses de junio y julio, se determinó pH actual, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico (CO), N total (Ntot) y P extractable (Pext) en cinco establecimientos con producciones AC y cinco BC. Los establecimientos se encuentran ubicados en el partido de Florencio Varela y hace más de 10 años que se destinan a la producción hortícola. En todos los casos se utilizó cama de pollo, se aplicaron fertilizantes industriales al voleo o por fertirriego y riego por goteo. Todos los productores utilizaron el mismo proveedor de cama de pollo pero en ningún caso se realizó una caracterización nutricional de la misma. Tampoco se analizó el suelo o el agua de riego previo a la fertilización. Las variables edáficas fueron determinadas según las siguientes técnicas: pH actual (potenciometría en dilución 1:2,5), CE (conductimetría), CO por Walkley y Black (Jackson, 1976), Pext por Bray y Kurtz, según la técnica descrita por la Norma IRAM-SAGyP 29570-1 (2010) y Ntot por Kjeldhal, según la metodología descrita por SAMLA (2004). Los efectos del sistema de producción AC y BC, sobre los parámetros medidos, se evaluaron estadísticamente con un análisis de varianza mediante Infostat 2013 (De Rienzo *et al.*, 2008). Las medias significativamente diferentes se separaron usando test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo de 0-20 cm en las producciones analizadas

	pH	CE	CO	Ntot	Pext
BC	7,9a	1,60a	1,75a	0,20a	552,24a
AC	8,2a	0,23b	1,74a	0,17b	473,92b



IV RAGSU

Producción hortícola A Campo (AC) y Bajo Cubierta (BC). pH; CE: Conductividad eléctrica; CO: carbono orgánico (%); Ntot: Nitrógeno total (%); Pext: P extractable (ppm). Letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$)

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en CE, Ntot, y Pext cuyos valores fueron inferiores en AC, lo cual se relaciona a la posibilidad de mayor lavado por lluvias (Tabla 1). Esto coincide con Balcaza (2003b) quien encontró en el cinturón verde bonaerense luego de 12 años en BC incrementos de pH de 6,2 a 8,5, CE de 0,84 a 9 y el Pext de 20,7 ppm a 196 ppm.

El riego puede generar impactos negativos sobre los recursos naturales, entre ellos puede llevar a la salinización y sodificación de los suelos (Casas y Albarracín, 2015). En este estudio, si bien los valores de CE resultaron superiores en BC, no evidenciaron salinización en AC ni en BC. Los valores de pH en ambas producciones resultaron levemente alcalinos. Estos resultados podrían estar condicionados por la calidad del agua de riego proveniente de acuíferos, que en la zona suelen tener elevado contenido de bicarbonato de sodio (Alconada *et al.*, 2000a, Vázquez, 2008).

A diferencia de lo encontrado por Balcaza (2003b), los valores de CO fueron similares en ambas producciones. Cabe aclarar que los contenidos de CO determinados tanto en AC como en BC resultaron menores que los encontrados por otros autores (Andreau *et al.*, 2012; Hurtado, 2006) en suelos prístinos del cinturón verde bonaerense.

El Ntot resultó superior en BC. Dado que ambas producciones se realizaron sobre el mismo tipo de suelo y con similares prácticas de manejo, las mayores pérdidas de N encontradas en AC con respecto a BC podrían tener múltiples causas vinculadas a la ausencia de cobertura. Por desnitrificación en condiciones de ausencia de O_2 cuando la pluviometría es abundante y se producen encharcamientos, por lixiviación cuando la pluviometría es abundante en suelos permeables o por volatilización debido a mayor velocidad del viento sobre el suelo en condiciones AC (Echeverría y García, 2014a). La magnitud de las pérdidas por volatilización dependen de la reacción del fertilizante con el suelo y del pH del mismo, siendo mayores en suelos con pH alcalino (Havlin *et al.*, 2005) como es el caso de los suelos bajo estudio.

El P en el suelo se ve incrementado por la fertilización, los abonos orgánicos y los cationes en el riego (Balcaza, 2003a). En este estudio, tanto en AC como en BC, los valores de Pext fueron muy superiores a los valores normales para la zona: 473,9 ppm en AC y 552,24 ppm en BC, lo cual se atribuye a la sobrefertilización. La intensificación de los sistemas agropecuarios ha tenido como consecuencia una excesiva aplicación de fuentes orgánicas (cama de pollo, efluentes ganaderos, entre otros) generando una acumulación que supera la demanda (Correll, 1998). Asimismo, este proceso se ve incrementado en suelos del cinturón bajo estudio, que tienen elevado contenido de arcilla en profundidad y alta capacidad para retener iones (Vázquez, 2008). Cabe mencionar que los valores de Pext fueron significativamente superiores en BC. Esto se explica ya que, aunque el P es considerado prácticamente inmóvil, puede ser transportado por el agua en AC, vía arrastre superficial adsorbido a coloides orgánicos e inorgánicos, sobre todo cuando se producen lluvias de alta intensidad en suelos arcillosos de baja infiltración. A escala de perfil de suelo, los movimientos de P son menores, aunque en algunos suelos con capas impermeables, el movimiento lateral de agua puede movilizar cantidades significativas de P. También puede existir flujo preferencial a través de fisuras y micro canales, especialmente en suelos arcillosos (Echeverría y García, 2014b) como los de la zona bajo estudio. Ambos procesos contribuyen a la contaminación de los acuíferos y a la eutrofización de los cuerpos de agua.



CONCLUSIONES

En producciones hortícolas del cinturón verde de Florencio Varela, el problema detectado en AC y BC fue el exceso de P y la alcalinidad incipiente, lo cual se encuentra asociado a las prácticas de manejo utilizadas en la zona tales como, el uso de cama de pollo de la cual se ignora su composición, la fertilización sin previo análisis de suelo y el riego con aguas de calidad desconocida. Además, los valores de Pext, CE y Ntot resultan inferiores en AC respecto de BC dada la posibilidad de lixiviado por lluvias. Lo anterior evidencia la necesidad de realizar análisis químicos del suelo y aguas de riego y elaborar buenas prácticas de manejo en conjunto, entre técnicos y productores. Esto permitirá hacer un uso más eficiente de los insumos y evitará generar desequilibrios por sobrefertilizaciones o por uso de aguas no aptas, previniendo la degradación de los suelos y la contaminación de acuíferos.

REFERENCIAS

- Albiach, R.; Canet, R.; Pomares, F. y Ingelmo, F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendment to a horticultural soil. *Biores. Technol.* 76: 125-129.
- Alconada, M.; Zembo, J. y Mortola, N. 2000a. Influencia cualitativa del riego con aguas subterráneas en suelos con producciones intensivas a campo y en invernáculo. 1er Joint World Congress on Groundwater. Brasil.
- Alconada, M.; Giuffre, L.; Huergo, L. y Pascale, C. 2000b. Hiperfertilización con fósforo de suelos Vertisoles y Molisoles en cultivo de tomate protegido. Ed. Facultad de Agronomía 343-347.
- Alegre, S. 2016. Configuraciones territoriales en el periurbano del partido de Fcio. Varela. *Mundo Agrario*, 17(34)
- Andreau, R.; Gelati, P.; Provaza, M.; Bennardi, D.; Fernández, D. y Vázquez, M. 2012. Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. Alternativas de tratamiento. *Ciencia del suelo*. Vol.30, N°2.
- Balcaza, L.F. 2003a. Fertilización de pimiento. *Revista IDIA XXI Sección Pimiento* pp 114-120
- Balcaza, L.F. 2003b. Deterioro de los suelos bajo invernáculo. *Revista IDIA XXI Sección Floricultura* pp196:200
- Casas, R. y Albarracin, G. 2015. El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina. 1^{er} edición. CABA. FECIC. Tomo I. pp: 319-349 y pp: 871-897
- Correl, D. 1998. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters. A review. *J.Env.Qual.* 27:261-266
- De Rienzo, A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, W. 2008. Infostat software estadístico. Infostat versión 2008. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echeverría, H.E. y García, F.O. 2014a. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. 2da Edición. Bs. As. Ediciones INTA. Capitulo 7 pp 189:228
- Echeverría, H.E. y García, F.O. 2014b. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. 2da Edición. Bs. As. Ediciones INTA. Capitulo 34 pp 871:897
- Fernández Lozano, J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina. Corporación del Mercado Central de Bs. As. http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf



IV RAGSU

- Ferrerias, L.; Gómez, E.; Toresani, S.; Firpo, I.T. y Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in horticultural soil. *Biores. Technol.* 97: 635-640.
- Gómez, E.; Ferrerias, L. y Toresani, S. 2006. Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Biores. Technol.* 97: 1484-1489.
- Gómez, C.; Mediavilla, M.C. y Pineda, C. 2013. "Organizaciones de productores Bolivianos en el Cinturón Hortícola Platense y el desafío de alcanzar un modelo de producción cada vez más inclusivo y sustentable". Capítulo 11 en *Migrantes bolivianos en el periurbano bonaerense. Memorias, producciones, políticas, trabajo, tecnología, organizaciones*. Coordinadora: María Carolina Feito. Ediciones INTA.
- Havlin, J.L.; Beaton, J.D.; Tisdale, S.L. y Nelson, W.L. 2005. Nitrogen p 97-159. In: Havlin, J.L.; Beaton, J.D.; Tisdale, S.L. y Nelson, W.L (eds) *Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management*. 7th ed. Pearson Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey Usa.
- Hurtado, M. (2006). *Análisis ambiental del partido de La Plata: Aportes al ordenamiento territorial*. Ed: Hurtado, M; Giménez, JE; Cabral, MG. Buenos Aires, Consejo Federal de Inversiones.
- Jackson, M.L. 1976. *Análisis químicos de suelo*. Ediciones OMEGA, S.A. Casanova 220 Barcelona Tercera Edición.
- Lima, I. 2003. Converting poultry litters into activated carbon. *World Poult.* 19: 28
- Mitidieri, M. y Corbino, G. 2012. *Manual de horticultura periurbana*. 1^{ra} ed. San Pedro, Bs As. Ed. INTA.
- NORMA IRAM- SAGyP 29570-1.2010. Norma Argentina. Calidad ambiental y calidad de suelo. Determinaciones de fósforo extraíble de los suelos. 1era edición. 20 pp.
- Rivas, I. 2010 *Gestión ambiental para el ordenamiento territorial del Partido de Florencio Varela, Área Metropolitana de Buenos Aires Rev. Asoc. Geol. Argent. vol.66 no.4*
- Rostagno, H.S., Dionizio, M., Paez, L.E.; Butery, C.B. & Albino, L.F. 2003. Impacto de la nutrición de pollos de engorde sobre el medio ambiente. *Memorias XVIII Congreso Latinoamericano de la Avicultura*. Bolivia, p. 431
- SAMLA. 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina. Dirección de Producción Agrícola. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de Suelos Agua, Vegetales y Enmiendas Orgánicas. Buenos Aires, Argentina. 120 pp.
- Vázquez, M. y Terminiello A. 2008. Recuperación de suelos degradados de pequeños productores del cinturón hortícola del Gran La Plata. Valoración del problema y estrategias correctivas. FCAyF, UNLP.
http://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/2008.Manual_cinturón_hortícola_La_Plata_directora_Mabel_vazquez.pdf.



Importancia de los minerales accesorios en el control de la química del agua del acuífero pampeano en la provincia de Buenos Aires

Mélanie Vital¹, Damien Daval², Alain Clément², Sandra L. Quiroga³, Bertrand Fritz², Daniel E. Martínez¹

¹ Instituto de Geología de Costas y Cuaternario – IIMyC. Mar del Plata, Buenos Aires.

² Université de Strasbourg/EOST, CNRS, Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg, France.

³ Departamento de Química – Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Buenos Aires.

Contacto: ingagr.melanie.vital@gmail.com

Palabras clave: Acuífero Pampeano, Ensayos batch, Cinéticas de disolución

RESUMEN:

El acuífero Pampeano del sudeste de la provincia de Buenos Aires está constituido principalmente de sedimentos de tipo loess y concreciones o capas de tosca. Su hidroquímica se estudia generalmente desde el punto de vista del equilibrio químico entre las fases minerales y acuosas. Los minerales que forman la matriz de este acuífero se consideran ser las fases reactivas responsables de la química del agua subterránea. Se realizaron experimentos de disolución en ensayos Batch con muestras de tosca y loess de un afloramiento al sur de la ciudad de Mar del Plata, con el objeto de mejorar la comprensión del origen de la química del agua del acuífero Pampeano. Los diferentes minerales que componen las muestras de loess y tosca fueron cuantificados por difracción de rayos X y el método del refinamiento de Rietveld además de microscopía electrónica de barrido con microanálisis por dispersión de energía de rayos X (SEM-EDS). Los minerales identificados y sus proporciones se utilizaron para ejecutar simulaciones de cinéticas de disolución con el software KINDIS. Los datos experimentales se compararon con los datos simulados. Esta investigación mostró que los minerales accesorios detectados por microscopía son de gran importancia para el control de la composición química de las aguas subterráneas de esta zona.

INTRODUCCIÓN:

Los sedimentos Pampeanos son una serie de depósitos sedimentarios, principalmente formados por limo, arena fina y arcillas, en su mayoría de origen eólico y fluvial, de edad Cenozoico Superior (Frenguelli, 1956). Estas secuencias forman, desde el punto de vista hidrogeológico, un sistema de acuífero no confinado-semiconfinado, que se extiende en un área de más de un millón de km², en la región Chaco-Pampeana llana. Estos sedimentos están constituidos principalmente por silicatos (cuarzo, plagioclasas) y 2 a 4% de carbonato de calcio (tosca). En la zona de estudio, Martínez y Osterrieth (2013) mencionan la presencia de fases de sílice amorfa como vidrio volcánico o biominerales de sílice (fitolitos). En general, la composición del suelo es homogénea, y la mayor parte de sus componentes provienen de erupciones volcánicas (Teruggi, 1957; Tricart, 1973). Los estudios previos destinados a comprender la composición del agua de acuífero pampeano generalmente se basan en la teoría del equilibrio químico (Logan et al., 1999; Martínez y Bocanegra, 2002; Glok Galli et al., 2014; Martínez et al., 2014; Zabala et al., 2015), siguiendo la perspectiva tradicional del trabajo pionero de Garrels y Crist (1965). Sin embargo, la mayor parte de los sedimentos son compuestos de sílice con velocidades de disolución baja, por lo cual es importante integrar un enfoque cinético al estudio geoquímico de este acuífero. La composición de esta matriz se basa en estudios sedimentológicos o mineralógicos, como el trabajo pionero de Teruggi (1957). Sin embargo, la determinación de la cinética de disolución mineral es un paso esencial para una mejor comprensión de los procesos geoquímicos. El objetivo de este trabajo es evidenciar el origen de la composición química del agua subterránea en el acuífero Pampeano,



con un estudio mineralógico de las muestras estudiadas, experimentos de disolución en laboratorio y modelado geoquímico con un enfoque cinético.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Los experimentos de disolución en reactores Batch se realizaron sobre muestras de loess y tosca. Análisis mineralógicos se realizaron utilizando difracción de rayos X (DRX) y el refinamiento de Rietveld. Microscopía electrónica de barrido (SEM) con espectrometría de energía dispersiva de rayos X (EDS) se utilizaron para determinar las fases químicas de las muestras. Los resultados experimentales se compararon con la disolución cinética simulada desde el software KINDIS (Madé et al., 1994). El software KINDIS (cinética de disolución), desarrollado en el LHYGES (Laboratorio de Hidrología y Geoquímica) en Estrasburgo, Francia, integra las leyes de velocidad cinética para reacciones de disolución además de las leyes termodinámicas aplicadas a los cálculos para la simulación de la interacción agua-roca. Para modelar interacciones agua-roca como una función del tiempo, se requieren velocidades de disolución de los minerales primarios. Se usaron los valores de las constantes de velocidad de disolución de Palandri y Kharara (2004) y de Frayse et al. (2009). Las simulaciones se hicieron primero con los minerales detectados y cuantificados por DRX y Rietveld realizados sobre las muestras de loess y tosca. Posteriormente, las simulaciones se realizaron con los minerales detectados por DRX y SEM/EDS en loess y tosca. En una tercera simulación, la cantidad de cada mineral se ajustó para adaptarse a los datos experimentales. Por último, las velocidades de disolución de sílice amorfa inorgánica (vidrio volcánico) y fitolitos se usaron para ajustar la concentración simulada de sílice a las concentraciones medidas experimentalmente. El conjunto de fases reactivas de la última simulación para las muestras de loess y tosca se utilizó para llevar a cabo una simulación cinética adicional con un tiempo de residencia de 40 años, según los valores estimados por $^3\text{H} / ^3\text{He}$ y CFC de (Martínez et al. 2016). El resultado de estas últimas simulaciones se compararon con valores de concentraciones de iones medidos en el acuífero pampeano en la zona de trabajo (Martínez et al. 2013).

RESULTADOS:

La cuantificación de los minerales mediante difracción de rayos X y el refinamiento de Rietveld demostró que los principales minerales de la muestra de loess son plagioclasas (~70% en peso), y alrededor de 30% en peso de cuarzo. Este resultado es consistente con los estudios de Tricart (1973), Teruggi (1957) y Pye (1995). El mineral principal que se encuentra en la tosca es calcita (hasta 95% en peso), pero 1-5% en peso de cuarzo también se cuantificó por XRD / Rietveld. Algunos minerales como la halita, barita o fluorapatita no se detectaron en los polvos estudiados por XRD, y sólo pudieron ser identificados por microscopía electrónica de barrido. Los experimentos Batch y las simulaciones realizadas con el enfoque cinético por el software KINDIS demuestran que la composición química del agua subterránea no puede obtenerse solamente considerando un equilibrio termodinámico con los principales minerales. Los minerales accesorios detectados por SEM / EDS tuvieron que ser incluidos en los modelos para alcanzar concentraciones similares de aniones y cationes. Los estudios con KINDIS de la disolución de loess mostraron que el pH de la solución se incrementó como una función del tiempo cuando la solución está en contacto con cuarzo y feldspatos. Aun así, fue necesario añadir 0,1% en peso de calcita para obtener valores de pH experimental y simulado similares. La adición de calcita también permite aumentar la concentración de Ca^{2+} , pero no lo suficiente. Como consecuencia, el yeso también se añadió a las fases minerales que reaccionan. El yeso no se pudo detectar por difracción de rayos X o

por microscopía electrónica en la muestra estudiada. Sin embargo, muchos estudios mencionan la presencia de yeso en el acuífero Pampeano (Sainato et al. 2000, Sainato et al. 2003, Quirioz Londoño et al. 2008, Zabala et al. 2015). La simulación llevada a cabo con la adición de 2% en peso de barita sobreestimó la concentración acuosa de bario, por lo que la presencia de yeso en el modelo permite el ajuste de la concentración de sulfatos de la simulación a los datos experimentales. El aumento de Na^+ en la primera simulación se puede explicar por disolución de labradorita. Sin embargo, se agregó 0,2% en peso de halita en los parámetros de simulación para proporcionar una mejor concordancia con los resultados de los experimentos, haciendo hincapié en la importancia de este mineral accesorio. Finalmente, el aumento del porcentaje de fluorapatita a más de 2% en peso en el modelo no pudo mejorar la concentración de fluoruro en la solución la cual es siempre menor que la concentración experimental.

Para simular la disolución de tosca, la adición de minerales accesorios como halita, fluorapatita y yeso también fue necesaria para que coincida con los datos experimentales. Sin embargo, la concentración de Ca^{2+} simulado es mayor que la concentración observada, posiblemente revelando reacciones de intercambio catiónico durante los experimentos en Batch.

En las simulaciones de experimentos de disolución de loess y de tosca, se requiere la adición de sílice amorfa para aumentar la concentración de SiO_2 (aq) de las soluciones. Sin embargo, en la disolución de loess (figura 1) el aumento de la sílice amorfa inorgánica hasta 25% en peso (simulación 4) no permitió llegar al valor experimental de sílice acuoso. En cambio, la adición de sólo el 1% de silicofitolitos al modelo (simulación 5) resultó en un muy buen ajuste.

Las simulaciones adicionales sobre un periodo de 40 años proporcionaron un ajuste satisfactorio a los valores de concentraciones medidas en el acuífero pampeano y validó la importancia del enfoque cinético (tabla 1). Los valores predichos de aluminio en la simulación de más de 40 años y la concentración medida de aluminio en el acuífero Pampeano son muy similares, lo que implica que la proporción de plagioclasas en los parámetros de entrada de los modelos fueron bien definidas. Por otra parte, las concentraciones de sodio y cloruro observadas y simuladas son parecidas, lo que evidencia la importancia de la halita en salinidad del agua. Por último, la concentración de fluoruro

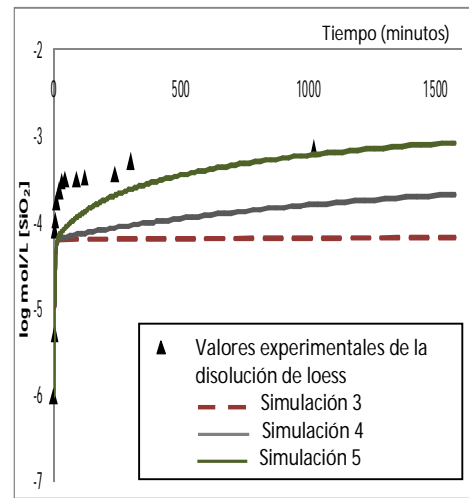


Figura 1. Resultados experimentales de [Si] vs. resultados simulados en disolución de loess, simulación 3 (S3) (-) corresponde a simulación con labradorita y cuarzo. En la simulación 4 (-) se agregó ceniza volcánica a S3 y en la simulación 5 (-) se agregó fitolitos de sílice a S3.

Tabla 1: Comparación de los valores de concentración de distintos iones medidos en el agua del acuífero pampeano con valores de simulaciones de disoluciones de loess y tosca por una duración de 40 años.

	pH	[Al] [*]	[Na ⁺] [*]	[Ca ²⁺] [*]	[F] [*]	[SiO ₂] [*]	[SO ₄ ²⁻] [*]	[Cl] [*]
Pampeano								
acuífero	7.50	-4.13	-2.26	-2.82	-4.50	-2.99	-3.63	-2.56
Loess	8.06	-4.45	-2.76	-3.13	-5.20	-2.70	-3.51	-2.70
Calcrete	8.01	-4.49	-2.82	-2.61	-5.60	-2.70	-2.69	-2.82

*log concentration in mol/L

medido en el acuífero Pampeano es superior a los valores de las simulaciones lo que confirma que alguna fuente potencial de fluoruro no fue detectada por XRD o SEM/EDS, tal como



fuera observado por García et al., 2012).

CONCLUSIONES:

Los minerales predominantes en la muestra de loess son cuarzo y plagioclasas. Sin embargo, minerales accesorios como halita, barita y fluorapatita también se detectaron mediante SEM / EDS. En la tosca, calcita y cuarzo se encontraron con trazas de halita y fluorapatita. Los experimentos por Batch se llevaron a cabo en muestras de loess y tosca, y los resultados se compararon con la cinética de disolución de simulaciones realizadas con el software KINDIS. Los resultados simulados se ajustaron a los resultados experimentales con adición de halita, barita, fluorapatita y también yeso y biominerales de sílice en los parámetros de los modelos. En general, este estudio demuestra la importancia de los minerales accesorios para la química del agua del acuífero Pampeano, poniendo en relieve la importancia de los fitolitos sobre el contenido de sílice de las aguas subterráneas, y por otro lado, que el contenido de fluoruro es el resultado de la disolución de diferentes minerales que contienen fluor como fluorapatita, fluorita o F-biotita.

REFERENCIAS:

- Frayse F, Pokrovsky OS, Schott J, and Meunier JD, (2009) Surface chemistry and reactivity of plant phytoliths in aqueous solutions *Chemical Geology* 258(3) pp 197-206
- Frenguelli J, (1956) Rasgos generales de la hidrografía de la Provincia de Buenos Aires LEMIT II (1956) pp 1-19
- García MG, Lecomte KL, Stupar Y, Formica SM, Barrionuevo M, Vesco M, Ponce R, (2012) Geochemistry and health aspects of F-rich mountainous streams and groundwaters from sierras Pampeanas de Cordoba Argentina *Environmental Earth Sciences* 65(2) 535-545
- Garrels RM and Christ CL (1965) *Solutions Minerals and Equilibria* Harper and Row (ed) New York 450p
- Glok Galli MG, Martínez DE, Kruse EE, Grondona SI, Lima ML, (2014) Hydrochemical and isotopic characterization of the hydrological budget of a MAB Reserve : Mar Chiquita lagoon province of Buenos Aires Argentina *Environmental earth sciences* 72(8) pp 2821-2835
- Logan WS, Auge MP, and Panarello HO, (1999) Bicarbonate Sulfate and Chloride Water in a Shallow Clastic-Dominated Coastal Flow System Argentina *Ground water* 37(2) pp 287-295
- Madé B, Clément A, Fritz B (1994) Modelling mineral/solution interactions: The Thermodynamic and Kinetic Code KINDISP *Computers and Geosciences* Vol 20 N°9 p 1347-1363
- Martínez D, and Bocanegra E, (2002) Hydrogeochemistry and cation-exchange processes in the coastal aquifer of Mar Del Plata Argentina *Hydrogeology Journal* 10(3) pp 393-408
- Martinez DE, and Osterrieth MO, (2013) Hydrochemistry of an aquifer in Quaternary loess like sediments in the Pampeano Plain Argentina *Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia Colombia* Vol 66: 9-23 ISSN 0120-6230
- Martínez DE, Fourré E, Londoño OQ, Jean-Baptiste P, Galli MG, Dapoigny A, and Grondona SI, (2016) Residence time distribution in a large unconfined-semiconfined aquifer in the Argentine Pampas using $3\text{H}/3\text{He}$ and CFC tracers *Hydrogeology Journal*, pp 1-14
- Martinez DE, Moschione E, Bocanegra E, Glok Galli M, Aravena R, (2014) Distribution and origin of nitrate in groundwater in an urban and suburban aquifer in Mar del Plata Argentina *Environmental Earth Sciences* Vol 72 (6): 1877-1886



IV RAGSU

- Palandri JL, and Kharaka YK (2004) A compilation of rate parameters of water-mineral interaction kinetics for application to geochemical modeling. Geological Survey menlo park ca.
- Pye K, (1995) The nature, origin and accumulation of loess. *Quat. Sci. Rev.*, 14 (7–8) (1995), pp. 653–667
- Quiroz Londoño O.M., Martínez DE, Dapeña C, and Massone H, (2008) Hydrogeochemistry and isotope analyses used to determine groundwater recharge and flow in low-gradient catchments of the province of Buenos Aires Argentina *Hydrogeology Journal* 16(6) pp 1113-1127
- Sainato C, Galindo G, Pomposiello C, Malleville H, de Abelleira D, and Losinno B, (2003) Electrical conductivity and depth of groundwater at the Pergamino zone (Buenos Aires Province Argentina) through vertical electrical soundings and geostatistical analysis *Journal of South American Earth Sciences* 16(2) pp 177-186
- Sainato C, Pomposiello MC, Landini A, Galindo G, and Malleville H, (2000) Hydrogeological sections of the Pergamino basin (Buenos Aires province Argentina): audio magnetotelluric and geochemical results *Revista Brasileira de Geofísica* 18(2) pp 187-200
- Teruggi ME, (1957) The nature and origin of Argentine loess *Journal of Sedimentary Research* 27(3)
- Tricart J, (1973) Geomorfología de la Pampa Deprimida: base para los estudios edafológicos y agronómicos; Plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación Inst Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA
- Zabala ME, Manzano M, and Vives L, (2015) The origin of groundwater composition in the Pampeano Aquifer underlying the Del Azul Creek basin Argentina *Science of the Total Environment* 518 pp 168-188



Principal Component Analysis (PCA) to the study of levels and congeners distribution of PCBs in soils and sediments from the southwest of Buenos Aires province

Norma Tombesi^{1*}, Karla Pozo^{2,3,4}, Mónica Alvarez¹, América Metzdorff¹, Petra Pribylova², Petr Kukucka², Ondrej Audy², Jana Klanova²

1. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Química. Av. Alem 1253. 8000 Bahía Blanca. Argentina. norma.tombesi@uns.edu.ar

2. Masaryk University, Faculty of Science, Research Center for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Kamenice 753/5, 625 00, Brno, Czech Republic

3. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ciencias, Alonso de Ribera 2850, 407 01 29 Concepción, Chile

4. Department of Physical, Earth and Environmental Sciences, University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy

Keywords: PCBs, sediments, soils, PCA

ABSTRACT

PCA was used in order to deepen the results obtained for 7 PCBs congeners analyzed in four surface sediments collected from the northern shore of the Bahía Blanca estuary (S1 to S4) and in nine soils from different locations of the Bahía Blanca city (B1 and B2) and the nearby region (R1 to R7), about 100 km around the city, on the Southwest of Buenos Aires Province. The PCB congeners studied (PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, and -180) are considered as indicators due to their relatively high concentrations in technical mixtures and their wide chlorination range (3-7 chlorine atoms per molecule) (Webster *et al.*, 2013). Results showed that the two first principal components explained the 91.07% of the total variability present in the data set. PC1, which explains 69.16% of the variability, characterizes the separation between soil samples of Bahía Blanca city from both urban and industrial zone (B1 and B2) + sediments from the Bahía Blanca estuary, next to port and industrial activities (S2 to S4) and soils from different sites located in the southwest of the Buenos Aires Province (R1 to R7), while the sediment more away from the industrial/urban area (S1) remain in the axis. On the other hand, the PC2 axis, which explains 21.91% of the total variability, draw a distinction between soils from urban and industrial zone of Bahía Blanca city + sediment next to an industrial discharge point (S3) (scored positively) and the rest of sediment samples of the estuary (scored negatively), while the rest of the samples do not exhibited a marked differentiation on PC2. The biplot graphic representation of the PC analysis also reveals the relationship between congener composition of PCBs (represented by number of Cl) and sample locations. All the PCBs congeners were clustered positively on PC1, and the variability is observed on PC2: the content of 7-Cl and 3-Cl PCBs congeners were clustered negatively and linked to soil samples S2 and S4 and, and 6-Cl and 5-Cl PCBs congeners clustered positively and linked to B1, B2 and S3 samples, while 4-Cl congener do not present a significant contribution to differentiate the studied samples. PCA was used as a first tool in order to evaluate possible associations between the origin of PCBs and samples sites. Taking into account the wide variety of sources of PCBs congeners, i.e. direct inputs, land runoff or atmospheric deposition, and different degradation pathways, probably studies with bigger data sets will be necessary to reach clearer conclusions.



INTRODUCTION

The study of trace organic contaminants in coastal marine environments and especially in estuarine systems is of great importance since these areas are biologically productive and receive considerable pollutant inputs from landbased sources via river runoff and sewage outfalls (Gonzalez-Macías et al., 2007). Bahía Blanca city is an important urban and industrial emplacement, located on the southwest coast of the Buenos Aires province, in Argentina.

The Bahía Blanca Estuary constitutes an ecosystem unique in the world by its physical, geographic and biological characteristics (Zilio et al, 2013). The special features of this area made that most studies of POPs in the Bahía Blanca region are mainly focused on the estuarine zone, and very little is known about the potential contribution of trace organic contaminant levels from the urban and industrial settlements on its surrounding region in the Southwestern area of Buenos Aires province. Up to this moment, there is only one report on PCBs levels in sediments of the Bahía Blanca estuary (Arias et al., 2013). Therefore we are identifying and quantifying levels of POPs in surface sediments from the northern shoreline of the Bahía Blanca estuary and in soil samples of the Bahía Blanca city and surrounding region in the southwest of the Buenos Aires province, Argentina. PCBs were widely used in industry as heat exchange fluids, in electric transformers and capacitors, and as additives in paints, carbonless copy paper, and plastics. They are included in the initial 12 POPs listed by the Stockholm Convention (SC) in 2004. Argentina - a member of the Group of the Latin American and Caribbean Countries (GRULAC) - ratified the Stockholm Convention and became a Party in 2005 (SAyDS, 2005). Particularly in this study we addressed the evaluation of PCB congener composition and the relationship with the sampling sites through PCA analysis.

STUDY AREA

Geographic coordinates and description of the sampling sites for soils and sediments samples from the southwest of Buenos Aires Province and Bahía Blanca city and estuary are presented in Table 1. Site locations are showed in Figure 1.

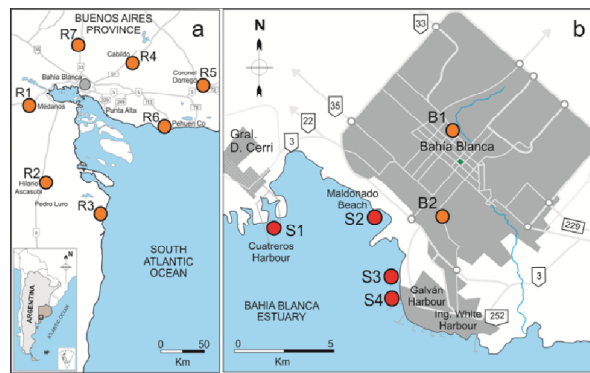
Table 1 Geographic coordinates and description of the sampling sites

Site Sample	code	Latitude/ Longitude	Area description / use
Sediments			
Cuaterros Harbor	S1	38° 44' 31'' / 62° 23' 11''	intertidal zone / recreational fishing
Maldonado	S2	38° 45' 44'' / 62° 19' 25''	intertidal zone / recreational (Park)
PBB	S3	38° 45' 43'' / 62° 18' 15''	intertidal zone / petrochemical industry effluent discharge point
Galván Harbor	S4	38° 46' 40'' / 62° 18' 18''	intertidal zone / close to logistic facilities for bulk liquid fuels transportation
Soils			
Bahía Blanca city	B1	38° 42' 03'' / 62° 16' 03''	urban
Bahía Blanca city	B2	38° 45' 32'' / 62° 17' 09''	industrial/urban
Médanos	R1	38° 49' 22'' / 62° 41' 34''	urban
Hilario Ascasubi	R2	39° 23' 27'' / 62° 37' 39''	rural, agricultural-livestock area close to urban cluster (< 2 km)
La Chiquita	R3	39° 35' 16'' / 62° 06' 04''	small seaside resort (recently become a fishing beach)

Cabildo	R4	38° 34' 19"/ 61° 53' 39"	agricultural-livestock
Dorrego	R5	38° 44' 21"/ 61° 15' 38"	rural, agricultural-livestock area close to small aerodrome and urban cluster (< 2 km)
Pehuen-Co	R6	39° 00' 11"/ 61° 33' 51"	urban seaside resort
Napostá	R7	38° 26' 32"/ 62° 17' 15"	agricultural-livestock

RESULTS AND DISCUSSION

The pattern distribution of PCB congener concentrations (ng g⁻¹ dw) found in sediment (S1 to S4) and soils (B1, B2, and R1 to R7) from the Bahía Blanca and surrounding region is presented in Figure 2. The highest levels of the PCB congeners were observed in sediment (S1 to S4) and soil (B1, B2 and R1) samples related to urban and industrial activities.



PCA was used in order to deepen the results obtained for 7 PCBs congeners. The PCB congeners studied (PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, and -180) are considered as indicators due to their relatively high concentrations in technical mixtures and their wide chlorination range (3-7 chlorine atoms per molecule) (Webster et al., 2013). Exploratory PCAs were conducted to examine the relationships between PCB congener patterns and sampling sites. PCA was conducted using XLSTAT (2016.05).

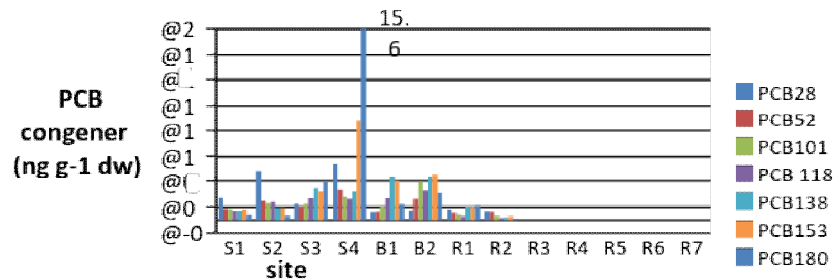


Figure 2 PCB congener concentrations (ng g⁻¹ dw) in the collected samples

Results showed that the two first principal components explained the 91.07% of the total variability present in the data set (Figure 3). PC1, which explains 69.16% of the variability, characterizes the separation between soil samples of Bahía Blanca city from both urban and

industrial zone (B1 and B2) + sediments from the Bahía Blanca estuary, next to port and industrial activities (S2 to S4) and soils from different sites located in the southwest of the Buenos Aires Province (R1 to R7), while the sediment more away from the industrial/urban area (S1) remain in the axis.

On the other hand, the PC2 axis, which explains 21.91% of the total variability, draw a distinction between soils from urban and industrial zone of Bahía Blanca city + sediment next to an industrial discharge point (S3) (scored positively) and the rest of sediment samples of the estuary (scored negatively), while the rest of the samples do not exhibited a marked differentiation on PC2.

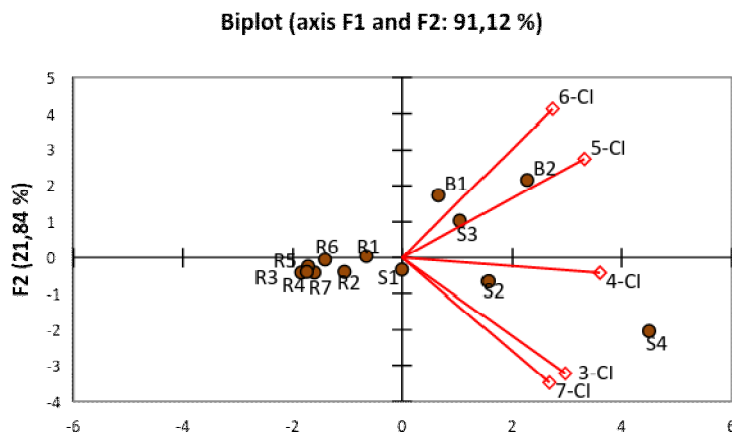


Figure 3 PCA scores plots based on PCB congeners in the collected samples

The biplot graphic representation of the PC analysis also reveals the relationship between congener composition of PCBs (represented by number of Cl) and sample locations. All the PCBs congeners were clustered positively on PC1, and the variability is observed on PC2: the content of 7-Cl and 3-Cl PCBs congeners were clustered negatively and linked to sediment samples S2 and S4 and, and 6-Cl and 5-Cl PCBs congeners clustered positively and linked to B1, B2 and S3 samples, while 4-Cl congener do not present a significant contribution to differentiate the studied samples.

CONCLUSIONS

PCA was used as a first tool in order to evaluate possible associations between the origin of PCBs and samples sites. Taking into account the wide variety of sources of PCBs congeners, i.e. direct inputs, land runoff or atmospheric deposition, and different degradation pathways, probably studies with bigger data sets will be necessary to reach clearer conclusions.

ACKNOWLEDGMENTS to Universidad Nacional del Sur, PGI MAyDS project (Principal investigator, PI: N. Tombesi), National Sustainability Programme of the Czech Ministry of Education, Youth and Sports (LO1214), RECETOX research infrastructure (LM2015051), and Fondecyt 1161673 project (PI: K. Pozo).

REFERENCES

González-Macías, C., Schifter, I., Lluch-Cota, D. B., Méndez-Rodríguez, L., & Hernández-Vázquez, S. (2007). *Environmental monitoring and assessment*, 133(1-3), 187-207.



IV RAGSU

- Webster L., Roose P., Bersuder P., Kotterman M., Haarich M., Vorkamp K. 2013. *International Council for the Exploration of the Sea (ICES)*.
- Arias, A. H., Vazquez-Botello, A., Diaz, G., & Marcovecchio, J. E. (2013). *International Journal of Environmental Research*, 7(4), 925-936.
- SAYDS (Secretary of Environment and Sustainable Development of Argentina), 2005. Law Text 26011, Ratification of the Stockholm Convention, <http://www.ambiente.gov.ar/>



Prospección microbiológica por radioisótopos en la cuenca neuquina

Scotti Adalgisa^{ab}, Rojas Guillermo^c, Servant Marcela^c

^aFacultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, ARGENTINA

^bInternational Center for Earth Sciences (ICES), Comisión Nacional de Energía Atómica

^cComisión Nacional de Energía Atómica Regional Cuyo

e-mail: scotti@cnea.gov.ar

Palabras Clave: Prospección, Microbiología, Radioisótopos, Cuenca Neuquina

RESUMEN

El transporte y depósito de Uranio está relacionado con el potencial redox (Eh) y el pH existente en la celda geológica. La mineralización uranífera en presencia de hidrocarburos está vinculada con el potencial de reducción proveniente de la biodegradación del petróleo pesado (1,2). A nivel de superficie la composición bacteriana es modificada por la presencia de gases provenientes de la biodegradación (3,4). El objetivo de este trabajo es incorporar un método microbiológico de prospección en superficie para aquellos depósitos de U, Th y K que se encuentren en profundidad. Nuestra hipótesis establece que la relación microbiana *Bacillus sp*/Mesófilas aeróbicas (B/MT) totales está vinculada con la biodegradación de petróleo pesado y la precipitación uranífera, haciendo de esta relación bacteriana un método complementario de prospección microbiológica de radioisótopos (5). Se recolectaron 20 muestras de suelo en la cuenca petrolífera Neuquina para el análisis: microbiológico, espectrométrico, radimétrico total y químico para U, Th y K radioactivo. Se realizó un análisis estadístico mediante componentes principales utilizando el programa Statistica 7 y se estudiaron las zoneografías correspondientes. El análisis estadístico mostró la correlación altamente significativa entre la relación (B/MT) y las concentraciones de K (en %), U y Th radioactivos (en ppm).

INTRODUCCIÓN

La asociación de la mineralización de uranio con bitúmenes está ampliamente conocida para numerosos depósitos de este elemento. Si bien el petróleo no puede ser considerado como una fuente de uranio o como el fluido que transportó al mismo, las relaciones que existen entre roca portadora u hospedante y los yacimientos de petróleo, son evidentes. Se encuentran numerosas manifestaciones de bitúmenes uraníferos en diversos tipos litológicos como areniscas, conglomerados y brechas de falla y en diferentes períodos geológicos como el Precámbrico, Cámbrico, Pérmico, Triásico, Cretácico y Terciario, siempre relacionadas a cuencas sedimentarias (Fig. 1).

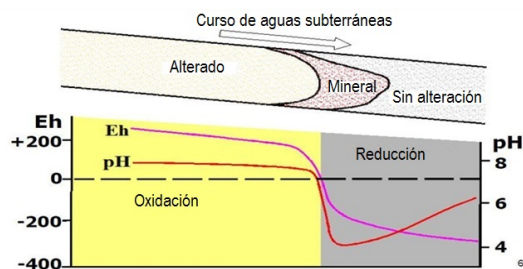
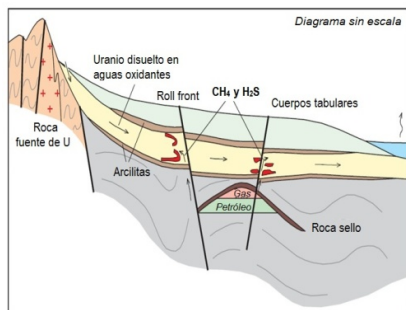


Figura 1.(Izquierda) Diagrama de mineralización uranífera en presencia de hidrocarburos. Modificado de Jaireth,S. et al. (2008).

Figura 2. (Derecha) Condiciones de Eh-pH durante el transporte y deposición de U. Modificado de Pourbaix, M., Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions.

La biodegradación de petróleos asociados a las mineralizaciones de uranio fue observada en numerosos depósitos y yacimientos mundiales y, a modo de ejemplo, en Temple Mountain, Utah y en Grand Canyon, Arizona, ambos en los Estados Unidos de América, y en Lodève, Francia (Landais,1989). En la Argentina, se ha verificado la íntima relación del uranio a petróleo pesado en el yacimiento Huemul, ubicado en el departamento de Malargüe, Mendoza. Es el único ejemplo nacional y que ha sido explotado por la CNEA hace ya varias décadas.

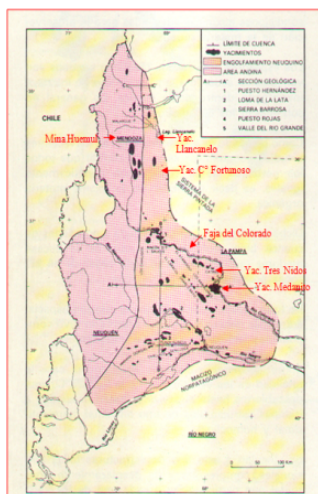


Tabla 1.(derecha).Potencial redox a pH 7 y Oxígeno disuelto requerido para cada una de las parejas redox descritas (Lehninger, A., 2005).

Parejas Redox	Eh, (milivoltios)	Oxígeno disuelto (mg/L)
$\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-$	+450 a +400	4,0
$\text{NO}_2^- / \text{NH}_3$	+400 a +350	0,4
$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$	+300 a +200	0,1
$\text{SO}_4^{2-} / \text{S}^{2-}$	-150 a -200	0,0
$\text{CO}_2 / \text{CH}_4$	-250 a -300	0,0

Figura 3.(izquierda) Yacimientos de hidrocarburos sobre el borde de la cuenca Neuquina con petróleo pesado o con evidencias de posible biodegradación (indicados con flechas rojas) (Tomado y modificado de Turic et al. 1987)

Fue objeto de estudio la mineralogía y la génesis del yacimiento en numerosos trabajos y, particularmente, Brodtkorb (1966) determinó la existencia de cuatro tipos de petróleos pesados o asfaltos, discriminados por sus propiedades ópticas, siendo sólo uno de ellos el portador de la pechblenda que es el mineral preponderante en la mina. Estudios posteriores a nivel mundial determinaron, concluyentemente, que esa capacidad reductora, en condiciones favorables de Eh y pH (Fig. 2), está dada por un proceso de destrucción progresiva de hidrocarburos lineales dejando un residuo viscoso y pesado. En la cuenca Neuquina se conocen petróleos biodegradados y presenta notorios efectos de ese proceso en los sectores someros de la misma, principalmente, en aquellos próximos a los bordes de la cuenca, denominado también, plataforma (Fig. 3). Es un ejemplo de que la biodegradación es un fenómeno de tipo regional por la amplia distribución, ya sea en subsuelo como en superficie, de hidrocarburos alterados biológicamente. Las mejores condiciones precipitantes se darían a menores profundidades y en sectores más cercanos al borde de la cuenca. Estos petróleos se han originado en la Formación Vaca Muerta (Cevallos 2011).

Algunas bacterias pueden convertir compuestos químicos peligrosos en otras formas menos nocivas para la vida y por ello son ideales para la limpieza de zonas con derrame de petróleo y, de forma general, en el tratamiento de residuos tóxicos (Batista García 2011; Sanket. 2008). Los aceptores de electrones más comúnmente utilizados por los microorganismos son



IV RAGSU

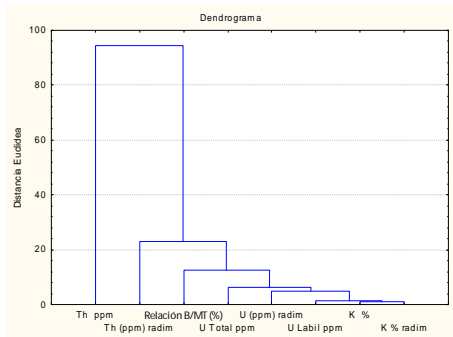
el oxígeno (en el caso de aeróbicas), los nitratos, el hierro (III), los sulfatos y el dióxido de carbono (en anaeróbicas), (Tabla 1, Lehninger 2005). A nivel de superficie la composición bacteriana es modificada por la presencia de diversa concentración de gases provenientes de la biodegradación. La base científica de los métodos de prospección microbiológica de exploración y prospección de petróleo consiste en la migración de hidrocarburos ligeros gaseosos, como: metano (C1), etano (C2), propano (C3) y butano (C4), desde el reservorio hasta la superficie del yacimiento y en la asimilación de estos compuestos hidrocarbonados por grupos específicos de microorganismos que habitan el subsuelo de estos ecosistemas (Rasheed 2008; McLee 1972; Batista García 2011). También hay diversos biomarcadores, que indican el tipo de degradación que tiene el petróleo. Estos biomarcadores son compuestos orgánicos predominantes como resultado de la biodegradación microbiana (De Vasconellos 2009). Existen bacterias que oxidan metano, etano, propano y butano, y que además, usan exclusivamente estos gases como única fuente de carbono y energía para su crecimiento. La densidad de estas bacterias varía de áreas con presencia de hidrocarburos respecto a otras donde no se localizan reservorios de petróleo (Horvitz 1939). Al género *Bacillus* sp. pertenece un gran número de microorganismos degradadores de petróleo (Tucker 1994). Las bacterias de este género son capaces de formar esporas lo que las hace más resistente a ambientes agresivos (Du Teau 1998; Narvaez Flores 2008). Considerando lo anteriormente expuesto se propuso que la relación B/MT podría resultar apta para testear la densidad de bacterias en superficie que utilizan los hidrocarburos provenientes de la degradación del petróleo realizada por bacterias anaeróbicas en profundidad. El objetivo de este trabajo es incorporar un método microbiológico de prospección en superficie para aquellos depósitos de U, Th y K que se encuentren en profundidad. Nuestra hipótesis establece que la relación microbiana B/MT está vinculada con la biodegradación de petróleo pesado y la precipitación uranífera, haciendo de esta relación bacteriana un método complementario de prospección microbiológica de radioisótopos

METODOLOGÍA

El sitio de estudio comprende 600 km² de la cuenca Neuquina. Se recolectaron 20 muestras de suelo para el análisis microbiológico, espectrométrico, radimétrico y químico. Las mediciones espectrométricas se realizaron con equipo de campo, RS-125 Super-Spec, radiation y las radimétricas con el equipo SPP-2. Las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio de Geoquímica de la Regional Cuyo donde se determinó uranio lábil con el equipo de Fluorescencia láser Scintrex UA3, y potasio químico por medio de la técnica de Espectrometría de Absorción Atómica (equipo Perkins Elmer Analyst 200) mientras que la determinación de torio químico fue realizada en el Centro Atómico Constituyentes, mediante la técnica de ICP-Masa. Las determinaciones microbiológicas fueron realizadas en la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la UNCuyo. Las determinaciones microbiológicas se realizaron sobre material recolectado en forma estéril, conservado en heladera durante la campaña. El recuento de bacterias mesófilas aeróbicas totales se realizó en Agar Recuento en Placa (ARP), e incubación a 37 °C durante 24 hs. La estimación del recuento de *Bacillus* sp. se realizó en ARP, incubación a 37 °C durante 24 hs, previo calentamiento de la muestra a ebullición (Todar 2003, Foldes 2000). El muestreo se realizó hasta la profundidad en general de 1 m. Se realizó un análisis estadístico mediante análisis de componentes principales con Statistica 7. Se realizaron las zoneografías de los valores químicos, radimétricos y microbiológicos utilizando el software Arcgis10.2 y con el método de interpolación IDW (*Inverse Distance Weighted*).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se observan los resultados de los puntos muestreados con sus coordenadas geográficas. El estudio estadístico exploratorio realizado sobre la base del análisis de componentes principales arrojó el dendrograma de la Fig. 4. A continuación se muestran los gráficos correspondientes a las zoneografías donde se puede observar cómo se distribuyen los valores de las variables analizadas en el territorio en estudio.



MUESTRA	RADIMETRÍA (ch)	Microfilas Aerobias totales (ufc/g)	Bacillus sp (ufc/g)	Relación B/MT (%)	ESPECTROMETRÍA (in situ)			DATOS QUÍMICOS			
					K %	U ppm	Th ppm	U Labil ppm	U Total ppm	K %	Th ppm
M1	60	57000	3000	5,26	1,60	2,20	6,70	1,20	3,30	1,30	8,40
M2	65	17000	500	2,94	1,40	3,40	8,50	1,80	3,30	1,60	7,15
M3	65	20000	1000	5,00	1,80	1,00	9,40	1,50	3,30	1,60	8,25
M4	65	29000	750	3,00	1,70	2,80	7,40	1,50	3,00	1,60	7,85
M5	75	80000	1500	1,88	1,80	2,50	7,80	1,80	3,60	1,70	7,30
M6	75	70000	5000	7,14	1,80	2,00	7,40	1,60	3,00	1,50	7,90
M7	60	80000	6750	8,44	1,90	0,60	9,80	1,60	2,80	1,50	6,35
M8	60	100000	4250	4,25	1,50	1,90	7,50	1,50	3,00	1,50	7,20
M9	75	42000	3500	8,33	1,60	2,70	9,50	1,50	2,70	1,50	6,70
M10	60	110000	2250	2,05	1,50	1,40	7,40	2,30	3,00	1,20	7,95
M11	60	22000	2020	9,18	2,10	3,10	7,20	2,00	3,70	1,80	5,0
M12	50	70000	130	0,19	2,10	1,30	9,40	1,90	3,10	1,80	6,10
M13	50	160000	1810	1,13	1,90	0,00	9,10	2,00	3,70	2,10	4,55
M14	60	170000	5180	3,05	2,00	1,90	6,50	1,60	2,40	1,80	5,35
M15	50	140000	5480	3,91	2,00	1,50	8,70	1,60	2,40	1,90	4,15
M16	50	450000	3280	0,73	1,60	0,70	9,00	1,90	3,10	1,60	5,55
M17	50	110000	20	0,02	2,10	2,70	7,60	1,50	2,00	1,70	5,15
M18	50	190000	4720	2,48	1,70	2,40	7,90	2,00	3,20	1,60	6,50
M19	50	200000	2930	1,47	1,80	2,10	7,40	1,90	3,40	1,60	5,80
M20	60	190000	2320	1,22	1,90	3,70	8,00	1,60	3,80	1,50	4,90

Tabla 2. (arriba derecha) Resultados de radimetría total, espectrometría in situ y mediciones químicas para K, U y Th en cada uno de los puntos muestreados.

Figura 4.(arriba izquierda) Dendrograma de las variables analizadas

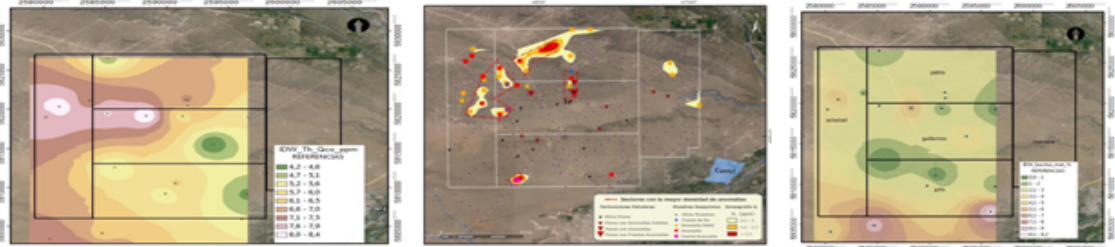


Figura 5: Zoneografías : (izquierda)Th, (centro) anomalías de U Fuente Karkanis 2014, (derecha):Relación B/MT

CONCLUSIONES

El estudio exploratorio estadístico de componentes principales arrojó que la relación B/MT se correlaciona significativamente con los valores de U, K, Th; esto puede observarse en el dendrograma (Fig.4). La observación de la zoneografía (Fig.5 derecha) correspondiente a la relación microbiológica, muestra valores altos en la parte inferior de la zona en estudio, correspondiéndose con las anomalías de U descritas en la bibliografía Karkanis 2014. En la zona norte del muestreo se observa un lineamiento en dirección NO-SE coincidiendo con algunos puntos de las anomalías de U en subsuelo y con las zonas con Th (Fig.5 izquierda). Las zonas negativas para B/MT mostradas como zonas verde oscuro también se corresponden con la descripción de zonas sin anomalías de la bibliografía. Estos resultados preliminares deben corroborarse aumentando el número de muestras y relacionando estos resultados con valores de U, K y Th encontrados en profundidad.

BIBLIOGRAFIA

Batista García, R., A.L. Quesada Quintero, A. Sánchez Reyes, S. López Guerra y Z. Domínguez Sardíñas, 2011. Microbiología y biotecnología aplicadas a la exploración y producción petroleras. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 42, No. 1, pp. 35-41.

Brodtkorb, M.K., 1966. Mineralogía y consideraciones genéticas del yacimiento Huemul, provincia de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Tomo XXI, N° 3, pp. 165-179.



IV RAGSU

- Cevallos, M.; Vamonde, D.; Rivero, M.; Rojas, C.; Kim, H.; Galarza, T.; Legarreta, P., 2011. Exploración y desarrollo del tren de petróleo pesado del río Colorado, margen occidental de la cuenca Neuquina, Argentina. VIII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. IAPG.
- De Vasconcellos, S.P.; Crespim E.; Da Cruz, G.F.; Marques-Simioni, K.C.; Santos Neto, E.V.; Marsaioli, A.J.; Olivera, V.M., 2009. [Isolation, biodegradation ability and molecular detection of hydrocarbon degrading bacteria in petroleum samples from a Brazilian offshore basin.](#) *Organic Geochemistry*. 40,574.
- DuTeau, N.M.; Rogers, J.D.; Bartholomay, C.T.; Reardon, K.F., 1998 Species-Specific Oligonucleotides for Enumeration of *Pseudomonas putida* F1, *Burkholderiasp.* Strain JS150, and *Bacillus subtilis* ATCC 7003 in Biodegradation Experiments. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 64 n°12, 4994-4999.
- Földes, T.; I. Banhegyi; Z. Varga; J. Szageti. 2000. Isolation of *Bacillus* Strains from the Rhizosphere of Cereals and in Vitro Screening for Antagonism Against Phytopathogenic, Food-Borne Pathogenic and Spoilage Microorganisms, *Journal of Applied Microbiology* 89:840- 845.
- Horvitz L., 1939. On geomicrobial prospecting. *Geophysics*, 4:210-228.
- Karkanis, C., 2014. Informe de prospección geoquímica de los cateos próximos a la localidad de Colonia Catriel, provincia de Río Negro y del cateo Lucas, provincia de La Pampa. Informe interno. CNEA
- Landais, P., 1989. Biodegradation of oils in uranium deposits, en *Metallogenesis of uranium deposits*. IAEA.
- Lehninger, A., 2005, *Bioquímica* 3 edición Ed. Omega.
- McLee A, Kormendy A, Wayman M., 1972. Isolation and characterization of n-butane utilizing microorganisms. *Canadian Journal of Microbiology*;18:1191-1195.
- Narvaez Flores S., Gómez, M., Martínez, M., 2008. Selección de bacterias con capacidad degradadora de hidrocarburos, aisladas a partir de sedimentos del Caribe Colombiano. *Boletín de investigaciones marinas y costeras* - vol. 37 (1).
- Rasheed M, Veena M, Satish T, Patil D, Dayal A., 2008. Geomicrobial prospecting method for hydrocarbon exploration in Vengannapalli Village, Cuddapah Basin, India. *Current Science*;95:361-366.
- Sanket J, Chirag B, Anjana D., 2008. Production of biosurfactant and antifungal compound by fermented food isolated *Bacillus subtilis* 20B. *BioresourceTechnology*.
- Todar, K.: *The Genus Bacillus*, Department of Bacteriology, University of Wisconsin-Madison, 2003.
- Tucker J., Hitzman D., 1994. Detailed microbial surveys help to improve reservoir characterization. *Oil and Gas Journal*;6:65.



Prueba piloto de un sistema biorremediador de aguas y suelos contaminados con metales pesados: módulo depurador vegetal

Scotti Adalgisa^{ae}, Reviglio Hugo^b, Cerioni Juan^b, Godeas Alicia^c, Silvani Vanesa^c, Cuello Mario^d, Visciglia Mauricio^d, Labbe Julieta^b, Tabanera Giuliana^b, Cisterna Rocío^b

^a International Center for Earth Sciences, Regional Mendoza, CNEA, ARGENTINA

^b Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael

^c Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

^d GT Ingeniería S.A., Mendoza, ARGENTINA

^e Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, ARGENTINA

scotti@cnea.gov.ar

Palabras Clave: Biorremediación; Módulo Depurador Vegetal; Escalamiento ingenieril; Metales Pesados

RESUMEN

El sistema biorremediador propuesto (SB) está constituido por una especie vegetal micorrizada, un catalizador, un soporte de cenizas volcánicas y tierra. Los ensayos de laboratorio en maceta se realizaron hasta el año 2013, con solicitud de patente. Actualmente estamos desarrollando el escalamiento ingenieril mediante un Módulo Depurador Vegetal (MDV), el cual consiste en piletas conectadas por un mecanismo hidráulico a cámaras recolectoras, con posibilidad de realizar mediciones químico-biológicas y calibrar la decontaminación para transferirla a territorio.

En el MDV se colocaron Zn, Cr, Mn, Sr en suelo y Cu en suelo y agua, se implantaron 280 unidades del SB, luego de 3 meses se realizaron mediciones en suelo, agua, y biomasa. Los coeficientes de bioacumulación (CB) oscilaron entre 0,1 a 1,80, los porcentajes de translocación fueron mayores de 1 para el Sr, Cu y Mn. El porcentaje de colonización micorrízica fue del $62,98 \pm 2,19$, longitud del micelio 137 ± 80 cm micelio externo /g suelo seco, número de esporas 164 ± 52 esporas /10 g suelo seco y los porcentajes de extracción en suelo fueron para el Zn 31%, Mn 50%, Cu 34%, Cr 45%, Sr 57%. El MDV permitió calibrar el comportamiento extractivo del SB para los elementos en estudio.

INTRODUCCIÓN

La fitorremediación usa especies vegetales para la limpieza de la contaminación ambiental [1]. Las plantas pueden ser de gran ayuda para la descontaminación de metales pesados, pesticidas, explosivos y aceites [2, 3]. Las raíces pueden absorber (fitoextracción) y/o adsorber (fitoestabilización) las sustancias químicas dañinas del suelo y/o agua. Una vez dentro de la planta los productos químicos pueden ser almacenados en las raíces, tallos y hojas, cambiar a sustancias químicas menos dañinas o transformarse en gases que se liberan al aire cuando la planta transpira.

Algunas especies que han sido propuestas para la biorremediación de suelos y aguas, especialmente cuando están micorrizadas, son las plantas de la familia Asteraceae, Brassicaceae y Gramínaceae capaces de hiperacumular metales pesados, hidrocarburos y radionucleidos [4, 5,6].

La perspectiva de la simbiosis micorrízica arbuscular para la captación de metales pesados y radioisótopos en suelos y aguas contaminadas tiene una importante implicancia en biorremediación ya que incrementa la superficie absorbente de la planta debido al desarrollo de la hifa extra radical que explora y capta elementos nutritivos, contaminantes y agua como también incorpora sustancias al suelo como la glomalina que favorece la biodisponibilidad de

los metales [7, 8,9,10]. Investigadores [11,12,13,14] han comprobado que la simbiosis *Helianthus annuus* – *Rhizophagus intraradices* es eficiente para la captación de metales pesados y radioisótopos y que el agregado de Zn y cenizas volcánicas al sustrato mejora significativamente el sistema. Para poder calibrar el SB y llevarlo a territorio hemos construido un Módulo Depurador Vegetal (MDV), el cual consiste en una pileta de 3 x 6 x 0,3 m³ con una pendiente de 5% conectada mediante un sistema hidráulico a una cámara recolectora, desde la cual puede medirse y reciclarse el efluente. El MDV constituye un sistema cerrado impermeabilizado al cual se le pueden agregar metales pesados en el suelo y/o el agua para testear el comportamiento y dinámica de los contaminantes. [15, 16].

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el escalamiento industrial del sistema biorremediador descrito utilizando un Módulo Depurador Vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el relleno del MDV con: 15 cm piedra grande, 20 cm piedra mediana, 20 cm piedra chica y 15 cm sustrato compuesto por tierra y cenizas volcánicas 50:50. A este sustrato se le agregó Zn en concentración de 350 ppm para que actúe como co-factor metálico enzimático. El ingreso de agua desde el tanque hacia la pileta se realizó en forma de flujo vertical, el cual fue contaminado por Cu en una concentración de 350 ug/L.

La cepa utilizada fue *Rhizophagus intraradices* GA5, la cual se multiplicó utilizando como hospedante plantas de sorgo y trébol creciendo en macetas con sustrato estéril. Se realizó la siembra directa del *Helianthus annuus* y la inoculación del *Rhizophagus intraradices* GA5.

Se sembraron 400 plantas, en febrero, las cuales fueron raleadas dejando 280 para la terminación del experimento.

El ingreso de agua desde febrero hasta mayo fue de 4000 L sin registrarse salida a la cámara recolectora..

En el momento de recolección de plantas la cantidad de Cu ingresado por fase líquida al sistema fue de 320 mg.

Las determinaciones químicas se realizaron en biomasa, suelo y agua, se midieron Zn, Cr, Mn, Sr y Cu mediante Absorción Atómica con Inducción de Plasma Acoplado (AES-ICP) previo tratamiento de la muestra.

Las determinaciones biológicas consistieron en recuento de esporas, longitud del micelio y porcentaje de colonización micorrízica.

RESULTADOS

El desarrollo vegetal fue óptimo como se indica en la siguiente figura 1.



Figura 1: Estadios del desarrollo vegetal del *Heliantus annuus* micorrizado

En la Tabla 1 se observan los valores de concentración de Zn, Cu, Cr, Mn y Sr expresados en ppm en peso húmedo determinados en parte aérea, compuesta por hojas y flores, y en raíces. También se expresan en ppm los valores de los metales en estudio al inicio del experimento, denominado sustrato original y en el suelo a la finalización del experimento, el cual tuvo una duración de 3 meses. El cociente porcentual entre la concentración del metal en el suelo al finalizar la prueba y la concentración del metal en el sustrato original se lo denominó porcentaje de extracción.

Metal	Hojas & flores (ppm)	Media ± DS	Raíces(ppm)	Media ± DS	Suelo (ppm)	Media ± DS	Sustrato original (ppm)	% Extracción
Mn	55,52	57,48 (2,78)	51,41	52,70 (1,83)	259,99	263,50 (4,96)	530	50
	59,45		54		267			
Zn	134,18	132,12 (2,92)	146,11	149,08 (4,2)	238,3	241,9 (5,09)	350	31
	130,05		152,05		245,5			
Cu	23,13	23,94 (1,14)	16,23	16,28 (0,07)	12,9	13,45 (0,78)	20 + 0,28*	34
	24,74		16,33		14			
Sr	81,74	83,37 (2,30)	62,23	59,97 (3,19)	159,9	162,49 (3,66)	380	57
	85		57,71		165,08			
Cr	<0,5	ND	<0,5	ND	11,9	10,90 (1,41)	20	45
	<0,5		<0,5		9,9			

Tabla 1: Concentración de metales estudiados en biomasa aérea y radicular, suelo a la finalización del experimento y al inicio denominado sustrato. Cálculo del porcentaje de extracción en suelo. *para el cálculo de 0,28 ppm se consideró el ingreso de 800L de solución de Cu de concentración 350 ug/L. ingresado a un volumen de suelo de 2 m³ (2,8 x 5 x 0,15), densidad = 2 kg/ L

En la Tabla 2 se observan los valores de los coeficientes de bioacumulación iniciales y finales tanto aéreos (CBAi, CBAf) como radiculares (CB Ri, CBRf) y los factores de translocación (FT).

	CBAi	CBAf	CB Ri	CB Rf	FT
Mn	0,1	0,22	0,1	0,2	1,09
Zn	0,38	0,54	0,43	0,62	0,88
Cu	1,19	1,78	0,81	1,21	1,47
Sr	0,22	0,51	0,16	0,37	1,39

Tabla 2 Coeficientes de bioacumulación iniciales y finales tanto aéreos (CBAi, CBAf) como radiculares (CB Ri, CBRf) y los factores de translocación (FT).

Las determinaciones del porcentaje de colonización radicular, longitud del micelio y cantidad de esporas arrojó los siguientes resultados (promedio ± desvío standard)

Número de esporas: 164±52 esporas/10 gr suelo seco

Longitud de micelio: 137±80 cm micelio externo/gr suelo seco.

Colonización: 62,98 ± 2,19 %.

CONCLUSIONES.

Los CBA y CBR son mayores a medida que avanzamos en la duración de la prueba debido a que los niveles de los metales encontrados en el suelo disminuyen con el transcurso del tiempo, (Tabla 2).

Los porcentajes de extracción indican que en 3 meses de prueba la concentración de Zn en suelo disminuyó en 31%, el Mn en 50 %, Cu en 34 %, Sr en 57 %, Cr en 45 %.



IV RAGSU

Comparando los CB podemos observar que el SB se comporta como bioacumulador de Cu en mayor medida que para el resto de los metales estudiados. Los FT mayores a 1 indican que el SB es fitoextractivo para Mn, Cu y Sr en las condiciones planteadas en el presente experimento. Se determinó que la translocación desde raíz a parte aérea depende del sistema utilizado, el tiempo de exposición, el elemento en estudio y la concentración del mismo.

El sistema se comporta como un humedal artificial subsuperficial de flujo vertical modificado. La modificación consiste en una capa de sustrato con gran capacidad de absorción de agua y con un grosor de aproximadamente 15 cm. Esto hace que la movilización de agua hacia las cámaras recolectoras se produzca a baja velocidad permitiendo que los metales se encuentran mayor tiempo biodisponibles.

La colonización micorrízica fue óptima. Los CB fueron satisfactorios tanto para el Cu que se encontraba en fase líquida como para el Zn, Sr, Mn y Cu que se encontraban en el sustrato sólido.

El Cr no pudo recuperarse en la biomasa probablemente por razones de volatilización durante la calcinación y/o la hidrólisis ácida. Se deben realizar otras pruebas metodológicas para recuperar el Cr en la biomasa.

Se debe continuar con las investigaciones en el campo de la hidráulica del sistema, en la utilización de diversas especies vegetales en la fitorremediación, en el estudio de la movilidad de los contaminantes desde el suelo o el agua hacia las especies vegetales y hacia las cámaras recolectoras como también en la calibración del sistema para diversos contaminantes.

REFERENCIAS.

- [1]Moffat, Anne Simon. (1995). Plants proving their worth in toxic metal cleanup. *Science* 269 (5222), 302-303.
- [2]Lasat, M.M. (2000). Phytoextraction of metals from contaminated soil: a review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues. *Journal of HazardousSubstanceResearch* 2, 1-25.
- [3] United States Environmental Protection Agency. A citizen's guide to phytoremediation. Published 04/2001. Accessed 12/11/2002. <http://www.cluin.org/products/citguide/phyto2.htm>
- [4] Emongor, V. 2007. Biosorption of lead from aqueous solutions of varied pH by kale plants (*Brassicaoleraceaevar. acephala*). *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences* 1(2): 90 - 91. <http://www.scientificjournals.org/journals2007/articles/1144>.
- [5] Karanja N, M. Njenga, G. Prain, E. Kang'ethe, G. Kironchi, C. Githuku, P.Kinyari and G.K. Mutua (2010) Assessment of environmental and public health hazards in wastewater used for urban agriculture in Nairobi, Kenya *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12 (2010): 85 - 97 85
- [6] Kar, D., Sur, P., Mandal., S.K., Saha, T. and Kole, R.K. 2007. Assessment of heavy metal pollution in surface water. *International Journal of Environmental Science and Technolgy* 5: 119-124
- [7] Fernández L, Silvani VA, Pérgola M, Bompadre MJ, Godeas AM. (2009) Transformed soybean (*Glycine max*) roots as a tool for the study of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 25(10): 1857-1863.
- [8] Fernández Bidondo L, Silvani VA, Colombo R, Pérgola M, Bompadre MJ, Godeas AM. (2011). Pre-symbiotic and symbiotic interactions between *Glomus intraradices* and two *Paenibacillus* species isolated from AM propagules. In vitro and in vivo assays with soybean (AG043RG) as plant host." *Soil Biology and Biochemistry* 43 (9):1866-1872.



IV RAGSU

- [9] Fracchia S, Aranda A, Gopar A, Silvani VA, Fernández L, Godeas A. (2009). Mycorrhizal status of plant species in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina. *Mycorrhiza* 19(3): 205-214.
- [10] Scotti, A., Barbero, N., CastañoGañan, A. (2009). Investigación y Transferencia del ICES sobre Biorremediación de Uranio en Malargüe, Mendoza”. *Actas E-ICES-5- Ed CNEA ISBN 978-987-1323-17-3*
- [11] Scotti, A., Godeas, A., Silvani, V., Yunes, N., Lopez, S., Foscolo, M. (2010)- “BIORREMEDIACIÓN: puesta a punto del sistema *Helianthus annuus*- *Glomus intraradices* en la captación de metales contaminantes mediante microscopía electrónica de barrido (SEMEDS) y espectrofotometría de absorción atómica”. *Libro Actas E-ICES 6, 238-247-Ed. CNEA ISBN 978- 987-1323-21-0*
- [12] Scotti, A., Godeas, A., Silvani, V. (2011). “Biorremediación: simbiosis *Helianthus annuus*- *Glomus intraradices* en la captación de Zn, Mn, Sr y U, en sustratos preparados con cenizas volcánicas del complejo Planchón-Peteroa. *Actas E-ICES-7*
- [13] Silvani VA, Fracchia S, Fernández L, Pérgola M, Godeas AM. 2008. A simple method to obtain endophytic microorganisms from field-collected roots. *Soil Biology and Biochemistry* 40(5):1259-1263.
- [14] Ratti, N and Upadhyay, A. (2013). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Phytoremediation. *International Society of Environmental Botanist*, 19 (1) Scervino JM, Gottlieb A, Silvani VA, Pérgola M,
- [15] <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/lsww/forschung/awt/>
- [16] <http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Umwelt-Recyclingtechnik/Klaeranlagen-koennen-Pflanzenkohle-Arzneimittel-herausfiltern>



Records of organochlorine pesticides DDT, HCH, PeCB and HCB in the southwest of Buenos Aires Province, Argentina

Norma Tombesi^{1*}, Karla Pozo^{2,3,4}, Mónica Alvarez¹, Andrés Arias^{1,5}, Petra Pribylova², Ondrej Audy², Jana Klanova²

1. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Química. Av. Alem 1253. 8000 Bahía Blanca. Argentina. norma.tombesi@uns.edu.ar

2. Masaryk University, Faculty of Science, Research Center for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Kamenice 753/5, 625 00, Brno, Czech Republic

3. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ciencias, Alonso de Ribera 2850, 407 01 29 Concepción, Chile

4. Department of Physical, Earth and Environmental Sciences, University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy

5. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), CCT-CONICET, Bahía Blanca. C.C.N° 804, Bahía Blanca, Rep. Argentina

Keywords: soil, sediments, pesticides, ecotoxicological risk

ABSTRACT

Thirteen superficial sediment/soil samples used in this study were collected from different sites along the Bahia Blanca Estuary and surrounding sites, located in the Buenos Aires Province southwest, Argentina, to assess the concentration levels and spatial distribution of 12 selected organochlorine pesticides (OCs). Despite the official ban and restriction on the usage of these pesticides, their presence was detected in all samples. \sum OCs in soil/sediments ranged between 0.20 and 1040.44 ng g⁻¹ dw (mean = 82.37 and SD = 276.6 ng g⁻¹ dw). DDTs (sum of DDD, DDE, and DDT) ranged from 0.08 to 1039.95 ng g⁻¹ dw (mean = 81.31 and SD = 276.7 ng g⁻¹ dw), HCHs (sum of α -HCH, β -HCH, γ -HCH and δ -HCH) from 0.08 to 0.88 ng g⁻¹ (mean = 0.43 and SD = 0.23 ng g⁻¹ dw). Lower concentrations were found for PeCB (mean = 0.095 and SD 0.17 ng g⁻¹ dw) and HCB (mean = 0.56 and SD 1.7 ng g⁻¹ dw). DDTs were detected in significant concentrations in Bahia Blanca and Dorrego sampling locations; despite this, a major reductive dechlorination process of DDTs to DDEs under aerobic conditions was suggested to be in course. On the other side, HCHs were found in higher proportions at Cuatros, Maldonado, Galvan, and PBB locations. In comparison to other worldwide locations and to the world coastal sediment concentrations range, in general, soil/sediment DDTs and HCHs levels were in the low/medium range with exceptionally high DDT levels hotspot. According to international criteria about sediment quality guidelines for DDTs and Lindane (Arias et al., 2010), the levels found in this study are consistent with low to intermediate ecotoxicological risk assessment.

INTRODUCTION

Persistent Organic Pollutants (POPs) are organic compounds characterized by its toxic properties, resistance to the degradation, ability to be bioaccumulated and transported through air, water and migratory species, across international boundaries and deposited far from their place of release. Thus, and considering the necessity to take measures in order to prevent adverse effects caused by persistent organic pollutants at all stages of their life cycle, the Stockholm Convention (SC) of the United Nations Environment Program (UNEP) established a list of priority pollutants. POPs included in that list were studied in sediment and soil samples from the southwest of Buenos Aires province: *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDD, α -HCH, β -HCH, δ -HCH, γ -HCH, PeCB and HCB. Bahia Blanca city is an important urban and industrial emplacement located on the north coast of the estuary that bears the same name. The Bahia Blanca estuary constitutes an ecosystem unique

in the world by its physical, geographic and biological characteristics (Zilio et al, 2013), and these special features made that most studies of POPs in the Bahía Blanca region are mainly focused on the estuarine zone, and very little is known about the potential contribution of trace organic contaminant levels from the urban and industrial settlements on its surrounding region in the Southwestern area of Buenos Aires province. In this regards, the first data about OCs in the region were reported by Sericano et al. (1985) and Zubillaga et al (1986) who studied these POPs in water of the estuary and its tributaries respectively. Later Farrington and Tripp (1995) reported the levels of OCs found in mussel tissue sampling in the coast of the region. Finally Andrade et al. (2005), Arias et al. (2010) and Tombesi et al. (2014) reported levels of OCs in soils from the horticultural region next to Bahía Blanca city, sediments from the Bahía Blanca estuary, and air sampling in the city and surrounding region from the southwest of the Buenos Aires Province, respectively. Particularly in this work we addressed the evaluation of levels of OCs in sediment and soils from the study region, and its relationship with the sampling sites.

STUDY AREA

Site locations are showed in Figure 1, and geographic coordinates and description of the sampling sites for soils and sediments samples from the southwest of Buenos Aires Province and Bahía Blanca city and estuary are presented in Table 1.



Figure 1 Site location for soils (green marks) and sediments (yellow marks) samples from the southwest of Buenos Aires Province (a) and Bahía Blanca city and estuary (b)

Table 1 Geographic coordinates and description of the sampling sites

Site Sample	code	Latitude/ Longitude	Area description / use
Sediments			
Cuaterros Harbor	S1	38° 44' 31'' / 62° 23' 11''	intertidal zone / recreational fishing
Maldonado	S2	38° 45' 44'' / 62° 19' 25''	intertidal zone / recreational (Park)
PBB	S3	38° 45' 43'' / 62° 18' 15''	intertidal zone / petrochemical industry effluent discharge point
Galván Harbor	S4	38° 46' 40'' / 62° 18' 18''	intertidal zone / close to logistic facilities for bulk liquid fuels transportation
Soils			
Bahía Blanca city	B1	38° 42' 03'' / 62° 16' 03''	urban
Bahía Blanca city	B2	38° 45' 32'' / 62° 17' 09''	industrial/urban
Médanos	R1	38° 49' 22'' / 62° 41' 34''	urban
Hilario Ascasubi	R2	39° 23' 27'' / 62° 37' 39''	rural, agricultural-livestock area close to urban cluster (< 2 km)
La Chiquita	R3	39° 35' 16'' / 62° 06' 04''	small seaside resort (recently become a fishing beach)



IV RAGSU

Cabildo	R4	38° 34' 19'' / 61° 53' 39''	agricultural-livestock
Dorrego	R5	38° 44' 21'' / 61° 15' 38''	rural, agricultural-livestock area close to agrochemical supplier for aerial fumigation, small aerodrome, and urban cluster (< 2 km)
Pehuen-Co	R6	39° 00' 11'' / 61° 33' 51''	urban seaside resort
Napostá	R7	38° 26' 32'' / 62° 17' 15''	agricultural-livestock

MATERIAL AND METHODS

The analyses were performed by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) on a 7890A GC instrument (Agilent, USA) equipped with a DB5 (15 m × 0,25 mm x 0,10 m) coupled to an AutoSpec Premier MS (Waters, Micromass, UK). The mass spectrometer (MS) was operated in EI + mode in the resolution of >10,000. Injection was splitless 2 µL to 280 °C, with He as carrier gas at 1 ml min⁻¹. GC temperature program was 80 °C (1 min hold), then 20 °C min⁻¹ to 250 °C, followed by 1.5 °C min⁻¹ to 260 °C (2 min hold), and 25 °C min⁻¹ at 320 °C (4.5 min hold) (Lohmann et al., 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

The OCs concentrations (ng g⁻¹ dw) obtained in sediment and soils samples are showed in Table 2. Average concentration levels for Σ OCs in soil/sediments ranged between 0.20 and 1040.44 ng g⁻¹ dw (mean = 82.37 ng g⁻¹ dw) and from 0.08 to 1039.95 ng g⁻¹ dw (mean = 81.31 ng g⁻¹ dw), and 0.08 to 0.88 ng g⁻¹ (mean = 0.43 ng g⁻¹ dw) for DDTs and HCHs, respectively.

Table 2 OCs concentrations (ng g⁻¹ dw) found in sediment and soil samples from the study area

	S1	S2	S3	S4	B1	B2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<i>o,p'</i> -DDT	0,0176	0,0375	0,038	0,643	0,146	0,0426	0,0474	0,0157	0,0132	0,0464	95,3	0,0678	0,0155
<i>p,p'</i> -DDD	1,1	0,0576	0,1	0,859	0,114	0,209	0,0392	0,0174	0,00369	0,0101	8,72	0,0548	<0,00272
α -HCH	0,0484	0,0483	0,036	0,0675	0,0179	0,0224	0,0151	0,0134	0,00975	0,0188	0,0147	0,0233	0,0122
β -HCH	0,462	0,103	0,113	0,164	0,133	0,0963	0,0309	<0,0062	0,0234	0,0497	0,0562	0,0968	0,027
γ -HCH	0,271	0,447	0,235	0,306	0,212	0,1	0,0764	0,0724	0,0559	0,0603	0,0756	0,0776	0,0482
δ -HCH	0,095	0,0368	0,0259	0,0836	<0,0078	<0,0078	<0,0078	<0,0078	0,443	0,435	0,3	0,391	0,0201
<i>o,p'</i> -DDE	0,0519	0,0121	<0,00178	0,179	0,00948	0,0246	0,0153	<0,00178	<0,00283	0,0163	19,1	0,0145	0,0081
<i>p,p'</i> -DDE	0,476	0,144	0,178	3,92	0,689	0,499	0,746	0,047	0,0498	0,533	802	1,02	0,256
<i>o,p'</i> -DDD	0,529	0,0197	0,0374	0,379	0,0148	0,0174	0,0146	0,00451	0,00417	0,0107	9,83	0,0208	0,00471
<i>p,p'</i> -DDT	0,016	0,0531	0,0533	1,31	1,06	0,515	0,191	0,0215	0,00968	0,0296	105	0,171	<0,00499
PeCB	0,0353	0,0487	0,658	0,0484	<0,0178	<0,0178	<0,0178	<0,0178	0,0133	0,012	0,0123	0,0154	0,0123
HCB	0,165	0,145	6,36	0,335	0,0345	0,041	0,0534	0,0139	0,0244	0,0336	0,0343	0,0368	0,0343
Σ HCHs	0,8764	0,6351	0,4099	0,6211	0,3629	0,2187	0,1224	0,0858	0,53205	0,5638	0,4465	0,5887	0,1075
Σ DDTs	2,1905	0,324	0,4067	7,29	2,03328	1,3076	1,0535	0,10611	0,08054	0,6461	1039,95	1,3489	0,28429
Σ OCs	3,2672	1,1528	7,8346	8,2945	2,43068	1,5673	1,2293	0,20581	0,65029	1,2555	1040,443	1,9898	0,43839

Σ HCHs (α -HCH+ β -HCH+ γ -HCH+ δ -HCH)

Σ DDTs (*o,p'* DDT+*o,p'* DDT+*p,p'* DDE+*o,p'* DDE+*p,p'* DDD+*o,p'* DDD)

Σ OCs (sum of all OCs)

Widely applied as an insecticide in the past, DDT has been totally banned in Argentina since 1998. Σ DDTs was found in significant concentrations specially in Dorrego (R5) sampling location (1039,5 ng g⁻¹) next to an agrochemical supplier for aerial fumigation; despite this, a major reductive dechlorination process of DDT to DDE under aerobic conditions was suggested to be in course. This feature can be observed in Figure 2 where is showed the relative percentage composition of DDTs corresponding to the set of samples.

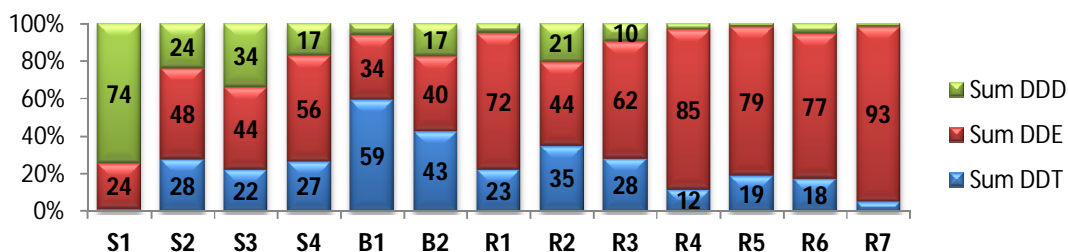


Figure 2 DDTs relative percentage composition.

In relation to the organochlorine pesticide HCH, two technical mixture were commercialized: technical HCH (usually 55-80% α -HCH, 5-14% β -HCH, 12-15% γ -HCH and 2-10% δ -HCH) (Kim et al., 2002) and lindane (γ -HCH). Technical HCH was banned in Argentina from 1980 and 1998 for agricultural use, while the first restriction of lindane occurred in 1968 for use in livestock (SENASA, 1968); however, it was still permitted for human medical treatment of pediculosis and scabicides until 2011 (ANMAT, 2011). In this study the highest Σ HCHs concentrations were found in the sediment S1 (Puerto Cuatrerros, old harbor of a meat factory) and the lowest in a soil sample R2 (Hilario Ascasubi, rural, agricultural-livestock area), but with different trends: β -HCH > γ -HCH > δ -HCH > α -HCH, and γ -HCH > α -HCH respectively (Figure 3). The lower proportion of α -HCH in both cases could indicate old use of commercial HCH. On the other hand, a significant proportion of γ -HCH (average percentage composition of 60%) was observed (Figure 3) in most of the samples (S2, S3, S4, B1, B2, R1, R2 and R7) and could be related to the lindane use.

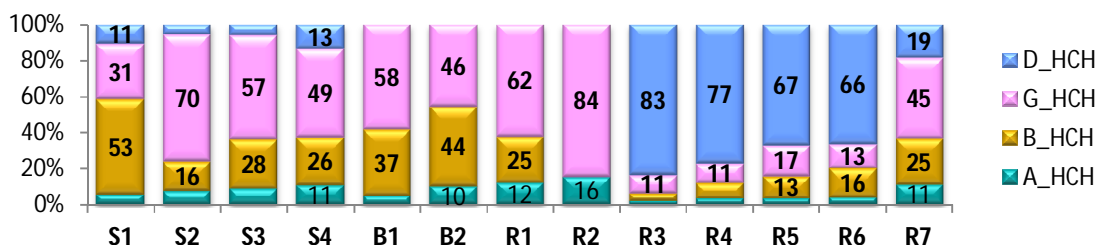


Figure 3 HCHs relative percentage composition.

CONCLUSIONS

In comparison to other worldwide locations and to the world coastal sediment concentrations range, in general, soil/sediment DDTs and HCHs levels were in the low/medium range with exceptionally high DDT levels hotspot (R5). According to international criteria about sediment quality guidelines for DDTs and Lindane (Arias et al., 2010), the levels found in this study are consistent with low to intermediate ecotoxicological risk assessment.

ACKNOWLEDGMENTS to Universidad Nacional del Sur, PGI MAyDS project (Principal investigator, PI: N. Tombesi), National Sustainability Programme of the Czech Ministry of Education, Youth and Sports (LO1214), RECETOX research infrastructure (LM2015051), and Fondecyt 1161673 project (PI: K. Pozo).



IV RAGSU

REFERENCES

- Andrade, M. L., Reyzábal, M. L., Fernandez Covelo, E., Y Vega, F. A. (2005 b). *Canadian Journal of Soil Science*, 85(2): 273-282
- ANMAT (National government of Medicines, Food and Medical Technology), 2011.
- Arias, A. H., Pereyra, M. T., Y Marcovecchio, J. E. (2010). *Environ Monit Asses*.
- Farrington, J.W., Y Tripp B.W. (1995). *International Mussel Watch Project*. USA: Dept.of Commerce.
- Kim, S.K., Oh H.R., Shim W.J., et al. (2002). *Marine Pollution Bulletin*, 45, 268-279.
- Sericano, J. L., Y Pucci, A. E. (1984). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 19, 27-51.
- SENASA (National Animal Health and Agrifood Quality Service of Argentina)1968. Decree 2143/1968
- Tombesi, N. B., Pozo, K., Y Harner, T. (2014). *Atmospheric Pollution Research*, 5, 170-178.
- Zubillaga, H.V., Sericano, J.L., Y Pucci, A. E. (1986). *Journal Water, Air, and Soil Pollution*, 32 (1-2), 43-53.



Relación entre ^{18}O del agua y el contenido de NO_3 , como herramienta metodológica para analizar su concentración en un arroyo del sudeste bonaerense

Carolina Calvi¹, Daniel Martínez², Cristina Dapeña¹

¹ INGEIS (CONICET-UBA), Pab. INGEIS, Ciudad Universitaria, 1428- Buenos Aires, Argentina

² CONICET e Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (CGCyC)-UNMDP, 7600-Mar del Plata, Argentina
E-mail: calvi@ingeis.uba.ar

RESUMEN

La contaminación por nitratos en el agua superficial es un problema global que pone en riesgo a la salud humana y al ambiente. El área de estudio comprende a la cuenca del Arroyo La Ballenera al SE de la provincia de Buenos Aires. En este trabajo se establece una relación entre las variaciones del ^{18}O y NO_3 en el agua del arroyo. Durante 2013-2014 se tomaron 127 muestras en el puente sobre Ruta 77 (estación SLBA) y 51 en el puente sobre Ruta 11 (estación SLBB). Se midieron concentraciones de nitratos en un rango de 2 y 79,6 mg/L. En los intervalos de invierno-primavera (1 y 3) se determinaron ciclos de ^{18}O , que comienzan con valores de -5,5 ‰ en SLBA hasta -3 ‰ en SLBB, con concentraciones de nitratos variables. En el verano-otoño 2014 (2) los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en SLBA se encuentran próximos a -5,5 ‰ y los NO_3 superan los 45 mg/L; mientras que en SLBB los valores de $\delta^{18}\text{O}$ son más variables que en SLBA y el nitrato promedia los 6 mg/L. El valor $\delta^{18}\text{O} = -5,5 \text{ ‰}$ del arroyo y del acuífero confirman una mayor influencia del acuífero en ese periodo en relación a 1 y 3.

Palabras clave: oxígeno-18, nitrato, agua superficial, arroyo La Ballenera

ABSTRACT

Nitrate pollution of surface water is a global problem producing human health and environmental consequences. The study area includes La Ballenera creek located in the SE of the Buenos Aires province. In this work a relationship is established between changes in ^{18}O and NO_3 in superficial water. During 2013-2014 were taken 127 samples on the bridge over Route 77 (SLBA) and 51 on the bridge over Route 11 (SLBB). Nitrate concentrations were measured in the range of 2 -79.6 mg/L. In winter-spring intervals (1 and 3), there are variable nitrate and cycles of ^{18}O , which start from -5.5 ‰ in SLBA to more enriched values (-3 ‰) in SLBB. In summer-autumn 2014 (2) in SLBA $\delta^{18}\text{O}$ values are close to -5.5 ‰ and NO_3 levels exceed 45 mg/L; while in SLBB $\delta^{18}\text{O}$ values are more variable than in SLBA and nitrate average is 6 mg/L. The analogous $\delta^{18}\text{O}$ value (-5.5 ‰) of superficial water and the aquifer confirm the great influence of groundwater in that period in relation to 1 and 3.

Keyword: oxygen-18, nitrate, surface water, La Ballenera creek

INTRODUCCIÓN

La contaminación por nitratos en el agua es un problema a escala internacional con graves consecuencias para la salud y el medio ambiente. El incremento de nitrógeno reactivo es atribuido al uso intensivo de la tierra, al mayor vertido de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, al estiércol animal, al vertido de aguas residuales humanas y a la elevada deposición atmosférica de N. El Código Alimentario Argentino (CAA, 2012) fija una concentración máxima para consumo humano de 45 mg/L como nitrato.

El área de estudio comprende a la cuenca del Arroyo La Ballenera, localizada entre las sierras de Tandilia y Ventania, en la llanura interserrana al SE de la provincia de Buenos Aires. Sus nacientes se ubican en estribaciones bajas del sistema serrano de Tandilia. Este arroyo drena una zona de llanura y desagua en el Océano Atlántico. Conformar una red de drenaje con planicies aluviales estrechas con orientación norte-sur y perpendicular a la línea de la costa. Las principales localidades en la cuenca son Miramar y Comandante Nicanor Otamendi con 30000 y 7000 habitantes respectivamente. La principal actividad económica es la producción hortícola y agrícola tradicional.

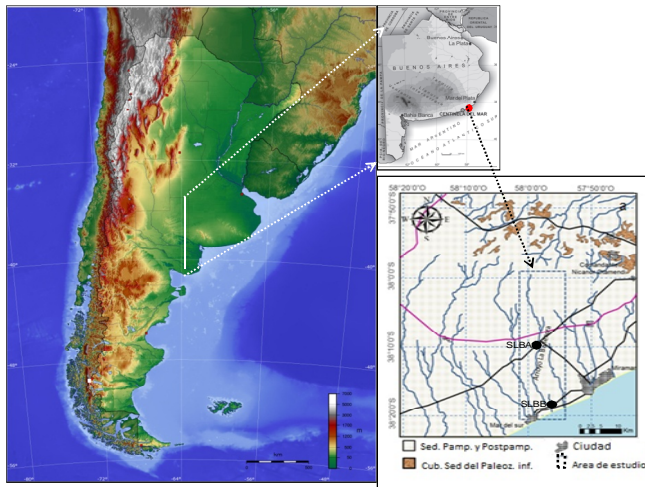


Fig. 1: Ubicación de la Cuenca La Ballenera

La secuencia hidrogeológica descrita por Rossi (1994) para la región, comprende un basamento hidrogeológico conformado por rocas precámbricas y del paleozoico inferior; al cual le suprayace una cobertura cenozoica (Fm Pampeana y Postpampeana) que corresponde al acuífero freático multicapa (Fig.1). Este está compuesto por sedimentos loésicos (limo arenoso con intercalaciones limo-arcillosas) con cantidades variables de carbonato de calcio. La precipitación media anual y mensual fue de 900 mm y 74,9 mm respectivamente en el periodo 1971-2014 (Calvi et al., 2014).

El objetivo de este trabajo es analizar las concentraciones de nitrato del arroyo La Ballenera en la parte media y próxima a su desembocadura y establecer una relación con las variaciones del isotopo estable del oxígeno (^{18}O).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 178 muestras en el arroyo La Ballenera durante 2013-2014, 127 de las cuales corresponden al sitio localizado en el puente de la Ruta 77 en la parte media de la cuenca (estación SLBA) y 51 al punto ubicado en el puente sobre Ruta 11 próximo a su desembocadura con el Atlántico (estación SLBB) (Fig. 1). Los nitratos se midieron utilizando la metodología de la brucina en el Laboratorio de Hidrogeología de Hidroquímica e Isotopos de la Universidad de Mar del Plata. Las concentraciones se expresan en mg/L. El ^{18}O del agua del arroyo fue analizado en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS) mediante espectroscopia láser (OA-ICOS: Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy) (Lis et al., 2008). Los resultados se expresan de manera convencional como δ (‰) vs. V-SMOW.

RESULTADOS

La concentración promedio de nitrato medido en el arroyo La Ballenera durante los muestreos es 23 mg/L. En la parte media de la cuenca (estación SLBA) los valores varían entre 2 mg/L y 79,6 mg/L con una media de 21,9 mg/L, mientras que en la parte distal de la cuenca (estación SLBB) se midieron concentraciones entre 0,5 mg/L y 33,5 mg/L con una media de 11,5 mg/L (Fig. 1). La totalidad de las muestras son del tipo bicarbonatadas sódicas con un pH promedio de 8,2.

Para el análisis de los datos se delimitaron tres intervalos que corresponden al invierno-primavera 2013 y 2014 (1 y 3 respectivamente) y al verano-otoño 2014 (2). En el periodo 1 y 3 se observan una serie de ciclos del ^{18}O . Estos ciclos inician en SLBA con valores $\delta^{18}\text{O}$ de -5,5 ‰ y se enriquecen en SLBB hasta valores de -3 ‰. En este intervalo, las concentraciones de nitrato tienen un promedio de 17,1 mg/L en SLBA y de 28,1 mg/L en SLBB (Fig. 2).

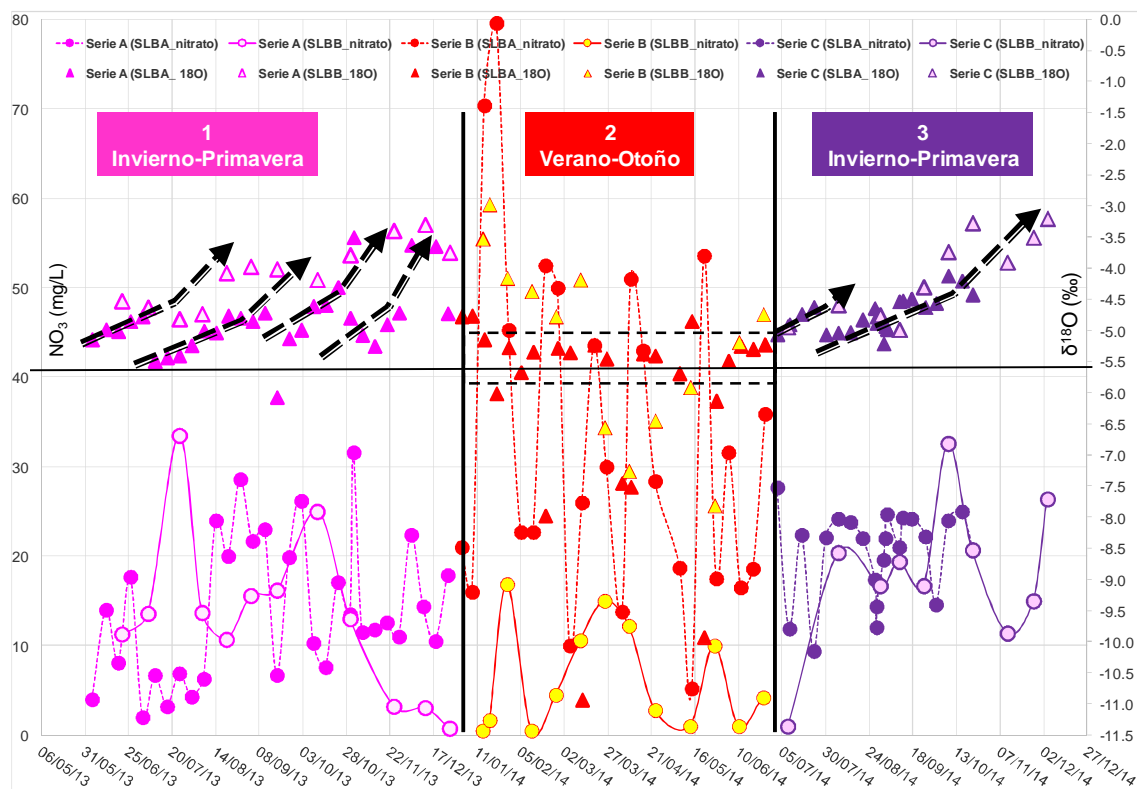


Fig. 2: Concentración de nitratos y contenido de ^{18}O en los periodos 1, 2 y 3.

Durante el verano-otoño (2), se observa que en SLBA los valores de $\delta^{18}\text{O}$ se encuentran agrupados en torno a -5,5 ‰ y que en general los NO_3 superan los 45 mg/L llegando a un máximo de 80 mg/L. En cambio, SLBB tiene una composición isotópica variable, $\delta^{18}\text{O}$ entre -10,9 ‰ y -3,5 ‰ y concentraciones muy bajas de nitratos, cuyo promedio es de 6 mg/L.

CONCLUSIONES

El uso intenso del suelo en los últimos años ha resultado en una disminución del contenido de materia orgánica y como respuesta generalizada el agregado de fertilizantes nitrogenados en los cultivos, particularmente bajo siembra directa (Barbieri *et al.*, 2009). Como consecuencia, el nitrógeno proveniente del fertilizante y el disponible en el suelo a través de la



IV RAGSU

mineralización es afectado por el proceso de lixiviación o lavado del nitrato (Costa *et al.*, 2011).

La concentración variable de NO_3 en las estaciones SLBA y SLBB durante el invierno-primavera 2013 y 2014 es consecuencia de la influencia del aporte de agua subterránea y del lavado por las precipitaciones de los campos fertilizados hacia el arroyo. El aporte de agua subterránea al arroyo queda reflejado en los mapas de isopiezas realizados para la cuenca (Calvi *et al.*, 2016). Los valores $\delta^{18}\text{O}$ próximos a -5.5‰ se corresponden con el contenido medio de las aguas del acuífero (Quiroz Londoño *et al.*, 2008; Calvi *et al.*, 2014). En la primavera prevalece el lavado de los campos fertilizados por las precipitaciones hacia el arroyo.

En todo el periodo verano-otoño, las concentraciones máximas de nitratos en SLBA son coincidentes con la agrupación de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) en torno a -5.5‰ que indica una importante influencia del agua del acuífero en el arroyo. Consecuentemente, estas elevadas concentraciones de nitrato en el arroyo son aportadas por las aguas subterráneas. La baja concentración de nitratos y la tendencia de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ a ser más empobrecidos, indican una dilución hacia la parte baja de la cuenca (SLBB).

REFERENCIAS

- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E y Sainz Rozas, H. R., 2009. Nitratos en el suelo a la siembra o al macollaje como diagnóstico de la nutrición nitrogenada en trigo en el Sudeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo* 27 (1): 41-47.
- Calvi, C.; Dapeña, C.; Martinez, D. E; Gutheim, F., 2014. Caracterización química e isotópica de la cuenca del arroyo La Ballenera, partido General Alvarado, Provincia de Buenos Aires. Datos preliminares. *Memorias del II Congreso de Hidrología de Llanuras*, Venturini *et al.* (Eds.), Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral 10p. ISBN 978-987-692-039-1
- Calvi, C., Martinez, D., Dapeña, C., Ghuteim, F., 2016. Abundance and distribution of fluoride concentrations in groundwater: La Ballenera catchment, southeast of Buenos Aires Province, Argentina. *Environ. Earth. Sci.* 75: 534-.546. DOI 10.1007/s12665-015-4972-8
- Código Alimentario Argentino. República Argentina, 2012. Capítulo XII, Artículo 982. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp. Actualización 10/2012.
- Costa, J. J., Massone, H., Martinez, D., Suero, E. E., Vidal, C. M y Bedmar, F., 2002. Nitrate contamination of a rural aquifer and accumulation in the unsaturated zone. *Agricultural Water Management* 57: 33-47
- Lis, G., Wassenaar, L. I. and Hendry M. J., 2008. High-Precision Laser Spectroscopy D/H and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Measurements of Microliter Natural Water Samples. *Analytical Chemistry*, 80 (1): 287-293
- Quiroz Londoño, O. M., Martinez, D. E., Dapeña, C., Massone, H. E., 2008. Hydrogeochemistry and isotope analyses used to determine groundwater recharge and flow in low-gradient catchments of the province of Buenos Aires, Argentina. *Hydrogeology Journal* 16 (6): 1113-1127.
- Rossi, L. F., 1994. Estudio Geohidrologico de Mar del Sur. *Actas Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería VIII*: 172-188. Buenos Aires.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen por el soporte económico al INGEIS y al FONCyT (PICT14-1529). Al Técnico Principal Eduardo Llambias (CONICET INGEIS) por su colaboración en la logística y en trabajo de campo. Al Técnico Principal Gustavo Bernava (CONICET-UNMPD) por los análisis de laboratorio.



Remoción de fluoruros en solución por dolomías de la zona de Olavarría, provincia de Buenos Aires

Glok Galli, Melisa^{1,2*}; Colasurdo, Viviana^{1,3}; Trezza, Mónica A.^{1,2} y Martínez, Daniel E.⁴

¹ Facultad de Ingeniería (UNCPBA), Av. del Valle 5737, Olavarría, Argentina.

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN. UNCPBA-CICPBA-CONICET), Av. del Valle 5737, Olavarría, Argentina.

³ Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable (UNCPBA), Pinto 399, Tandil, Argentina.

⁴ Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMDP)-IIMyC (UNMDP-CONICET), Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.

* glokgalli@mdp.edu.ar

Resumen

La contaminación por fluoruros (F^-) de las aguas naturales es un problema detectado en muchas áreas del mundo, constituyéndose en una amenaza para la salud humana. Son varias las tecnologías de tratamiento aplicadas para la remoción de este ión de las aguas. El objetivo de este trabajo es estudiar la capacidad de defluoridación de dolomías del partido de Olavarría, centro de la provincia de Buenos Aires, y desarrollar un método de aplicabilidad práctica utilizando materiales de bajo costo y disponibles naturalmente. Se llevaron a cabo 8 experimentos de tipo Batch de 2 horas de duración, poniendo en contacto en cada uno de ellos dolomía molida (100 % pasa tamiz 200): natural y calcinada durante 2 horas a 650 °C, 800 °C y 850 °C, con una solución de NaF conteniendo 3 mg/L de F^- , siendo las proporciones de dolomía:solución de 1:10 (4 ensayos) y 1:50 (4 ensayos). Se observó un aumento de pH y conductividad eléctrica en la solución, directamente proporcional a la temperatura de calcinación. La dolomía calcinada a 800 °C y 850 °C logró la total remoción del F^- , demostrándose una mayor eficacia de la técnica empleada a temperaturas de calcinación superiores a 800 °C.

Palabras clave: remoción, fluoruro, dolomía, Olavarría

Introducción

El ión fluoruro (F^-) es un contaminante de las aguas naturales. La ingesta prolongada de agua de consumo con concentraciones de este oligoelemento por encima de los límites aceptables (1,5 mg/L; WHO 2004) puede resultar en problemas de salud como la fluorosis esquelética y dental. Los contenidos de F^- que exceden los niveles permitidos son bastante frecuentes y están distribuidos en todos los continentes. En nuestro país, este problema se presenta también ampliamente extendido por toda la región, como es el caso de la llanura Pampeana (Kruse y Ainchil 2003, Martínez *et al.* 2012, entre otros).

En el transcurso del tiempo, diversas tecnologías han sido desarrolladas para lograr la defluoridación del agua. Uno de los materiales utilizados con este fin es la dolomita, un mineral natural disponible en muchos países del mundo. La dolomita cruda y parcialmente calcinada fue aplicada por diversos investigadores con el fin de remover metales pesados (Ghaemi *et al.* 2011), y fosfatos (PO_4^{3-}) (Karaca *et al.* 2006) y F^- (Sasaki *et al.* 2013) del agua, respectivamente. La descomposición parcial de este mineral conduce a cambios en la cristalinidad, porosidad y composición química de su superficie, lo que podría generar modificaciones en su capacidad de remoción (Staszczuk *et al.* 1997).

En Argentina, uno de los afloramientos más importantes de rocas dolomíticas se encuentra en la localidad de Sierras Bayas, partido de Olavarría, centro de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1), singular región socioeconómica identificada como cuenca minera por su actividad de extracción y transformación (Mantero 2001). Las mismas conforman la

secuencia depositacional inferior del Grupo Sierras Bayas, la Formación Villa Mónica (Neoproterozoico; Poiré 1993), y son aplicadas como material refractario y vidrio plano, y en la construcción, en la agricultura y la industria química, entre otros. Considerando entonces la presencia de materiales de bajo costo y disponibles naturalmente en esta área, como lo son las dolomías, el objetivo del trabajo es estudiar la capacidad de defluoridación de las mismas, tanto en condiciones de roca cruda como expuestas a distintas temperaturas de calcinación.

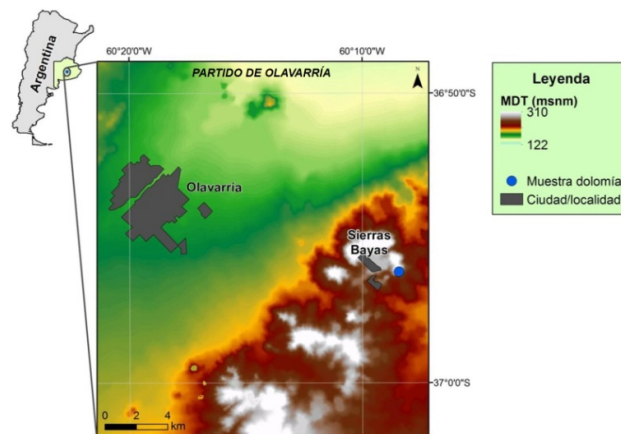


Figura 1. Mapa de localización [MDT (msnm): Modelo Digital del Terreno (metros sobre el nivel del mar)]

Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se empleó una dolomía de la zona de Sierras Bayas (Fig. 1). Previo a los ensayos llevados a cabo, la misma fue lavada y secada al aire. La molienda posterior (100 % pasa tamiz 200) se realizó mediante un molino planetario de laboratorio FRISCH, Pulverisette 2.L. Luego se efectuaron en total 8 experimentos de tipo Batch de 2 horas de duración, usando un agitador orbital a una velocidad aproximada de 200 rpm, poniendo en contacto en Erlenmeyers tapados a la dolomía molida natural (DN) y calcinada a 650 °C (D650), 800 °C (D800) y 850 °C (D850), con una solución de NaF conteniendo 3 mg/L de F⁻, siendo las proporciones de dolomía:solución de 1:10 (4 ensayos) y 1:50 (4 ensayos). Para la calcinación, la muestra de dolomía se colocó en forma de cama en una cápsula de porcelana y se calcinó en horno mufla de laboratorio a la temperatura deseada, la cual se mantuvo por 2 horas, siendo enfriada en mufla. Por último, en la solución resultante se determinaron F⁻ por el método espectrofotométrico según métodos estandarizados (APHA 1992), y pH y conductividad eléctrica (CE) con un medidor múltiparamétrico TESTR 35 OAKTON.

Tanto para DN como para D650, D800 y D850, la distribución del tamaño de partículas fue medida utilizando un analizador por difracción láser Malvern Mastersizer 2000E, con unidad de dispersión en seco Sirocco 2000M, y los parámetros d90, d50 y d10 fueron calculados. La composición mineralógica se obtuvo por Espectroscopia Infrarroja a transformada de Fourier (FT-IR). Los espectros FT-IR se midieron con un equipo Magna 550, Nicolet, con óptica de Csl, y fueron registrados en el rango de 400-4000 cm⁻¹ (considerándose sólo el rango 400-1000 cm⁻¹), a temperatura ambiente, dispersando la muestra en KBr.

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los ensayos de tipo Batch llevados a cabo, ya sea con la proporción dolomía:solución 1:10 como 1:50, indicándose los ppm de F⁻ remanentes en la solución final y los % de F⁻ removidos de la misma, ilustrados además en la Figura 2, así como los valores de pH y de CE.

Tabla 1. Resultados de los ensayos de tipo Batch llevados a cabo

Proporción dolomía:solución		ppm en solución	% removido	pH	CE (μs/cm)
Previo al ensayo	1:10	3,0	-	8,4	27,3
	1:50				
DN	1:10	2,8	14,0	9,2	203
	1:50		3,2	8,7	143
D650	1:10	1,7	46,6	12,5	3.400
	1:50	2,5	13,7	11,5	435
D800	1:10	0	100	12,6	6.970
	1:50	0,02	99,3	13,2	7.250
D850	1:10	0	100	12,7	6.890
	1:50	0,1	96,5	13,1	6.110

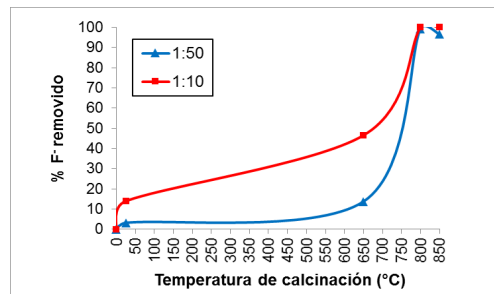


Figura 2. % de F⁻ removido por la DN, D650, D800 y D850 (proporciones 1:10 y 1:50)

Se observa que cuando se pone en contacto la misma cantidad de dolomía con cantidades crecientes de F⁻ (1:10), la capacidad de retención es mayor que cuando se usa la proporción 1:50, haciéndose esta diferencia más notoria (alrededor de 3 veces superior) al utilizar la DN y la D650. La remoción es total o aproximadamente del 100 % cuando se emplean la D800 y la D850 en las proporciones 1:10 y 1:50, respectivamente. Esto último podría atribuirse en parte a la mayor cantidad de partículas finas presentes en los materiales cuya temperatura de calcinación fue mayor (Fig. 3), ya que estudios previos han demostrado que se modifica significativamente la capacidad de retención incrementando el área superficial y la porosidad (Islam y Patel 2007).

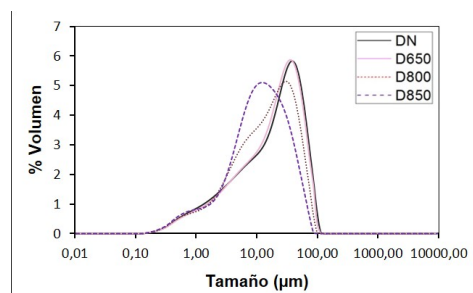


Figura 3. Tamaño de partículas de la DN, D650, D800 y D850

Finalmente, también se manifiesta en general un aumento en los valores de CE y pH (hasta valores cercanos a 13) en la solución resultante, directamente proporcional a la temperatura de calcinación. Esto se debe a la decarbonatación total de la dolomía calcinada a temperaturas mayores a 800 °C, lo que puede observarse en la Figura 4. En ella, se ve que en D800 y D850 prácticamente desaparecen los picos del grupo CO_3^{2-} : la banda de 880 cm^{-1} correspondiente a ν_2 y de 729 cm^{-1} asignada a ν_4 .

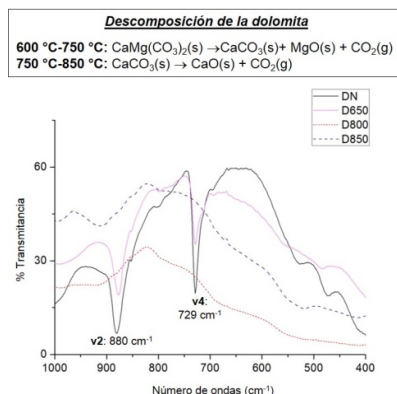


Figura 4. FT-IR de la dolomía cruda y calcinada a diferentes temperaturas

Conclusiones

A partir del presente trabajo se concluye que la dolomía de la zona del partido de Olavarría es potencialmente adecuada para la remoción de fluoruros en soluciones con contenidos de este ión en el orden de los 3 mg/L. La temperatura de calcinación influye de manera significativa en este proceso, siendo la dolomía calcinada a temperaturas mayores a 800 °C la que demuestra mayor eficacia al lograr la remoción total.

Los resultados que aquí se presentan son preliminares y futuras investigaciones serán direccionadas a establecer los mecanismos de remoción y la influencia de otras variables.

Agradecimientos

Estos estudios fueron financiados mediante los PICT 2012-0160 y 2014-1529.

Referencias

- APHA (American Public Health Association), 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th Ed. American Public Health Association, Washington, DC, Estados Unidos. 1100 pp.
- Ghaemi, A., Torab-Mostaedi, M. y Ghannadi-Maragheh, M. 2011. Characterizations of strontium(II) and barium(II) adsorption from aqueous solutions using dolomite powder, *J. Hazard. Mater.* 190, 916-921.
- Karaca, S., Gürses, A., Ejder, M. y Açıkyıldız, M. 2006. Adsorptive removal of phosphate from aqueous solutions using raw and calcinated dolomite. *Journal of hazardous materials*, 128(2), 273-279.
- Kruse, E. y Ainchil, J. 2003. Fluoride variations in groundwater of an area in Buenos Aires Province, Argentina. *Environ Geol* 44(1):86-89.
- Islam, M. y Patel, R.K. 2007. Evaluation of removal efficiency of fluoride from aqueous solution using quick lime. *Journal of Hazardous Materials*, 143(1), 303-310.
- Mantero, J.C. 2001. Puesta en valor turístico y recreacional: red y centro urbano. Investigación, asistencia y transferencia. *FACES*, año 7, N° 10. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata. 83-98.
- Martínez, D.E., Quiroz Londoño, O.M., Massone, H.E., Palacio Buitrago, P. y Lima, M.L. 2012. Hydrogeochemistry of fluoride in the Quequen River basin: natural pollutants distribution in the Argentine Pampa. *Environ Earth Sci* 65:411-420.



IV RAGSU

- Poiré, D.G. 1993. Estratigrafía del Precámbrico sedimentario de Olavarría, Sierras Bayas, provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza, Argentina. 2: 1-11.
- Sasaki, K., Yoshida, M., Ahmmad, B., Fukumoto, N. e Hirajima, T. 2013. Sorption of fluoride on partially calcined dolomite. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 435, 56-62.
- Staszczuk, P., Stefaniak, E., Bilifiski, B., Szymafiski, E., Dobrowolski, R. y Jayaweera, S.A.A. 1997. Investigations on the adsorption properties and porosity of natural and thermally treated dolomite samples, Powder Technol. 92, 253-257.
- WHO (World Health Organization) 2004. Guidelines for Drinking water Quality, vol 1, 3rd edn. Geneva, Suiza. ISBN 92 4 154638 7.



Valoración de parámetros geoambientales del río San Luis provincia de San Luis Argentina

Tello J.^{1,a}, Perino E.^{1,b}, González P.^{1,b}

¹ Instituto de Química San Luis (INQUISAL)

^a Área de Química- Física FQBYF, Universidad Nacional de San Luis

^b Área de Química Analítica FQBYF, Universidad Nacional de San Luis
Chacabuco y Pedernera, San Luis, Argentina.

tjesik32@gmail.com

Palabras clave: Suelo, Sedimento, FRX, Contaminación.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar los niveles de elementos mayoritarios y elementos traza en suelo y sedimento de corriente en el río San Luis, desde unos pocos kilómetros del dique Cruz de Piedra, y durante su recorrido por las ciudades de Juana Koslay y San Luis. Estos parámetros fueron analizados mediante fluorescencia de rayos X (FRX) y espectroscopia de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). De los resultados obtenidos para el primer período de muestreo, (junio de 2015 - junio de 2016), se observó que en sedimentos algunos metales traza como Cu, Cr y Co, están presentes en concentraciones mayores que en suelo. Esto podría indicar una posible incorporación de estos metales desde las aguas del río. Se puede inferir que los aportes de estos metales pesados pueden deberse principalmente de fuentes antropogénicas, como presencia de basurales clandestinos, y constituyen un peligro para la biota acuática y el ser humano, así como un factor de deterioro ambiental.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos y en particular los ríos, cumplen funciones ecológicas de gran beneficio para el ser humano. Estas áreas naturales con características hidrológicas, geomorfológicas, biológicas y ecológicas singulares, son irremplazables tanto por sus beneficios de uso indirecto (mantención de los ecosistemas) como para la recreación y la educación, además de poseer un elevado valor paisajístico entre los diferentes hábitats.

Contaminantes tales como metales, no son necesariamente incorporados en forma permanente a los sedimentos pero, una vez adsorbidos, pueden ser movilizados por agentes químicos o biológicos dentro de la capa sedimentaria o pueden volver a la columna de agua. También se introducen en el medio ambiente acuático por una serie de importantes procesos antropogénicos [1].

A escala mundial las actividades antropogénicas como la minería, la agricultura, la producción de desechos residenciales e industriales y las aguas residuales urbanas pueden resultar en la descarga de metales disueltos y partículas en los ríos, que pueden tener un impacto significativo sobre la sostenibilidad de los recursos [2].

Los suelos, particularmente los urbanos, cumplen importantes funciones ambientales como el secuestro de contaminantes y pueden influir negativamente en la salud humana siendo potenciales fuentes de partículas en suspensión o por contacto directo de elementos tóxicos provenientes de diversas fuentes. En la pedogénesis de suelos urbanos a los factores naturales de formación se suman otros producidos generados por el hombre que afectan los ciclos



IV RAGSU

biogeoquímicos, los flujos de agua y los factores ambientales. En la ciudad, la construcción de edificios y caminos aportan materiales que alteran las características físicas y químicas de los suelos, modifican la secuencia de capas y perfiles, disminuyen la estructura, aumentan la compactación y producen cambios en la capacidad de intercambio iónico. A su vez, otras actividades contaminantes son el tránsito vehicular y la disposición de residuos [3].

Los sedimentos han sido ampliamente utilizados como indicadores ambientales, ya que fácilmente se pueden utilizar para rastrear las fuentes de contaminación y para monitorear los contaminantes. Ellos, juegan un papel importante en la evaluación de la contaminación por metales en las aguas naturales. De hecho, los sedimentos revelan una alta propensión a acumular y eventualmente integrar, a través del tiempo, la presencia de elementos vestigio en agua. Por lo tanto, permiten la evaluación de los niveles de metales ambientales, incluso si las concentraciones en agua son casi indetectables [1].

MATERIALES Y MÉTODOS

Los recursos hídricos de San Luis, han registrado en los últimos años un incremento en los impactos producidos por actividades humanas. El sistema del río San Luis se encuentra localizado al pie de las grandes sierras de San Luis entre los 33°20'02'', latitud sur y 66°21'50'' longitud oeste y los 33°16'09'' latitud sur y 66°12'29'' longitud oeste. El río San Luis (anteriormente denominado río Chorrillos), se encuentra en la cuenca del Bebedero y posee un interés y relevancia particulares ya que recorre zonas que se encuentran en pleno desarrollo urbano y la ciudad capital de San Luis donde en los últimos años se han incrementado los impactos producidos sobre el río. Los afluentes del río San Luis, arroyos Cuchi Corral (efluente del Dique Cruz de Piedra) y Las Chacras (efluente del Dique Potrero de los Funes), son sistemas lóticos con caudales regulados, que recorren áreas semipobladas que se encuentran en pleno proceso de desarrollo urbano en las localidades de Las Chacras, San Roque y Juana Koslay. Luego de la confluencia de estos arroyos, el río recorre la localidad de Juana Koslay donde recibe numerosas influencias antropogénicas para finalmente llegar al embalse Dique Chico y convertirse en el río San Luis que recorre paralelo a la autopista José Santos Ortiz toda la ciudad de San Luis [4]. Su curso continúa en un área de llanura, su caudal disminuye considerablemente y se infiltra en un espeso arenal, a unos 15 Km. de la ciudad de San Luis [5], para surgir nuevamente a nivel de las Salinas del Bebedero, a unos 42 Km al sudoeste de la Ciudad Capital.

El muestreo se realizó en la zona del río San Luis delimitada por las siguientes coordenadas desde 33°17'03.8" latitud sur 66°14'19.4" longitud oeste a 33°20'28.4" latitud sur 66°22'29.8" longitud oeste. En la Figura 1, se presenta un mapa con los ocho sitios de muestreo estudiados. Los puntos JA y JB se encuentran en la ciudad de Juana Koslay, mientras que los puntos JC, JD, JE, JF, JG, están ubicados en la ciudad de San Luis.

En este trabajo, se realizaron determinaciones físico-químicas de muestras de suelo y sedimento, correspondiente al trayecto del río San Luis desde unos 4 km kilómetros del dique Cruz de Piedra, hasta el final de su recorrido por la ciudad de San Luis.

Los análisis en cuanto a contenido total de elementos en suelo y sedimento se realizaron por espectrometría de fluorescencia de rayos X dispersiva en longitud de onda (FRX) con un equipo marca Philips, modelo PW 1400 con tubo ánodo de Rh y cristal analizador LiF 200 (4.028 Å). La cuantificación se realizó mediante comparación contra curva de calibrado de patrones internacionales (SO₂, SO₃, SO₄, patrones de suelo distribuido por Energy Mines and Resources Canadá; SARM 42 patrón de suelo certificado; SARM 51 patrón de sedimento de corriente certificado, ambos distribuidos por SA Bureau of Standards- Sudáfrica). Los análisis se realizaron sobre muestras sólidas pulverizadas y compactadas en forma de

pastillas. Los elementos cuantificados mediante FRX fueron: Cu, Co, Ni, Cr, Pb, Mn, Al, Si, Fe, Ca, Rb, Sr, Zn, Ba, Cl, S, Zr, Ti, K, Mg, P.

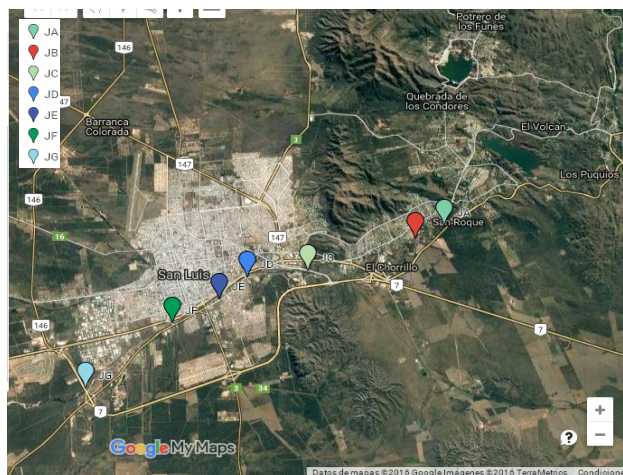


Figura 1. Puntos de muestreo correspondientes al río San Luis.

Además se realizó una extracción utilizando EDTA para analizar metales en suelo y sedimento, según la norma mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Se determinó el contenido total de quince metales en los extractos de las muestras utilizando un instrumento ELAN RDC-e cuadropolo ICP-MS (Perkin Elmer Sciex, Thornhill, Canadá). Se empleó un nebulizador de perfluoracetato (PFA) de alto rendimiento resistente a HF modelo PFAST, acoplado a una cámara de cuarzo ciclónica de spray con deflector interno y líneas de drenaje, enfriado mediante el sistema PC3 ESI (Omaha NE, EE.UU.).

También se realizaron las determinaciones de pH, carbonato y MO según los métodos propuestos por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [6], para análisis de suelo normal y salino.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la determinación de pH en muestras de suelo y sedimento variaron entre 8,3 y 9,2. Para el caso de carbonato los contenidos se encontraron dentro de ciertos rangos, para suelo de 0,6% a 6,5% y de 1,7% a 5% para sedimento, siendo los valores promedios más elevados para estos últimos. Respecto al análisis de materia orgánica, podemos decir que se observó una disminución en el porcentaje de la misma, en el período de lluvias o aguas altas (diciembre- abril) cuyos valores no superaban del 0,7%, mientras que en el período de aguas bajas (junio-noviembre) llegaron a ser de 1,4 %. Los resultados obtenidos mediante los análisis por ICP-MS en los puntos donde existe mayor perturbación evidenciaron aumentos de concentración de metales. Para el caso de Cu la concentración varió entre 0,2-42 $\mu\text{g/g}$ en suelo y 0,05-3 $\mu\text{g/g}$ en sedimento; para Cr entre 0,3-0,6 $\mu\text{g/g}$ en suelo y 0,5-7 $\mu\text{g/g}$ en sedimento. Además, podemos mencionar que en algunos de estos sitios (JA, JD) la concentración de P mayor en sedimento respecto a suelo (Tabla 1), coincide con la cercanía a los diques (Cruz de Piedra y Dique Chico), los cuales tienen un alto grado de eutrofización. En los sitios JE, JF y JG se puede observar que algunos metales como Pb muestran una elevada concentración, donde se destaca la mayor densidad de población y circulación vehicular, ya que existen avenidas de accesos y rutas en las que se concentran estaciones de servicios. En el sitio JG, se encuentra un lavadero de camiones situado a pocos metros del río desde el cual efectúan el vertido de combustibles y aceites residuales.

Finalmente, también pudo observarse que el contenido total de algunos de los elementos analizados por FRX (Tabla 1) como Cu, Cr y Co, y P fue mayor en sedimento respecto a suelo. Es probable, entonces, que los sedimentos estén adsorbiendo estos elementos desde el curso agua.

Tabla 1: Contenidos totales de algunos elementos para las muestras analizadas por FRX.

Metales	JA suelo	JB suelo	JC suelo	JD suelo	JE suelo	JF suelo	JG suelo
Cu(μg/g)	8,567	10,516	0,770	4,931	9,054	6,430	8,454
Co(μg/g)	8,432	7,859	7,840	8,504	7,407	7,218	7,733
Pb(μg/g)	ND	ND	ND	ND	43,593	71,202	30,894
Cr(μg/g)	8,965	14,549	5,389	7,899	7,083	0,433	4,825
P(μg/g)	338,156	306,349	92,045	747,911	441,686	399,900	335,662
Metales	JA sed	JB sed	JC sed	JD sed	JE sed	JF sed	JG sed
Cu(μg/g)	11,003	11,565	12,072	8,548	10,197	10,104	11,059
Co(μg/g)	10,925	9,162	10,373	9,842	8,467	8,855	9,035
Pb(μg/g)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr(μg/g)	42,343	22,517	26,470	27,599	14,361	16,933	23,458
P(μg/g)	842,086	449,794	884,495	828,365	272,047	536,485	591,368

CONCLUSIONES

En la investigación preliminar llevada a cabo entre junio de 2015 y marzo de 2016, se observó que los valores de concentración de elementos tales como Cu, Co, Cr, Pb, Zn y P, presentaron, tanto en suelo como en sedimento, un claro aumento en puntos cercanos a los diques y también en zonas con alto grado de perturbación y/o influencia antropogénica (construcción, industrias, basurales, lavaderos, areneras, etc). Además, es posible inferir que los sedimentos están adsorbiendo dichos elementos desde el curso de agua dado que presentaron un mayor contenido total de los mismos respecto a las muestras de suelo.

Considerando lo mencionado, se continuará con el análisis de la calidad de estos recursos, ya que representa un potencial riesgo tanto para salud humana como para la biota de todo el ecosistema.

REFERENCIAS

- [1] Migani F., Borghesi F., Dinelli E. 2015. Geochemical characterization of surface sediments from the northern Adriatic wetlands around the Po river delta. Part I: Bulk composition and relation to local background *Journal of Geochemical Exploration* 156: 72–88.
- [2] Ali Othmani M., Souissi F., Ferreira da Silva E, Coyne A. 2015. Accumulation trends of metal contamination in sediments of the former Pb-Zn mining district of Touiref (NW Tunisia) Submitted to *Journal of African Earth Sciences*.
- [3] López S., Perelman P., Rivara M., Castro M., Faggi A. 2006. Características del suelo y concentración de metales a lo largo de un gradiente de urbanización en Buenos Aires, Argentina. *Multequina* 15: 69 – 80
- [4] Rimoldi V. 1981. Aprovechamientos hidráulicos subterráneos. *Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino*: 323-343.
- [5] Morales L. 2007. Estudios ficológicos en tramos urbanos del Río Chorrillo en la Ciudad de San Luis, Argentina. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Luis, Argentina.



IV RAGSU

[6] Melgratti, Ma. R., Valenzuela, A. M. 2005. Procedimientos analíticos procedimientos analíticos para suelos normales y salinos para suelos normales y salinos. Técnicas utilizadas en el Laboratorio de suelos y agua.

Variaciones en la hidrogeoquímica a lo largo del río Agrio Inferior, Neuquén.

J. Llano^a, M. Augusto^a, J. Szentiványi^a, V. Nogués^a, A. Caselli^b, M. dos Santos Afonso^c y M. A. Trinelli^d

^a GESVA-IDEAN (CONICET), Departamento de Ciencias Geológicas, FCEN-UBA. joaquinllano28@gmail.com

^b GESVA, Inst. de Invest. en Paleobiología y Geología. Universidad Nacional de Río Negro

^c INQUIMAE (CONICET), Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, FCEN-UBA.

^d IGEBA (CONICET), Departamento de Ciencias Geológicas, FCEN-UBA..

Palabras clave: Aguas ácidas; Hidrogeoquímica; Volcan Copahue; Precipitados de hidróxidos.

RESUMEN

El Complejo Volcánico Copahue-Caviahue (CVCC) aloja un importante sistema volcánico-magmático-hidrotermal, cuyas manifestaciones superficiales son el volcán Copahue y las áreas geotermales que se encuentran dentro de la caldera. Las aguas que conforman el sistema río Agrio superior (RAS)-lago Caviahue (LC)-río Agrio inferior (RAI) se encuentran estrechamente relacionadas con el sistema volcánico hidrotermal. Estas aguas presentan pH ácido y altos valores de conductividad, e interactúan con otros cursos de agua de origen de deshielo caracterizadas por pH neutro y bajos valores de conductividad.

La interacción entre estos 2 grupos de aguas da lugar a procesos de dilución y precipitación que controlan las características composicionales del sistema troncal de la zona.

INTRODUCCIÓN:

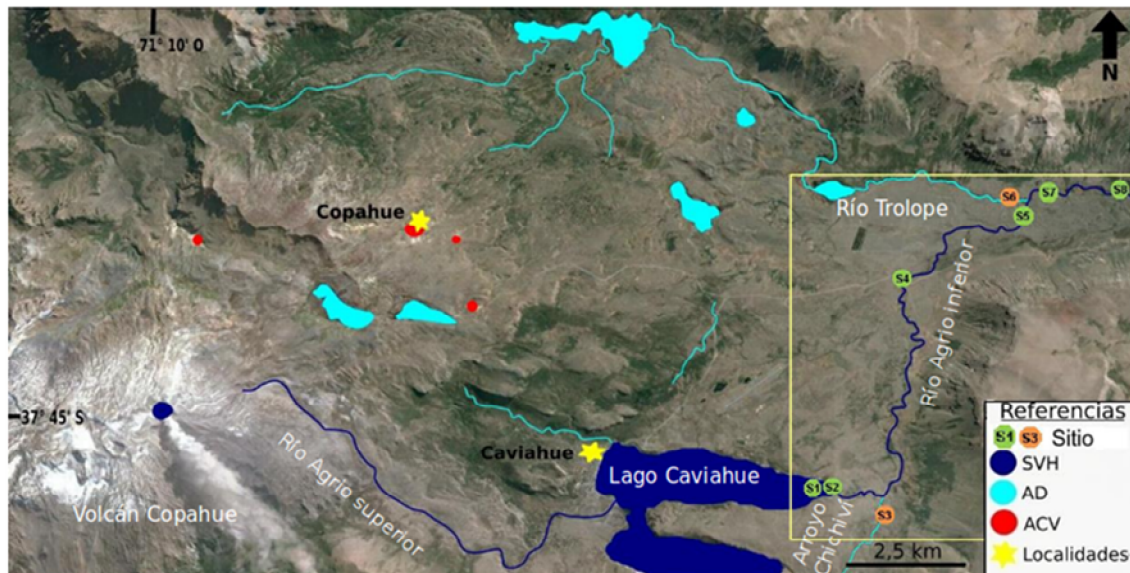


Figura 1: Detalle del área de estudio y sitios de muestreo.

La zona de trabajo se ubica en el CVCC (37° 49' S, 71° 02' O), el cual aloja un sistema volcánico-magmático-hidrotermal, cuyas manifestaciones superficiales son el volcán Copahue y las áreas geotermales aledañas. Distintas aguas forman parte del CVCC, las cuales fueron clasificadas por Augusto et al (2012) en tres subsistemas o grupos según sus rasgos principales: i) Aguas del sistema volcánico-hidrologico (SVH); ii) Aguas pertenecientes a las distintas áreas geotermales denominadas como aguas calentadas por vapor (ACV); iii) Aguas



IV RAGSU

cuyo origen es principalmente la fusión del manto de nieve acumulado durante el invierno y las precipitaciones en general, denominadas como aguas de deshielo (AD).

Las aguas pertenecientes al SVH conforman el sistema río Agrío superior-lago Caviahue-río Agrío inferior. El río Agrío nace de dos surgentes ácidas y calientes que emanan desde el flanco este del Volcán Copahue. Este río se divide en dos tramos: i) río Agrío superior (pH 1-2), que nace en los flancos del volcán Copahue y desemboca 10 km aguas abajo en el Lago Caviahue (pH 3), y ii) río Agrío inferior (pH 3-4), único efluente del lago.

En la zona donde se desarrolló el trabajo se presentan el río Agrío inferior como río troncal, teniendo como afluentes al arroyo Chinchiví y al río Trolope los cuales son AD (fig. 1).

Los aniones mayoritarios presentes en las aguas del SVH (Cl^- , F^- , SO_4^{2-} y HCO_3^-) se caracterizan por ser mayormente derivados de constituyentes de la fase vapor de origen magmático. Los gases ácidos magmáticos (SO_2 , CO_2 , HCl , HF , entre los principales) al ascender entran en contacto con aguas meteóricas someras y superficiales, desarrollando el sistema hidrotermal que se aloja en el edificio volcánico enriquecido en las especies mencionadas. Mientras que los cationes mayoritarios, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe_{tot} y Al^{3+} , provienen de la roca de caja asociada al sistema que es atacada por las aguas que tienen altas temperaturas y acidez, favoreciendo los procesos de disolución de la roca hospedante (Agusto et al, 2012). De esta manera, las aguas originadas en el interior del edificio volcánico se vuelcan al sistema hidrológico a través de las surgentes ácidas que alimentan el río Agrío superior. La finalidad del trabajo es describir los procesos desarrollados en el sistema para caracterizar al mismo y establecer una línea de base de investigación para próximos estudios vinculados al volcán Copahue.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se realizaron mediciones y toma de muestras en 9 sitios, de los cuales 7 fueron sobre el río troncal y dos en afluentes durante el verano de 2014. Se midieron *in situ* temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica. Las muestras fueron colectadas en botellas plásticas por duplicado para análisis de aniones (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , F^-) y cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe_{tot} , Al^{3+} , SiO_2). Para el caso en que el agua muestreada presentara un pH mayor a 3, la botella para cationes fue acidificada con 0,15 ml de HNO_3 concentrado de alta pureza.

Los análisis de las muestras fueron realizados mediante técnicas de espectrometría de absorción atómica (AAS: Perkin-Elmer Analyst 100), cromatografía iónica (IC: Metrohm 761) y espectrometría molecular (MS: Hach 2010), en los laboratorios del INQUIMAE y del LAQAGE de la Universidad de Buenos Aires.

RESULTADOS:

Por un lado las aguas del SVH presentan pH ácido (2,5-3), altos valores de conductividad (300 - 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y elevadas concentraciones en todas las especies mayoritarias. Mientras que las AD presentan pH neutros (6,5-7), bajas conductividades (menores a 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y bajas concentraciones, ya que son aguas de carácter meteórico.

La interacción entre estas aguas en el sistema da lugar a dos tipos de procesos principales que se desarrollan en el río troncal. Por un lado se observa una constante dilución, que afecta de igual manera a todas las especies mayoritarias a lo largo del sistema, producto del ingreso de varios tributarios menores del grupo de las AD. Esto es evidenciado claramente en el cambio abrupto que se produce tanto en el pH y en la conductividad como en las concentraciones, luego del ingreso del río Trolope al sistema principal (fig. 2). Aquí se registra un aumento de los valores de pH de 2,98 a 3,16 y un descenso en los valores de conductividad de 799 a 470 $\mu\text{S}/\text{cm}$, además de una disminución de las concentraciones de los iones como el caso del SO_4^-

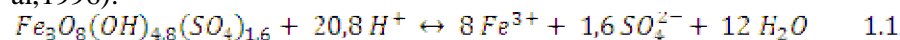
² de 242 a 109 ppm. Si bien solo se han muestreado dos de los tributarios más importantes (ríos Trolope y Chinchiví), se pueden reconocer por imágenes aéreas y satelitales, como fotografías, que el ingreso de tributarios de caudales muy pequeños es constante a lo largo de todo el sistema. Por lo tanto es claro que cambios abruptos en el mismo solo se desarrollan con ingresos de ríos con caudales grandes como es el caso del río Trolope, sin embargo cambios menores de manera constante se dan en todo el recorrido del río principal a partir de la confluencia de arroyos mucho menores o incluso pequeñas descargas de aguas de zonas más altas de carácter efímeras.

Sitio	Lugar	Fecha	pH	Conduct. (µS/cm)	Ox dis. (ppm)	Temp. (°C)	Al (ppm)	Si (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cl (ppm)	SO4 (ppm)	F (ppm)
1	Lago Caviahue	14/03/14	2,66	1200	10,8	12,6	25,8	11,93	25,53	8,30	17,32	25,03	17,49	21,72	260,07	4,09
2	Salida Lago Caviahue	14/03/14	2,74	1200	11,4	14,2	25,8	12,68	7,10	11,39	15,82	18,14	16,82	24,88	282,89	4,31
3	Arroyo Chinchiví	14/03/14	7,15	73,8	9,7	18,7	< LD	5,30	7,85	1,24	< LD	1,12	0,14	1,63	5,00	< LD
4	Puente del Agrio	14/03/14	2,84	845	9,3	17,9	17,2	3,22	6,04	6,97	14,31	12,35	10,36	56,49	195,25	3,14
5	Río Agrio antes de Trolope	15/03/14	2,98	799	10,3	11,5	16,9	10,49	17,51	4,77	9,81	11,72	10,69	60,29	241,66	3,40
6	Arroyo Trolope	15/03/14	6,71	75	9,3	12,9	< LD	3,01	6,86	2,12	0,80	2,96	0,07	2,25	9,41	< LD
7	Salto del Agrio	15/03/14	3,16	470	10,3	16,6	4,3	12,68	14,89	3,44	9,31	9,34	0,87	16,85	108,75	2,20
8	Puerta Trolope	15/03/14	3,30	423	9,4	12,8	4,3	12,13	17,35	4,32	10,31	8,70	0,90	15,93	103,03	2,02
9	Unicón con río Ñorquín	15/03/14	6,53	301	8,2	18,3	< LD	17,49	13,91	6,09	16,32	11,08	0,07	11,47	92,99	0,78

Figura 2: Tabla de datos de los sitios de muestreo.

Por otro lado, el otro proceso que se desarrolla en el sistema afecta de manera puntual a solo dos cationes, hierro y aluminio, por la precipitación de compuestos que los tienen como cationes principales. Particularmente la concentración de hierro a lo largo del cauce principal va descendiendo aguas abajo de manera similar a los otros iones, sin embargo se reconoce un descenso muy marcado luego de la unión entre los ríos Trolope y Agrio inferior. Lo interesante aquí es que la concentración del mismo, luego de este punto, es menor a 1 ppm, no sucediendo esto con el resto de los iones. Esto está directamente relacionado con la aparición de precipitados de color castaño claro, identificados como Schwertmanita (Kading y Varekamp, 2009; Rodriguez et al, 2015) ubicado en todo el lecho del río desde este punto en adelante aguas abajo. El comportamiento del aluminio a lo largo del río Agrio inferior es muy similar al del hierro, ya que se observa un descenso continuo en la concentración con una variación muy grande luego del ingreso del río Trolope al sistema troncal. Sin embargo, a diferencia del hierro, los valores de aluminio por debajo de 1 ppm se obtienen en el último sitio de muestreo a más de 40 km de las nacientes. Esto se encuentra directamente relacionado con la precipitación de un compuesto de características amorfas que contiene aluminio como catión principal, el cual se observa sobre el lecho del río de manera subordinada al precipitado de hierro (Gammons et al, 2005).

Diferentes autores (Gammons et al, 2005; Kading y Varekamp, 2009; Alexander, 2014) han estudiado el proceso de precipitación del mineral observado en el lecho, particularmente el de la schwermanita ($Fe_3O_8(OH)_{4,8}(SO_4)_{1,6}$). Vinculándolo con la siguiente reacción (Bigham et al, 1996):



en la cual se observa que al disminuir el contenido de protones la reacción migra hacia la izquierda produciendo la precipitación del mineral. Esto se reconoce muy claramente en el río Agrio inferior luego de la unión con el río Trolope. Aquí el pH del sistema asciende de manera abrupta por sobre 3 produciendo la precipitación de la schwertmannita. Lo mismo sucede en el río troncal luego de la unión con el río Ñorquín donde precipitan compuestos amorfos que contienen aluminio como catión principal, siendo la diferencia aquí que el valor de pH que necesita la solución para sobresaturarse del compuesto es cercano a 6. De esta

manera se explica la disminución diferencial en las concentraciones de hierro y el aluminio con respecto al resto de las especies.

El caso del hierro fue estudiado más en profundidad, dado que se obtuvieron resultados de índice de saturación (IS) de la schwertmannita a partir del cálculo de actividades de las especies iónicas a través del programa PHREEQC versión 3.1.4 y el Kps del mineral calculado por Bigham et al (1996). A lo largo del río Agrio inferior se observa que el IS aumenta desde la naciente hasta el sitio 5, encontrándose muy cerca del equilibrio del mineral (fig. 3). Luego de la confluencia entre los ríos (sitio 7) el mineral precipitara, por lo que el IS descende ya que la concentración de hierro en la solución es menor a 1 ppm.

En la figura 4 se presenta el IS calculado en función del pH de muestras tomadas por

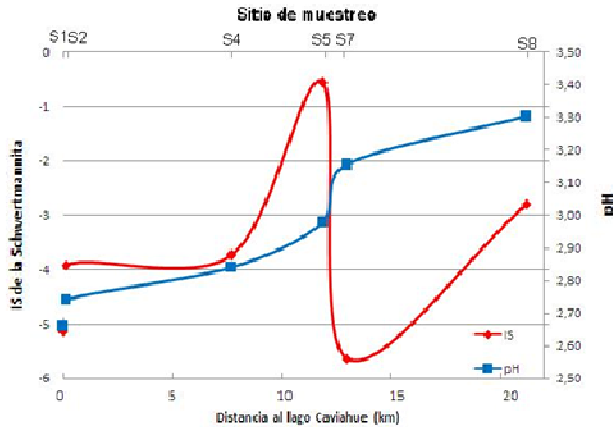


Figura 3: IS de la Schwertmannita y pH en función de la distancia al LC.

diferentes autores en distintas campañas y sitios de muestreo del sistema a lo largo de los últimos 10 años (Gammons et al, 2005; Augusto et al, 2012; Alexander, 2014). Existe una correlación entre el valor de IS calculado y el pH de la solución, observándose que un IS por encima del equilibrio se obtendría a un pH de 2,95 en este sistema. Lo que se observa en campo es consistente con estos cálculos, ya que el único sitio muestreado donde se supera este valor es luego de la confluencia entre los dos

ríos principales, donde se registra el precipitado analizado. De esta manera se puede concluir que es consistente la relación entre lo observado en campo y lo medido en laboratorio y analizado por el software.

CONCLUSIONES:

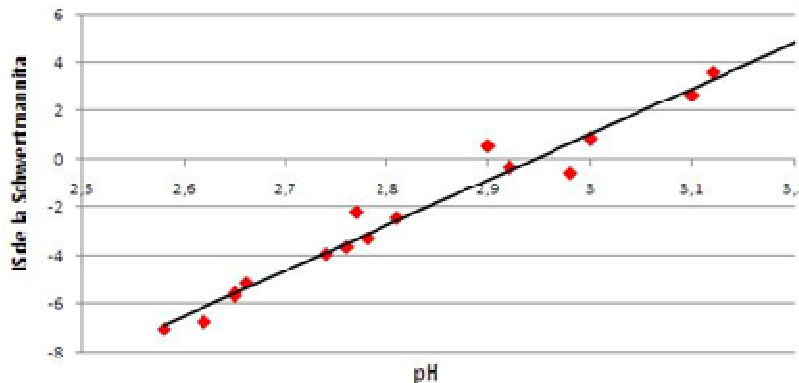


Figura 4: IS de la Schwertmannita en función del pH

Los análisis de los resultados nos muestran dos tipos diferentes de aguas en el sistema, que al interactuar entre ellas producen una variación en la composición del sistema troncal del Río Agrio a lo largo de todo el trayecto analizado. Esta variación responde a distintos procesos que afectan de diferente manera a las especies

iónicas involucradas: dilución por ingreso de aguas meteóricas al sistema para todas las especies iónicas presentes, y precipitación de minerales con hierro y aluminio como cationes principales, vinculado a la variación de pH en el sistema.

REFERENCIAS:



IV RAGSU

Agusto M., Caselli A., Tassi F., Dos Santos M. y Vaselli O., 2012. Seguimiento geoquímico de las aguas ácidas del sistema volcán Copahue-Río Agrio: Posible aplicación para la identificación de precursores eruptivos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69: 481-495.

Alexander E. W., 2014. Aqueous geochemistry of an active magmato-hydrothermal system: Copahue Volcano, Río Agrio, and Lake Caviahue, Neuquén, Argentina. Tesis de bachelor, Wesleyan University (inédita), 96 p., Middletown, Connecticut.

Bigham J. M., Schwertmann U., Traina S. J., Winland R. L. y Wolf M., 1996. Schwertmannite and the chemical modeling of iron in acid sulfate waters. *Geochimica et Cosmochimica*, 60(12), 2111-2121.

Gammons C. H., Wood S. A., Pedrozo F., Varekamp J. C., Nelson B. J., Shope C. L. y Baffico G., 2005. Hydrogeochemistry and rare earth element behavior in a volcanically acidified watershed in Patagonia, Argentina. *Chemical Geology* 222: 249–267.

Kading T. y Varekamp J. C., 2009. Schwertmannite precipitation in glacial Lake Caviahue, Neuquén, Argentina. In *Geol Soc Am Abstr Programs* 43, p. 77.



IV RAGSU

Resúmenes Cortos



Actividad de 222-Radón y concentración de Lantánidos en agua de la cuenca del Río Chubut, Patagonia Argentina.

Torres, Américo¹ ; Faleschini, Mauricio¹; Lecomte, Karina Leticia², Esteves, José Luis¹; Silva-Filho, Emmanoel Vieira³.

1. Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos. CCT - CENPAT Boulevard Brown 2915 9120
2. CICTERRA - CONICET- Universidad Nacional de Córdoba Av. Velez Sarsfield 1611, Córdoba, Argentina 0351-5353800 X5016GCA
3. Universidad Federal Fluminense, Niterói, Río de Janeiro. Outeiro São João Batista s/n - Centro - Niteroi - Río de Janeiro 552126292205 24020-141

El río Chubut recorre a la provincia homónima en dirección Oeste a Este y descarga sus aguas en el Océano Atlántico. En el marco de un proyecto de cooperación bilateral (Argentina-Brasil), en noviembre de 2014 se tomaron muestras de agua superficial en el Río Chubut y de agua subterránea en dos pozos de 2 y 18 m de profundidad, ubicados en cercanías a la desembocadura. En las muestras de agua se determinó la actividad de 222-Rn (RAD7, Durrige Company Inc.) y se registraron in situ los parámetros físicos y químicos (sonda multiparámetro YSI- MPS-556). Además, se midió la concentración de catorce elementos químicos del grupo Lantánidos, utilizando un ICP-MS (Thermo Scientific). La actividad de 222-Rn fue mayor en el agua de los pozos (varió de 237 a 804 dpm/l) respecto a la obtenida en el agua superficial del río Chubut (205 dpm/l). En agua de pozo la temperatura varió entre 15,0-16,6 °C; oxígeno disuelto 2,8-5,8 mg/l; conductividad entre 670-33686 μ S/cm; sólidos suspendidos totales entre 0,5-26,1 g/l; y potencial redox entre 149-151 mV. Mientras que en agua superficial los valores hallados fueron 19,2 °C; 8,1 mg/l; 358 μ S/cm; 0,3 g/l; y 145 mV, respectivamente. El agua subterránea presentó las mayores concentraciones (en μ mol/kg) de los lantánidos: lantano 2,5; cerio 1,9; praseodimio 8,2; neodimio 2,8; samario 8,4; europio 41,9; gadolinio 9,1; terbio 101,0; disprosio 11,0; holmio 66,2; erbio 15,8; tulio 158,6; iterbio 10,7; lutecio 187,5. Por el contrario, en agua superficial del río las concentraciones obtenidas fueron ligeramente menores para todos los elementos químicos. Estos datos son comparados y discutidos con información obtenida en estudios previos realizados en la misma zona. Este estudio brinda información de base sobre las características químicas y además, colabora para lograr un mejor entendimiento de la dinámica que poseen las aguas subterránea y superficial en la cuenca del Río Chubut.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Agua subterránea, Lantánidos, Radón, Río Chubut,



Bioacumulación de metales en dos marismas de *Sarcocornia perennis* del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina)

Negrin, Vanesa¹; Idaszkin, Yanina Lorena²; García, Fabián¹; García Amado, M. Laura³; Botté, Sandra²; Marcovecchio, Jorge²

1. Instituto Argentino de Oceanografía Camino La Carrindanga km 7,5-edificio E1 0291486-1112/1519 8000
2. IPEEC Bvd. Brown 2915 9120
3. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca. 12 de Octubre 991 0291 459-5131 8000

La remediación de contaminación por metales en marismas ha cobrado importancia en las últimas décadas. Sin embargo, el potencial fitorremediador en cada marisma depende de la especie vegetal dominante, el metal considerado, las variables fisicoquímicas del sedimento, etc. El objetivo de este trabajo es estudiar la acumulación de metales en sedimentos y en tejidos de *Sarcocornia perennis* de marismas del estuario de Bahía Blanca. En primavera, se colectaron muestras de *S. perennis* con el sedimento asociado en las marismas Puerto Cuatros (PC) y Puerto Rosales (PR). En el sedimento se midieron pH, Eh, salinidad y porcentajes de materia orgánica (MO) y fracción granulométrica. Asimismo, en el sedimento y la vegetación se determinaron Cu, Cr, Cd, Zn, Pb, Ni, Mn y Fe por mineralización ácida y lectura en ICP OES. El contenido de sedimento fino y MO fue significativamente mayor en PC, mientras que en PR se encontró gran cantidad de conchilla (30 a 60%). El resto de las variables fisicoquímicas no difirieron significativamente. Las concentraciones de metales en sedimento no fueron significativamente diferentes entre ambas marismas. El contenido de metales en raíces fue significativamente mayor en PR que en PC. En PC, la concentración de todos los metales fue significativamente mayor en sedimento que en raíces, mientras que en PR sólo el Cu y el Fe mostraron diferencias significativas, siendo mayores en raíces. El patrón de translocación fue inverso: en PR la concentración fue significativamente mayor en tejidos subterráneos que aéreos, mientras que en PC las concentraciones de metales fueron similares en ambos tejidos. Los resultados obtenidos sugieren que la acumulación de metales en esta especie depende del contenido de material fino y de MO, que son entrampadores de metales y por lo tanto reducen la cantidad de metales disponibles para ser absorbidos por las plantas. Esta información es de utilidad a la hora de establecer futuras estrategias de fitorremediación empleando plantas de *Sarcocornia perennis*.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: fitorremediación, *Sarcocornia perennis*, marisma, metales



Bioacumulación de metales pesados en la macrófita flotante *Limnobium laevigatum*: su potencial uso como tecnología de fitorremediación en aguas contaminadas.

Fernández San Juan, María Rocío; Albornoz, Carolina; Najle, Roberto

Laboratorio de Ecotoxicología, Ciencias Biológicas, UNCPBA Pinto 399 2494366405 7000

La problemática de la contaminación con metales pesados de aguas superficiales y subterráneas constituye una amenaza para la salud humana y de los ecosistemas. Debido a esto, surge la necesidad de descontaminar y remediar las aguas contaminadas por metales pesados a partir de tecnologías ecológicas y rentables, como la fitorremediación. El objetivo del trabajo fue evaluar la concentración de Pb y Zn en la macrófita flotante *Limnobium laevigatum*, luego de ser expuesta a agua contaminada experimentalmente, y de ésta manera poder determinar si éstas plantas poseen mecanismos que le permitan acumular los metales en las raíces y realizar una translocación de éstos a diferentes órganos vegetativos. Las *Limnobium laevigatum* fueron colocadas en soluciones contaminadas con Pb ([Pb] = 5 ppm) y Zn ([Zn] = 20 ppm). Se evaluó la concentración de metales en muestras de agua, raíces y hojas, en función del tiempo (0, 1, 2 y 4 días). La determinación de los metales se realizó mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, E.A.A. GBC 906 (Australia). Para el Pb, las concentraciones (ppm) obtenidas fueron: Agua (A): A0: 4.92, A1: 1.66, A2: 0.43, A4: 0.16; Raíces (R): R0: 35.3, R1: 2284.6, R2: 2604.7, R4: 1868.8; Hojas (H): H0: 26.5, H1: 220.8, H2: 270.2, H4: 361.3. Para el Zn: (A): A0: 18.9, A1: 5.2, A2: 0.4, A4: 0.1; (R): R0: 141.8, R1: 1612.9, R2: 376.1, R4: 203.2; (H): H0: 105.2, H1: 176.8, H2: 829.7, H4: 1402.1. La *Limnobium laevigatum* posee gran capacidad de acumulación de Pb y Zn en raíces y hojas, debido a los altos valores de FBC obtenidos, con importantes mecanismos de translocación de los metales hacia las hojas. Se obtuvo altas eficiencias de remoción de Pb y Zn del agua, por lo cual la *Limnobium laevigatum* podría resultar una especie eficiente para la remoción de metales en sistemas acuáticos.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: metales pesados, fitorremediación, macrófita, agua



Bioacumulación de metales pesados en mejillines *Brachidontes rodriguezii* del sudoeste bonaerense

Buzzi, Natalia Sol; Oliva, Ana Laura; Orazi, Melina; Quintas, Pamela; Arias, Andrés; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía Camino La Carrindanga km 7.5 B8000 FWB

Las zonas costeras son ambientes complejos y dinámicos que reciben grandes cantidades de materiales desde la tierra y actúan como fuente o sumidero de contaminantes. Los metales pesados merecen especial atención debido a su persistencia en el ambiente y su potencial toxicidad. Los moluscos bivalvos, por sus ventajosas características, son utilizados como bioindicadores de contaminación. El objetivo del presente trabajo fue analizar la concentración de metales pesados (Cd, Cu, Cr, Zn y Ni) en mejillines autóctonos *Brachidontes rodriguezii* de distintos sitios de la costa del Sudoeste Bonaerense. Durante 2012 y 2013 se colectaron estacionalmente organismos en el Estuario de Bahía Blanca (EBB) (Villa del Mar, Termoeléctrica y Puerto Cuatrerros) y en verano 2013 también en Pehuen-Có. Se realizó una digestión en medio ácido del tejido blando y el extracto se leyó mediante ICP-OES. Adicionalmente se analizó el índice de condición de los organismos con el fin de evaluar la relación del estado fisiológico y el nivel de los metales pesados. Los resultados demuestran un rango variable en la concentración de la mayoría de los metales evaluados (Cd: 1,32 – 3,90 $\mu\text{g/g}$ peso seco; Cu: 12,66 – 39,34; Zn: 46,88 -78,36; Ni: 1,23 – 3,18; Cr: 0,31 – 1,44). En general los valores máximos se detectaron en otoño en la Termoeléctrica y los niveles mínimos en primavera en Villa del Mar. En la época estival, las concentraciones de todos los metales analizados fueron mayores en los mejillines recolectados en la zona balnearia de Pehuen-Có, posiblemente debido a la influencia turística. En el EBB las diferencias encontradas podrían estar relacionadas con el distinto grado de impacto antropogénico en los lugares de muestreo sumado a la variación de los factores ambientales. Finalmente los niveles de metales pesados en *Brachidontes rodriguezii* fueron menores que los establecidos por distintas legislaciones para consumo de moluscos.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: metales pesados, *Brachidontes rodriguezii*, zonas costeras



Cambios en la especiación del As: desde cenizas volcánicas andinas a sedimentos loésicos de la llanura Chaco Pampeana.

Bia, Gonzalo; Borgnino, Laura; García, M. Gabriela

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA-CONICET) Av Vélez Sarsfield +54-351-5353800 (int 30200) 5000

La región de la llanura Chaco Pampeana en nuestro país, está afectada por elevadas concentraciones de As en agua subterránea. El origen del As está asociado a la presencia de cenizas volcánicas dispersas en los sedimentos loésicos que están en contacto con el agua subterránea. Estudios recientes realizados en nuestro grupo de trabajo determinaron, empleando espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS) que el As en las cenizas volcánicas andinas está asociado a la presencia de especies de As(III)-S y As(V)-O formando recubrimientos en la superficie de estas partículas. Además, se han identificado empleando SEM-EDS fases secundarias de Fe (óxidos y sulfuros) precipitadas sobre la superficie de partículas de vidrio volcánico. El As contenido en estos recubrimientos se libera fácilmente en contacto con el agua, pero una mayor proporción de As queda retenida en la estructura del vidrio volcánico. Este As estructural ha sido estudiado en cenizas volcánicas antiguas y recientes empleando espectroscopia de absorción de rayos X de estructura fina (XAFS), sugiriendo que en las cenizas volcánicas el As se encuentra como As(III), en forma de especie de hidróxidos unidos a átomos de Al-Si y As(-I) formando FeAsS. Este estudio integra la información obtenida para avanzar en determinar cuáles son las transformaciones de las especies de As desde las fuentes primarias, consideradas las cenizas volcánicas, al As encontrado en las fases finales, los sedimentos loésicos. Teniendo en cuenta los resultados mencionados luego de aplicar técnicas espectroscópicas (XAFS y XPS) y análisis SEM-EDS, se han evidenciado tres formas en las que el As está presente en las cenizas volcánicas: (1) dentro de la estructura del vidrio volcánico, (2) formando fases discretas de As y (3) como especies adsorbidos/ coprecipitados en la superficie de las partículas. Con el paso del tiempo el vidrio volcánico puede alterarse y liberar al As(III), lo mismo ocurre con la FeAsS, la cual se oxida fácilmente aun al ser expuesta a condiciones ambientales. El producto final de oxidación en ambos casos son los arseniatos que se adsorben en (hidr) óxidos férricos presentes en los sedimentos loésicos.

Geoquímica experimental (GE)

Palabras clave: XPS, XAFS, Vidrio volcánico, Especiación de arsénico



Caracterización de comunidades microbianas en biofilms de sedimentos marinos portuarios y enmiendas para biorremediación

Sepúlveda, M.a, Polifroni, R.a, Revuelta F. b, Olivera N.L.b y Nieves El Makte, M.a,b

a CESIMAR – CENPAT – CONICET, LOQyCA

b Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Chubut

c IPEEC – CENPAT – CONICET, Laboratorio de Microbiología y Biotecnología

Las comunidades microbianas de sedimentos marinos prestan importantes servicios ecosistémicos, por ejemplo, llevan a cabo gran parte de los procesos biogeoquímicos de recuperación de ambientes impactados denominados atenuación natural. Los ambientes contaminados representan una fuente de recursos biológicos y genéticos, en particular para la biorremediación ambiental, al estar expuestas a un factor de selección. Este trabajo tiene por objeto caracterizar las comunidades bacterianas de sedimentos marinos impactados por hidrocarburos de la zona portuaria de Puerto Madryn y de enmiendas microbianas para tratamientos de biorremediación. Estas fueron obtenidas mediante recirculación de una suspensión de los sedimentos marinos con 0,1% (p/v) de petróleo crudo Escalante a través de un lecho poroso de grava durante 14 días, que luego se reemplazó con un medio mínimo marino suplementado con macronutrientes (N y P) por 28 días. La estructura y la diversidad de las comunidades se determinaron mediante secuenciación de la región hipervariable V4 del gen 16S ADN_r en una plataforma MiSeq (Illumina). Se observaron un total de 569 OTUs (409 ± 62 OTUs por muestra, 480±32 OTUs por muestra de sedimentos (n=2) y 374±33 OTUs por muestra de enmiendas (n=4)). Los sedimentos reflejaron mayor diversidad (índice de Shannon) y riqueza (Chao1) que las enmiendas. Los filos Proteobacteria, Fimicutes, Bacteroidetes, Planctomycetes y Actinobacteria representaron más del 83% y 94% de las lecturas de los sedimentos y enmiendas, respectivamente. El 43% de los OTUs encontrados fueron comunes a todas las muestras, mientras que el 18% de los OTUs resultó no compartido entre sedimentos y enmiendas. El género *Marinobacter*, que posee capacidad de degradar hidrocarburos alifáticos y de formar biofilm, fue predominante en las enmiendas (9,8±0,6%). En este estudio se determinó que las enmiendas obtenidas, con capacidad de mineralizar PAHs e hidrocarburos alifáticos, retuvieron una alta diversidad respecto a la de los sedimentos marinos de origen.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: Sedimentos, comunidades microbianas, diversidad, hidrocarburos.



Caracterización de la fracción fluorescente de la materia orgánica disuelta en la microcapa superficial y su relación con la columna de agua en la zona interna del Estuario de Bahía Blanca

Jessica, Moyano¹; Martinez, Ana Maria²; Garzon, Cardona¹; John, Edison¹; Pistonesi, Marcelo Fabian²; Lara, Ruben¹

1. Instituto Argentino de Oceanografía km8 La Carrindanga 8000

2. Departamento de Química. UNS; Instituto de Química del Sur (INQUISUR) UNS-CONICET Av. Alem 1253 4595100 8000

El estudio de la materia orgánica, tanto particulada como disuelta, es relevante en sistemas acuáticos por ser fuente/sumidero global de carbono y nitrógeno. En este trabajo se presenta la identificación y caracterización de la materia orgánica disuelta fluorescente en la microcapa superficial (MCS) y en agua subsuperficial (ASS) del sitio de estudio. El objetivo es evaluar diferencias en la distribución a través del factor de enriquecimiento (FE), definido como el cociente entre las concentraciones obtenidas para MCS y ASS. Se tomaron muestras mensualmente en la zona interna del Estuario de Bahía Blanca (38°45'S; 62°22'O) desde Mayo 2014 a Mayo 2015. El espesor de la MCS muestreado fue calculado en 209±18µm. Las señales obtenidas empleando espectroscopia de fluorescencia fueron identificadas según Coble (1996). La composición porcentual de los compuestos húmicos en la MCS y ASS resultó del 71±7% y 77±9% respectivamente; las señales de los compuestos proteínicos, asociados con material autóctono, se destacaron en la MCS en el periodo de invierno y verano obteniéndose un FE de 4,12 y 1,76 respectivamente, acompañado con valores elevados de carbono orgánico particulado (340-365µM y 271-276µM) y clorofila-a (8,5-15,1µg.L⁻¹ y 5,9-7,6 µg.L⁻¹). Los resultados obtenidos muestran un comportamiento similar para los compuestos húmicos, y un patrón diferenciado de los compuestos de origen proteínico que enriquecen la microcapa superficial en períodos de elevada actividad biológica.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: materia orgánica disuelta fluorescente, microcapa superficial, estuario



Caracterización hidrológica de agua de ambiente periglacial

García, Adriana Karina; Ahumada, Ana Lia; Saccone, Paolo; Ibañez, Gloria; Paez, Verónica; Toledo, Mario; Moreno, Cesar

Fundación Miguel Lillo Miguel Lillo 251 4000

La escasez de agua es un problema cada vez mayor, sobre todo para regiones de alta montaña con condiciones periglaciales habitadas. Esos ambientes se caracterizan por amplitudes térmicas diarias muy marcadas, en el entorno de 0°C. Estas condiciones meteorológicas generan fenómenos de congelamiento y descongelamiento diario y estacional que favorecen la formación del paisaje periglacial. Por encima de los 4000 msnm, se localizan glaciares de escombros, geoformas de permafrost constituidas por rocas y detritos congelados con hielo intersticial y lenticular. Estas geoformas son reservorios congelados de agua dulce fundamentales para la biodiversidad y la población local. El objetivo del trabajo fue determinar las características fisicoquímicas del agua superficial originaria de ambientes periglaciales, ubicados en el NOA. Para ello se tomaron muestras de agua superficial originada en tres glaciares de escombros, dos ubicados en Sierras de Santa Victoria y uno en la Sierras del Aconquija. En Sierra del Aconquija, también se tomó muestras de un curso de agua, cuyo origen glaciar, se encuentra 1,5 km. Para establecer las características del agua se realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos pH, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos totales, composición iónica mayoritaria (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruro, sulfato, y bicarbonato) y nutrientes (nitrógeno, amonio, nitrito y nitrato; fosfato y potasio). También, se analizaron metales como aluminio, arsénico, selenio, molibdeno, manganeso y hierro. Se pudo establecer que el agua superficial presenta características fisicoquímicas típicas de aguas de buena calidad para vida silvestre y de consumo humano. Son aguas bicarbonatadas cálcicas, con mayor aporte de magnesio en la Sierra del Aconquija. Estos resultados reflejan una alta calidad del recurso hídrico en las nacientes del sistema fluvial.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Glaciares de escombros; calidad de agua, agua superficial, permafrost



Caracterización hidroquímica e isotópica en el sistema de la Laguna del Plata, Córdoba, Argentina

Campodonico VA1, Dapeña C2, Pasquini AI1, Lecomte KL1, Cuña Rodriguez CC1, Piovano EL1

1 Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), UNC, CONICET, Córdoba, Argentina. vcampodonico@unc.edu.ar

2 Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

PALABRAS CLAVE: GEOQUÍMICA – ISÓTOPOS ESTABLES – LAGO SALINO

La Laguna del Plata es un pequeño cuerpo de agua (~22 km²) asociado a la Laguna Mar Chiquita (Córdoba, 30°54'S – 62°51'O) en su margen suroeste, donde desemboca el río Suquía. Con el fin de modelar mediante el uso de trazadores geoquímicos e isotópicos el aporte de agua subterránea al sistema, se tomaron muestras de aguas superficiales y subterráneas durante octubre de 2015. En este trabajo se presenta un análisis preliminar de los resultados obtenidos. Las aguas de la laguna son alcalinas (pHs > 8) y salinas (entre 60 mS/cm y 85 mS/cm). El catión dominante es el Na⁺, con concentraciones comprendidas entre 12315 mg/L y 18287 mg/L, en tanto el anión que presenta mayores concentraciones es el Cl⁻ (15320 mg/L – 23457 mg/L), y las aguas se clasifican como cloruradas sódicas. Por otra parte, las aguas subterráneas (pH ~8,5) presentan mayor variabilidad hacia los términos sulfatados. En la laguna los valores de $\delta^{18}\text{O}$ varían entre -0,9‰ y -1,6‰, en tanto que el $\delta^2\text{H}$ varía entre -2‰ y -7‰ y presentan excesos de deuterio entre 4‰ y 6‰ indicando una significativa evaporación. Por otro lado, las muestras de agua subterránea y del río Suquía tienen una composición isotópica más empobrecida respecto a la de la laguna y acorde con la precipitación de la región con excesos de deuterio > 10‰.

Hidrogeoquímica (HG)

palabras clave: geoquímica – isótopos estables – lago salino



Características hidroquímicas y de suelo en dos cuencas serranas con diferente cobertura vegetal (Sierras Grandes, Córdoba, Argentina)

López, Claudia; Cortés. Samia; L. Eduardo

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), UNC, CONICET, Av. Vélez Sarsfield 1611 5000 Piovano, X5016GCB

Las cuencas Los Hornillos (LH) y El Medio (EM) se ubican en el faldeo occidental de las Sierras Grandes de Córdoba. LH presenta bosque nativo, mientras que EM ha sido parcialmente reforestada por *Pinus* spp. En ambas, se determinaron parámetros físico-químicos, bacteriológicos y caudales puntuales, espacial y temporalmente; estudiando las posibles alteraciones a las propiedades mencionadas que podría provocar la reforestación. También se examinaron características físico-químicas del suelo y del agua de precipitación fustal en EM. Los valores de pH de precipitación fustal y de los primeros 10 cm de suelo, resultaron ácidos en EM y menores respecto a LH. Los caudales puntuales presentaron una disminución significativa aguas abajo en la zona reforestada, entre 20% y 95%, en la estación húmeda y seca, respectivamente. Ambos arroyos presentan aguas diluidas pH alcalinos no detectándose cambios importantes en las concentraciones de los iones mayoritarios. Los valores de C orgánico e inorgánico total del suelo fueron menores en la zona reforestada que en el bosque nativo. Estos resultados mostrarían una menor velocidad en el ciclado de nutrientes y una pérdida relativa de C asociada al empobrecimiento de los suelos con reforestación. Aun con la acidificación que provoca el pinar sobre el agua fustal y el suelo superficial no se observaron cambios en la calidad del agua entre ambos arroyos. Esto indicaría que la forestación no estaría afectando la composición química del agua superficial, siendo consistente con resultados encontrados en otras cuencas reforestadas de las Sierras de Córdoba, donde la roca poco meteorizada tendría una alta capacidad buffer. Sin embargo la reforestación estaría afectando de manera significativa el rendimiento hídrico, lo cual en época seca, con clima semiárido y bajo un contexto de cambio climático global, constituye un riesgo para la supervivencia del ecosistema y el suministro de agua a las comunidades locales.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: ecohidrología, cuencas de montaña, hidrogeoquímica, reforestación.



Carbohidratos extracelulares en sedimentos colonizados por matas microbianas y su relación con la presencia de metales en el estuario de Bahía Blanca (Argentina)

Eleonora M. Fernández,a,b*, Analía V. Serraa*, Carla V. Spettera,b, Sandra E. Bottéa,c, Diana Cuadradoa,d, Jorge E. Marcovecchioa,e,f

* Autores correspondientes: eleonoraf@iado-conicet.gob.ar, avserra@iado-conicet.gob.ar

a Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET/UNS), Camino La Carrindanga Km7, Bahía Blanca, Argentina.

b Departamento de Química (UNS), Av. Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina.

c Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia (UNS), San Juan 670, Bahía Blanca, Argentina

d Departamento de Geología (UNS), San Juan 670, Bahía Blanca, Argentina

e Universidad Tecnológica Nacional (UTN)-FRBB, 11 de Abril 445, Bahía Blanca, Argentina.

f Universidad de la Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomás de Aquino (FASTA), Gascón 3145, Mar del Plata, Argentina.

Las matas microbianas son estructuras constituidas por un conjunto de microorganismos asociados con exopolisacáridos (EPS) y el sedimento que colonizan. Los carbohidratos son el componente principal de los EPS (con menor proporción de lípidos, proteínas y ácidos urónicos). Estos consorcios microbianos están vinculados a la biogeoquímica de los metales ya que participan en los procesos de retención, precipitación y mineralización. El estuario de Bahía Blanca (EBB) es un ambiente impactado por diversas actividades humanas las cuales generan e introducen en el ambiente metales entre otros posibles contaminantes. El mismo presenta extensas planicies de marea colonizadas por matas microbianas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre la concentración de carbohidratos extracelulares y metales durante la temporada invernal y estival del año 2013 en los sedimentos de la planicie de marea de Puerto Rosales (zona media del EBB). Para el análisis de los carbohidratos extracelulares, se extrajeron secuencialmente dos fracciones: Fracción Coloidal (FC) y Fracción Capsular (FCA) que fueron cuantificadas espectrofotométricamente. Se determinó la concentración de Cu, Pb, Cd, Hg, Zn, Mn, Ni, Cr y Fe mediante ICP-OES; mientras que el contenido de Hg se determinó por EAA-vapor frío. Los resultados mostraron que los niveles de metales se hallaron dentro de los valores históricos para el EBB. Las concentraciones de FC y FCA fueron mayores en invierno ($367,8 \pm 126,7$ y $267,9 \pm 40,5$ $\mu\text{g eqGlu g}^{-1}$ ps, respectivamente) que en verano ($44,7 \pm 30,0$ y $96,7 \pm 25,1$ $\mu\text{g eqGlu g}^{-1}$ ps, respectivamente). De todos los metales considerados, el Cu ($9,4$ - $14,6$ $\mu\text{g g}^{-1}$) presentó una correlación positiva con la FC y la FCA ($p < 0,05$) en verano, probablemente relacionado a los procesos metabólicos de los microorganismos presentes. En invierno, la FCA correlacionó negativamente ($p < 0,05$) con el Cd ($0,020$ - $0,039$ $\mu\text{g g}^{-1}$) y el Zn ($18,2$ - $29,3$ $\mu\text{g g}^{-1}$) lo cual podría deberse a las bajas concentraciones detectadas de estos metales.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: EPS, Metales, sedimento, Puerto Rosales



Carbon biogeochemical cycling from an isotopic standpoint: the role of fishes in estuarine saltmarshes

La Colla, Noelia¹; Franco, Marcos²; Botté, Sandra^{1,3}; Negrin, Vanesa¹; Serra, Analía¹; Gomes de Almeida, Marcelo²; Rezende, Carlos Eduardo²; Marcovecchio, Jorge¹

1. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000
2. Universidade Estadual do Norte Fluminense Av. Alberto Lamego 2000 28035-200
3. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca.

Within coastal environments, estuaries are important regions for studying transferences from land- margin to margin-open ocean. Saltmarshes within estuaries are known to function as nursery areas for many fish and invertebrate species. Interactions in these environments influence the biogeochemical cycling of elements in estuaries, where fish could play an important role in exporting the productivity to the open sea (1). Stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) have been used to obtain information on the sources of organic matter in estuaries and its application is based on the premise that different sources have distinct isotope signatures (2). The lack of direct grazing on marsh vegetation and abundance of dead plant material and other organic matter in sediments of estuaries implies that detritus is one of the principal inputs at the base of estuarine food-webs (3). The present study evaluates the hypothesis that consumers might reflect assimilation of material from different origins and might act as a good estimator of the carbon/energy transference pathways. A mixing model based on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of possible “sources” (i.e.: sediment, salt marsh vegetation, microbial mats and juvenile fish species) and adult fish species *Cynoscion guatucupa*, *Mustelus schmitti*, *Micropogonias furnieri* and *Brevoortia aurea* as “consumers” was developed with SIAR (Stable Isotope Analysis in R). The study revealed the relative importance of saltmarshes of *Sarcocornia perennis* (mean $\delta^{13}\text{C}$: -26,2 ‰) as contributor to the isotopic signature of *B. aurea* (mean $\delta^{13}\text{C}$: -18.2 ‰). Also *Spartina alterniflora* (mean $\delta^{13}\text{C}$: - 13,9 ‰) as well as the juveniles of the fish species, added as preys, were the major contributors to the isotopic values of *C. guatucupa* (mean $\delta^{13}\text{C}$: -14,8 ‰). These results highlight the differential sources of organic carbon to the estuary. Further research is needed to achieve a better assessment of the biogeochemical processes taking place.

Geoquímica isotópica (GI)

Palabras clave: estuary, stable isotopes, fishes, saltmarshes



Composición química de la materia orgánica disuelta en la zona de conexión Pacífico-Atlántico.

Garzon Cardona, John Edison¹; Martinez, Ana Maria²; Moyano, Jessica¹; Pistonesi, Marcelo Fabian²; Freije, Ruben Hugo²; Lara, Ruben¹

1. Instituto Argentino de Oceanografía Camino La Carrindanga km 7.5 486-1112/1519 8000
2. Instituto de Química del Sur, INQUISUR-CONICET. Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, UNS. Av. Alem 1253 4595100 8000

Durante una campaña realizada en marzo de 2012 en el Buque Oceanográfico Puerto Deseado se tomaron muestras en 12 estaciones ubicadas en el área sur de la Patagonia austral (54-56°S y 64- 67°E). Se cuantificaron los aminoácidos por fluorescencia previa separación por HPLC y los carbohidratos, nutrientes y pigmentos por espectroscopia de absorción y fluorescencia molecular. Este trabajo sugiere que el aporte continental y posiblemente el aporte del Pacífico a través de la Corriente de Cabo de Horno fueron las principales fuentes de NH₄⁺, y en menor medida carbohidratos poliméricos. Por otro lado el aporte de aguas de la Antártida a través de la Corriente Circumpolar Antártica fue la principal fuente de aminoácidos y nutrientes inorgánicos (NO₃⁻, SiO₄⁻², PO₄⁻³), siendo estos últimos los responsables de controlar la distribución de los pigmentos en la zona de estudio. El fitoplancton manifestó una fuerte influencia sobre la distribución de carbohidratos combinados por sobre el aporte alóctono. Se sugiere que el aporte del fitoplancton en las zonas con concentraciones de clorofila mayores a 4 µg.L⁻¹ y con valores de clorofila/feopigmentos menores a 1 en aguas costeras y de transición es la principal fuente de compuestos monoméricos con propiedades lábiles. Las importantes contribuciones de aminoácidos y carbohidratos a la zona Pacífico-Atlántica, sugiere una significativa fracción de material orgánico químicamente identificado propiciando un ambiente fértil para la actividad heterotrófica microbiana.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: materia orgánica disuelta, aminoácidos, carbohidratos



Contenido total de compuestos órganoclorados (OCP's) y metales en suelos de intensa actividad agrícola. Tramo Córdoba Capital-Inrville

Avendaño, Maral¹; Palomeque, Miriam²; Roqué, Pablo³; Lojo, Andrea¹

- 1.CICTERRA Haya de la Torre s/n, Ciudad Universitaria X5016GCA
- 2.Universidad Nacional de Córdoba Av. Velez Sarsfield 1611 X5016GCA
- 3.CEQUIMAP Haya de la Torre s/n, Ciudad Universitaria +54 351 5353857 X5016GCA

El suelo es un recurso no renovable que actúa como biorreactor e interfase entre aire y agua. Las prácticas agropecuarias impactan directamente en los suelos y podrían llegar a agotar sus funciones ya que la tecnología empleada actualmente involucra sistemas de siembra directa, especies transgénicas y el uso de fitosanitarios. Sustancias potencialmente peligrosas ingresarían en nuestro organismo por ingestión, contacto dérmico e inhalación de polvos siendo nocivos para la salud. La aplicación de sistemas de labranzas, reducción de las dosis de fitosanitarios, el desarrollo de nuevas tecnologías y técnicas analíticas que permitan monitorear y analizar la distribución espacio-temporal de especies potencialmente peligrosas para realizar evaluaciones de calidad ambiental, son algunas de las opciones que podrían contribuir a las buenas prácticas agropecuarias. El objetivo de este trabajo es analizar la variación espacio-temporal de parámetros de calidad ambiental. Se presentarán los resultados obtenidos hasta el momento del contenido de OCP's y fracción disponible y semi-total de metales pesados, parámetros característicos (porcentaje de agua, contenido de carbono orgánico, carbono inorgánico, tamaño de partícula y pH) en la fracción fina de suelo (<63µm) proveniente de un área de producción agrícola en el tramo desde Córdoba Capital hasta Inrville, pasando por Pilar, Oncativo, Hernando, la Laguna y Justiniano Pose. El presente trabajo contribuye a completar un estudio más amplio que se está llevando a cabo en dicha zona. Los resultados obtenidos corresponden a 10 muestras de suelo superficial tomadas en 4 campañas de muestreo realizadas entre 2013 y 2015. La determinación OCP's se realiza con un equipo GC-ECD detectándose permetrinas, Metoxicloro, Clorpirifos, Etridiazol, Trifluralin, entre otros. El contenido disponible y semi-total de metales asociados a fertilizantes (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) se obtuvo utilizando métodos estándares BCR (para disponibles) y 3550B EPA (para semi-totales).

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Suelo superficial, Ambiente, Metales, Plaguicidas



IV RAGSU

Descargas submarinas de aguas subterráneas en el Refugio de Vida Silvestre “La Esperanza”, Patagonia Argentina.

Torres, Américo; Faleschini, Mauricio; Niencheski, Luis Felipe; Esteves, José Luis

Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos. CCT - CENPAT Boulevard Brown 2915 9120

Universidad Federal de Rio Grande Campus Carreiros. R. Gen. Osório, S/N - Centro, Rio Grande - RS, 96200-400, Brasil 55 53 3233-6500 96200-400

Las descargas submarinas de aguas subterráneas (DSAS) han sido reconocidas como una vía de comunicación e intercambio entre el continente y el mar. Las DSAS han sido estudiadas alrededor del mundo a través de la medición de trazadores isotópicos. Entre éstos, los más utilizados son los isótopos de radio ($^{223-224}\text{Ra}$, $^{226-228}\text{Ra}$) y radón (^{222}Rn). El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de las DSAS en el refugio de vida silvestre “La Esperanza” ubicado a orillas del Golfo San Matías. En Marzo del 2015 se realizó la medición de ^{222}Rn utilizando un equipo RAD7, en agua dulce (Conductividad: $810\mu\text{S}/\text{cm}$) de un pozo de 10m de profundidad y en agua salobre (Conductividad: $5967\mu\text{S}/\text{cm}$) de un segundo pozo de 20m de profundidad, en un tercer pozo realizado en la playa (Conductividad: $38177\mu\text{S}/\text{cm}$) y finalmente en la zona marina costera 20m mar adentro. Además, se registraron parámetros in situ con una sonda multiparámetro (YSI-556). Se tomaron muestras de agua para la medición de nutrientes (amonio, nitrato+nitrito, fosfato, silicato) utilizando un autoanalizador (Skalar). Las mayores concentraciones de nutrientes, a excepción del fosfato, se registraron en el pozo con agua salobre: amonio $2\mu\text{mol}/\text{l}$; nitrato+nitrito $1496\mu\text{mol}/\text{l}$, fosfato $3\mu\text{mol}/\text{l}$ y silicato $392\mu\text{mol}/\text{l}$. En el pozo de agua dulce las concentraciones fueron 0,4; 89; 6 y $304\mu\text{mol}/\text{l}$, respectivamente, y en el pozo de playa fueron menores en todos los casos. La mayor actividad de ^{222}Rn se registró en el pozo con agua dulce ($335\text{dpm}/\text{l}$), luego en el pozo con agua salobre ($192\text{dpm}/\text{l}$) y en el pozo de playa ($181\text{dpm}/\text{l}$). Así mismo, en la zona marina costera la mayor actividad registrada fue de $3\text{dpm}/\text{l}$. Los resultados indican la presencia de las DSAS en la zona marina costera del refugio de vida silvestre. Se discute el efecto de las DSAS como fuente de nutrientes en la zona estudiada.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: Descarga submarina de agua subterránea, Radón, Área protegida, Patagonia



Determinación de la concentración de aniones y cationes en muestras de precipitación total colectadas en la ciudad de Salta, Valle de Lerma

Romero Oruél, María A.; Gaiero, Diego²; Kirschbaum, Alicia¹; López, Emilce¹

1. Instituto de Bio y Geociencias del Noa Av. 9 de julio 14 - Rosario de Lerma - Salta 4405
2. Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra - CONICET Av. Velez Sarsfield 1611 – Córdoba (Capital) +54-351-5353800 (int 30200) X5016GCA

Se determinaron las concentraciones de aniones y cationes, pH y conductividad eléctrica en la fracción soluble de muestras de agua de lluvia en la ciudad de Salta. El agua de lluvia juega un rol muy importante en la remoción de los componentes solubles de la atmósfera y nos ayuda a entender la contribución relativa de diferentes fuentes de aporte a la atmósfera. Existen varios procesos a partir de los cuales las partículas secas son removidas de la atmósfera, por ejemplo, los procesos que ocurren debajo de la nube. La ciudad de Salta es un conglomerado urbano de moderado desarrollo: de sólo 700.000 habitantes, con escasa a nula actividad industrial y un parque automotor pequeño. Se ubica en el valle de Lerma y posee características climáticas particulares que se asocian a su confinamiento por un sistema de serranías. Regionalmente el clima es templado, marcado por un invierno seco y lluvias intensas durante el verano austral. Las lluvias en Salta se caracterizan por una baja conductividad eléctrica, una componente marina diluida, composición bicarbonatada cálcica y pH ligeramente ácido. El valor de pH responde a una concentración baja de especies ácidas antrópicas (NO₃⁻ y SO₄²⁻) y al desarrollo de procesos de neutralización. Las concentraciones de NO₃⁻ y SO₄²⁻ son coherentes con el bajo desarrollo urbano de la ciudad de Salta. Por otro lado, se registró abundancia de Ca²⁺ que podría estar relacionado a la extracción de carbonato de calcio dentro del valle. Se verificó que durante el período seco las partículas de polvo y contaminantes se concentran en la tropósfera baja del valle y luego son incorporadas a las primeras lluvias por procesos de lavado que ocurren por debajo de la nube. Este proceso de incorporación de partículas al agua define parte de la composición química del agua de lluvia local.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: agua de lluvia, Salta, remoción de partículas, atmósfera



IV RAGSU

Determinación de metales y caracterización físico-química de los sedimentos costeros de Monte Hermoso (Prov. Bs As, Argentina).

Labudía, Ana Carolina; Fernández, Eleonora Marisel; Botté, Sandra; Spetter, Carla Vanesa; Arlenghi, Javier; García, Fabián; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía - IADO - CCT - Bahía Blanca Camino La Carrindanga Km 7 8000

Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca. 12 de Octubre 991 0291 459-5131 8000

En los ambientes marino-costeros, los sedimentos son utilizados para evaluar el impacto antrópico debido a que juegan un rol fundamental en la acumulación, el transporte y la transferencia de contaminantes. El objetivo de este trabajo fue realizar la determinación de metales pesados, contenido de materia orgánica y parámetros físico-químicos (Eh, pH, temperatura y granulometría) de los sedimentos costeros de Monte Hermoso. Para ello, se tomaron muestras en bajamar en dos puntos (Faro Recalada: FR y El Pisadero: EP), durante el período Septiembre 2013 - Febrero 2014. En el sedimento superficial, in situ, se midieron la temperatura, el pH y el Eh empleando una sonda multisensor Hanna. Las muestras fueron secadas y tamizadas obteniéndose la fracción fina ($< 63\mu\text{m}$). Para la determinación de metales los sedimentos fueron digeridos con una mezcla de ácidos fuertes y posterior cuantificación en ICP-OES. El contenido de Materia Orgánica (%MO) fue calculado por pérdida de peso por ignición (LOI). La granulometría fue determinada por difracción láser empleando un analizador de partículas Malvern-Mastersizer. El valor de Eh promedio fue de 136 ± 22 mV, indicando que los sedimentos fueron moderadamente reducidos (DeLaune y Reddy 2008). El pH (6,3-7,7) se mantuvo dentro de los valores esperados para este tipo de ambientes. La concentración de metales ($\mu\text{g g}^{-1}$) en la fracción fina ($\sim 73\%$), considerando ambos sitios, varió entre 0,022-0,109 (Cd), 7,33-28,40 (Cu), 3,12-8,05 (Pb), 14,03-40,83 (Zn), 65,13-322,90 (Mn), 2,57- 11,25 (Ni), 5,15-13,42 (Cr), 9679-45760 (Fe). EP y FR difieren significativamente en el % de MO, siendo FR el sitio con mayor contenido de materia orgánica ($p = 0.011$). No se hallaron diferencias significativas entre sitios respecto al contenido de metales, a excepción del Pb, donde el sitio EP presenta mayor concentración ($p = 0.029$).

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Metales, Sedimentos costeros, Materia orgánica, Monte Hermoso



Determination of metals in bottom sediments of Doce River after the breaking of a tailings dam

Rangel, Thiago; Cherene Vaz de Oliveira, Braulio; Quitete Ribeiro de Almeida, Diogo; Gomes Almeida, Marcelo; Rezende, Carlos Eduardo

Universidade Estadual do Norte Fluminense Av. Alberto Lamego, 2000, Prédio 5. Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, RJ +5522981584093 28035-200

The present study evaluated the distribution of metals (Fe, Al, Ti, B, Mn, Se, Ba, V, Zn, Cr, Ni, Cu, Sr, Pb and Cd) and its relations to carbon and grain size in bottom sediments of the Doce river basin, after the breaking of a dam iron ore mining tailings in November 2015, state of Minas Gerais, Brazil. Sampling was conducted in ten sites, positioned downstream of the barrier and inward oriented as follow: Regência, Linhares, Colatina, Mascarenhas, Baixo Guandu, Aimorés, Resplendor, Tumiritinga, Governador Valadares and Ipatinga. The Baixo Guandu site, located in a tributary not harmed by the breaking of the dam, was considered a control point. Higher concentrations were found in Aimorés and Resplendor ((Fe>90mg/g; B/Mn>1000µg/g; Se/Ba>150µg/g; V/Zn/Cr>70µg/g), and similar values were found in Baixo Guandu. But in the latter, the results can be explained by domestic activities, such as sewer discharge. Lower concentrations were observed in the four sites closer to the sea (Fe/Al/Ti<2mg/g; Se/Ba/V/Zn/Cr<10µg/g), which can be related to the discharge retention of a second dam located upstream. Positive correlations were found between metals and silt/clay fraction, but not between metals and carbon concentrations. All values found were below the TEL (Threshold Effect Level) and PEL (Probable Effect Level) defined by NOAA. In conclusion, it was not observed metal concentrations in the sediments that could cause damage to the biota, and fish mortality was attributed to oxygen depletion in the water column and high MPS values. Still, a monitoring program is necessary in order to evaluate deposition of the final material, as well as possible changes to the geochemical properties of sediments, especially in times of higher river flow.

Geoquímica sedimentaria (GS)

Palabras clave: waste, concentration, metal, mineral, Brazil



Dinámica de metales pesados en la fracción particulada de la zona de deslizamiento de una playa arenosa del sudoeste bonaerense

Fernández Severini, Melisa D.; Menéndez, María Clara; Buzzi, Natalia Sol; Delgado, Ana Laura; Piccolo, María Cintia; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía Camino La Carrindanga km 7.5 0291 4861112 B8000 FWB

Las zonas de deslizamiento (surfzones) de playas arenosas constituyen una interfase compleja entre el océano y el continente donde ocurren importantes intercambios de materia orgánica, nutrientes y material en suspensión. Además, la dinámica del agua es significativa producto de la acción del oleaje, por lo que las concentraciones de material particulado en suspensión (MPS) son regularmente altas. El objetivo del presente trabajo consistió en analizar las concentraciones de Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn en el MPS ($>0.45 \mu\text{m}$) de la zona de deslizamiento de una playa de Monte Hermoso y el origen de dichos elementos. Las muestras se colectaron mensualmente entre Septiembre de 2009 y Noviembre de 2010, durante pleamar y bajamar. Se realizó un ANOVA-doble para detectar diferencias en las concentraciones de metales debido al efecto de la marea, del mes o a una interacción entre ambos. Se detectaron diferencias entre los meses de muestreo ($p < 0.01$) para todos los metales a excepción del hierro. Sin embargo, no se detectaron diferencias entre mareas ($p > 0.25$) para la mayoría de los metales. Hacia fines del verano (marzo) - finalizado el período de mayor afluencia turística-, todos los metales a excepción del Cd presentaron un aumento en la fracción particulada (Cr: 16,38 $\mu\text{g/g}$ peso seco; Cu: 25,17; Fe: 45780, Mn: 1140; Ni: 13,54; Pb: 10,45; Zn: 78,35). Lo contrario ocurrió durante el otoño (mayo), observándose una disminución de todos los metales a excepción del Cd. Durante el invierno (junio) se detectaron incrementos en todos los metales, los cuales se mantuvieron hasta fines del mismo (agosto). Las variaciones estacionales pueden explicarse a partir de los cambios en la composición del MPS, los cuales se ven reflejados en las variaciones de los niveles de clorofila-a y la materia orgánica particulada así como también, a cambios producto de la influencia antrópica.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: surfzones, MPS, metales pesados, Monte Hermoso



Disponibilidad de fósforo en suelos hidromórficos de marismas patagónicas

Ríos, Ileana; Bouza, Pablo José; Cortés, Estela Guadalupe

Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC-CONICET)
Bv. Brown 2915 - Puerto Madryn - Chubut 9120

En general, los suelos de marismas son considerados potencialmente fértiles dado que poseen una alta concentración de fósforo el cual no es considerado limitante debido a su abundancia relativa y su estabilidad bioquímica. Sin embargo, esta abundancia no implica que se encuentre disponible para las plantas. Por ello, el objetivo es establecer la disponibilidad de fósforo en los suelos de dos marismas patagónicas: Riacho y Fracasso (Península Valdés). Para ello se tomaron cinco muestras de suelo (0-20 cm) asociados a cada unidad de vegetación correspondiente a *Spartina alterniflora*, *Limonium brasiliense* y *Sarcocornia perennis*. Se midió in situ pH y Eh y se analizó el fósforo disponible, nitrógeno total y carbono orgánico. Se evaluó la disponibilidad de fósforo de los suelos anóxicos correspondientes a *S. alterniflora* luego de la oxidación con peróxido de hidrógeno y mediante microfotografías, cuantificándose además Fe y Al en la solución oxidada. Se realizó la identificación de minerales secundarios mediante ecuaciones de equilibrio químico y se identificó la presencia de fósforo mediante el análisis elemental EDS. Los resultados indican que la disponibilidad de fósforo está correlacionada con el nitrógeno total del suelo ($r=0,95$). A su vez esta disponibilidad para las plantas estaría limitada por el pH del suelo, siendo los pH más altos ($pH>7$) correspondientes a la unidad de *S. perennis* y *L. brasiliense*, los que menos disponibilidad de fósforo presentarían. Por otro lado, la presencia de fósforo observada en las microfotografías del suelo asociado a *S. alterniflora*, se debería a procesos de adsorción de este elemento provocada por la precipitación de óxidos de hierro (Goethita) capaces de adsorberlo. De esta manera, la oxidación de estos suelos, además de liberar aluminio y hierro, retendrían fósforo, un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas.

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: Pirita; Anoxia; Hierro; Aluminio; Plantas vasculares



Dissolved and Particulate Organic Matter in Bahía Blanca estuary, Argentina - SW Atlantic

Franco, Marcos¹; Gomes de Almeida, Marcelo¹; Chereze Vaz de Oliveira, Bráulio¹; Rangel, Thiago¹; Quitete, Diogo¹; La Colla, Noelia²; Serra, Analía²; Botté, Sandra^{2,3}; Marcovecchio, Jorge²; Rezende, Carlos Eduardo¹

1. Universidade Estadual do Norte Fluminense Av. Alberto Lamego 2000 28035-200
2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000
3. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca.

The present study aims to provide information regarding sources and spatial variability in the concentration of the dissolved and particulate organic matter (DOM and POM, respectively) in the Bahía Blanca Estuary using isotopic and elemental composition. Six sites along the estuary were defined, and surface water, porewater (PW), sediment and vegetation were sampled. Total dissolved and particulate nitrogen (TDN and TPN) in surface waters varied from 27 to 184 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ and, 7 to 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, respectively; and in PW, TDN varied from 56 to 167 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. The dissolved and particulate organic carbon (DOC and POC), varied from 423 to 493 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ and 60 to 149 $\mu\text{mol.L}^{-1}$; and in PW DOC varied from 1003 to 1291 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. The isotopic composition $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and (C/N)_a ratio ranged are presented respectively: DOM, from -22.3 to -20.6 , 7‰, 2.6 to 4.1, 13 to 17; POM, from -20.9 to 18.9 ‰, 3.3 to 6.4‰, 7 to 9 and PW, from -12.8 to -20.6 ‰, 1.5 to 1.6 and 10 to 12. Mean $\delta^{13}\text{C}$ of sediments varied from -17.55 ± 0.45 ‰ in Villa Del Mar (an inner- medium site) to -16.27 ± 0.25 ‰ in Puerto Rosales (outer site), while $\delta^{15}\text{N}$ values ranged between 6.56 ± 0.73 ‰ (Villa Del Mar) and 8.41 ± 0.68 ‰ (Almirante Brown). Local vegetation was composed by *Sarcoconia perennis* and *Spartina alterniflora*, and a mean carbon signature of -27.05 ± 0.71 ‰ and -14.12 ± 0.40 ‰ and mean $\delta^{15}\text{N}$ values of 8.05 ± 0.88 ‰ and 10.23 ± 0.52 ‰ were found, respectively. A bayesian mixing model based on elemental and isotopic composition of carbon and nitrogen was developed preliminary in order to investigate possible sources contributions (*S. perennis*, *S. alterniflora* and POM) to the values observed for PW, and a 44% contribution of *S. perennis*, followed by POM and *S. alterniflora* (36 and 20%, respectively). Supported by FAPERJ and CONICET

Geoquímica isotópica (GI)

Palabras clave: Organic Matter, Isotopes, Bahía Blanca Estuary



IV RAGSU

Distribución de hierro y metales traza en sedimentos del río Agrio (Neuquén, Argentina) a lo largo de su gradiente natural de pH

Blanco Villalba, Facundo; Cabrera, Juan Manuel; Pedrozo, Fernando Luis

INIBIOMA Quintral 1250 02944428505 8400

Se analizó la distribución de Fe, Mn y los metales traza (mt): Cu, Cr, Pb, Zn, Cd, en sedimentos extraídos de ocho estaciones de muestreo sobre río Agrio con un rango de pH de 1,6 en su nacimiento a 7,5. El fraccionamiento utilizado permitió diferenciar entre metales: disueltos en el agua intersticial, monosulfuros y carbonatos, oxohidróxidos de hierro amorfos, óxidos de hierro cristalinos, asociado a materia orgánica (MO), pirita y residual. Además, en los extractos de MO se estimó su contenido relativo mediante espectros de absorbancia UV-Visible. Se observaron dos tendencias en la distribución a lo largo del gradiente de pH, por un lado, Cu y Pb fueron máximos a pH 3,0 mientras que el aumento en el contenido de Mn, Zn y Fe fue concomitante con el de pH. No se registró una tendencia unívoca para Cr. La abundancia global de los metales estudiados fue: Fe>Mn>Zn>Pb>Cr>Cu y no se detectó Cd en ninguno de los extractos. Este último resultado coincide con determinaciones previas en el sedimento del Lago Caviahue (datos sin publicar). Los únicos metales medibles en la fracción soluble en agua fueron Fe y Mn. El contenido de metales en la fase correspondiente a monosulfuros metálicos y carbonatos fue baja en todos los casos (24 $\mu\text{g mt g}^{-1}$), incluido el Fe. Lo mismo ocurrió con el metal en asociación con MO (7 $\mu\text{g mt g}^{-1}$). Las fases con mayor contenido de metales traza fueron los óxidos de hierro (cristalinos, 376 $\mu\text{g mt g}^{-1}$; amorfos, 115 $\mu\text{g mt g}^{-1}$) y la pirita (215 $\mu\text{g mt g}^{-1}$). Al respecto, el contenido general de estos metales fue bajo teniendo en cuenta la masa de metales disueltos en el agua de la nacimiento del río Agrio que precipitan a lo largo de la cuenca conforme aumenta el pH.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Distribución de hierro, Metales traza, Gradiente de pH



Distribución de metales totales en sedimentos del estuario de Bahía Blanca y su relación

Garrido, Mariano¹; Álvarez, Mónica¹; Fernández Severini, Melisa²; Botté, Sandra^{2,3}; Marcovecchio, Jorge²; Domini, Claudia E. ²

1. Instituto de Química del Sur (INQUISUR, UNS-CONICET) Avenida Alem 1253 0291 4595101 (8000), Bahía Blanca

2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

3. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca.

Actualmente, existe una gran preocupación por la presencia de cantidades considerables de metales, hidrocarburos, compuestos orgánicos de estaño, así como sólidos en suspensión y materia orgánica proveniente de las aguas residuales que se vierten en los ecosistemas marino- costeros. Los metales, particularmente, pueden ingresar al ambiente tanto debido a procesos naturales como a actividades antropogénicas y poseen diferente toxicidad y disponibilidad en el ambiente. Por lo tanto, resulta de gran interés para el diseño de estrategias destinadas a controlar y/o mitigar el impacto de estos contaminantes conocer la distribución de los metales en ambientes marinos con el fin de recuperar zonas expuestas a la contaminación, especialmente cuando se busca prevenir la removilización de metales potencialmente tóxicos que ya existen en el medio. En este trabajo se realizó la determinación de metales totales en muestras de sedimento del estuario de Bahía Blanca. Se estudiaron 10 variables (8 metales, salinidad y pH), en 6 puntos de muestreo desde Puerto Cuatrerros (en la parte más interna del estuario) hasta Boya 24 (a la altura de la localidad de Punta Alta), durante los años 2005-2009. Las determinaciones de metales se realizaron mediante espectrometría de absorción atómica. Los datos obtenidos (un total de 1080 datos experimentales) tienen una estructura de múltiples vías y se analizaron utilizando Análisis de Componentes Principales desdoblado (unfolded principal component analysis, U-PCA). El estudio permitió observar las principales variaciones en el comportamiento de los metales a lo largo de los años muestreados y en los diferentes sitios. Las fuentes de variabilidad de mayor importancia fueron las concentraciones de Pb, Cd y Cr, además del pH. En menor medida, contribuyen las concentraciones de Cu y Ni, así como la salinidad. Con respecto al pH, se observaron valores muy elevados en 2005, con un mínimo en 2007 y un nuevo ascenso hacia 2008-2009. Los sitios que mostraron menor cantidad de metales fueron Boya 24 y las muestras recogidas en Ing. White. Las mayores concentraciones de Pb se encontraron para finales de 2006, mientras que las concentraciones más elevadas de Cr se presentaron en febrero de 2008 y diciembre de 2005.

Geoquímica analítica (GA)

Palabras clave: metales, estuario de Bahía Blanca, U-PCA



IV RAGSU



Distribución espacial y movilidad potencial de metales en el estuario de Bahía Blanca utilizando el esquema de fraccionamiento en cuatro etapas “BCR” y aplicando herramientas quimiométricas

Llamas, Natalia E.; Álvarez, Silvana M.; Adriana G., Lista; Garrido, Mariano; Álvarez, Mónica B.; Domini, Claudia E.

INQUISUR (UNS-CONICET), Sección Química Analítica – Departamento de Química, UNS Av. Alem 1253 02914595101 (8000) Bahía Blanca

Es ampliamente aceptado que el estudio de la especiación de metales en sedimentos mediante esquemas de fraccionamiento genera mayor información que el simple conocimiento de las concentraciones totales pues permite evaluar origen, movilidad y transporte de los mismos. La actividad fisicoquímica (y biológica) de los metales en sedimentos está regida por las formas de enlace en que aparecen asociados a las diferentes fases biogeoquímicas, que no presentan igual impacto en el medio. Por lo tanto, resulta de interés evaluar la distribución de metales en las distintas fracciones geoquímicas con el fin de conocer de qué manera interactúan los metales con los sedimentos estuarinos. En las últimas décadas, se ha desarrollado una diversidad de esquemas de fraccionamiento de metales (EFM) en sedimentos y suelos; y aunque algunos son utilizados ampliamente, ninguno ha sido completamente aceptado por la comunidad científica debido al empleo de distintas secuencias de reactivos o diferentes condiciones experimentales. La Oficina de Referencia de la Comunidad Europea (BCR) inició un programa para armonizar la metodología utilizada, sugiriendo un procedimiento en cuatro etapas que simula el comportamiento de los metales en su medio natural. Los metales asociados a las tres primeras fracciones se consideran provenientes de fuentes antropogénicas, mientras que los de origen litogénico se relacionan con la fracción residual. El objetivo planteado en este trabajo consistió en realizar un estudio del fraccionamiento de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn empleando el EFM BCR, en la fracción de grano $\leq 63 \mu\text{m}$, en 10 sitios de muestreo del estuario de Bahía Blanca (Argentina). Pb (máximo 14,5%) y Cu (máximo 12,1%) y en menor medida Cd ($\approx 4\%$) y Zn (0,7 – 3,88 %) resultaron ser los metales más lábiles, que aparecieron en la primera etapa de extracción y correspondieron a la fracción soluble en agua y en ácido (F1). En Puerto Cuatros, Maldonado, y en los sitios con proximidad a actividades industriales como PBB y Pto. Galván, se observó la mayor proporción de Pb asociado a las fracciones reducible (F2) y oxidable (F3) (70 - 80%). Finalmente, Cr ($\approx 80\%$) y Ni ($\approx 60\%$) fueron los metales encontrados mayoritariamente en la fracción residual (F4) para el conjunto de las muestras.

Geoquímica analítica (GA)

Palabras clave: metales, fraccionamiento, BCR, sedimentos



Distribución vertical de hierro, metales traza y ácidos húmicos en los sedimentos del lago ácido natural Caviahue, Neuquén, Argentina

Cabrera, Juan Manuel

INIBIOMA Los Alerces 521 8400

Se analizó la distribución geoquímica de Fe, Cu, Cr, Pb, Cd, Mn, Zn, materia orgánica (MO) y P en cinco estratos verticales de sedimentos extraídos de tres estaciones de muestreo, dos en las regiones profundas del lago Caviahue, Brazo Norte (BN, 90 m) y Brazo Sur (BS, 70 m) y una en la confluencia de los brazos (Delta, 20 m). Los sedimentos son anóxicos y su pH osciló entre 3,0 y 4,0. Se realizaron dos fraccionamientos de acuerdo con Tessier et al. y Allen et al. La extracción secuencial permitió determinar que: 1) el contenido sedimentario de Fe en Caviahue es bajo (5,9 mg g⁻¹ en los brazos y 3,9 mg g⁻¹ en el Delta) comparado con ambientes circumneutros. 2) las fracciones lábil/carbonatos y oxohidróxidos de Fe representaron el 6±1% y 4±1% del total, respectivamente, mientras que las fracciones oxidable y residual contuvieron el 38±10% y 52±11%, respectivamente. El metal residual (no andesítico) se correlacionó positivamente con el contenido de ácidos húmicos (AH) sedimentarios (0,999; p<0,05) en ambos brazos, del mismo modo que en otros sedimentos ácidos. Asimismo, el contenido de metales traza resultó igualmente bajo en comparación con sedimentos neutros. La abundancia en orden decreciente fue: Pb>Cr>Mn>Cu>Zn. El Pb (97-162 µg g⁻¹), Mn (40-87 µg g⁻¹) y Cr (29-113 µg g⁻¹) estuvieron asociados mayormente con la fracción residual (90%) mientras que el Cu (10-55 µg g⁻¹) se halló principalmente en la oxidable y para el Zn (7-18 µg g⁻¹) no se registraron diferencias entre sitios o fases geoquímicas. No se detectó Cd. El análisis de los extractos de HCl 1M permitió concluir que solo el Pb y el Zn de la fracción oxidable se encuentran mayormente como sulfuros mientras que los restantes se encontrarían asociados a pirita o MO y AH.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Distribución de hierro; Metales traza, Ácidos húmicos, Fósforo



Efecto de las matas microbianas en la distribución de metales en sedimentos intermareales

Botté, Sandra; Serra, Analía; Negrin, Vanesa; Pía, Simonetti; La Colla, Noelia; Labudìa, Ana Carolina; García, Fabián; Marcovecchio, Jorge; Cuadrado, Diana

Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca.

Instituto Argentino de Oceanografía CONICET-UNS Camino La Carrindanga Km7, Bahía Blanca 8000

Las matas microbianas son estructuras presentes en ambientes sedimentarios desde tiempos geológicos. Entre sus funciones, la mineralización de elementos toma relevancia pues influye en cómo éstos pueden encontrarse en el ambiente. El estuario de Bahía Blanca presenta extensas planicies de marea muchas de ellas con presencia de matas microbianas. El objetivo del presente estudio fue analizar la distribución temporal (verano/invierno 2015) de metales (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Fe) en matas microbianas, sedimento subyacente y sedimento desnudo en planicies de marea de Puerto Rosales (PR) y Maldonado/Brown (M/B). Se midió a campo Eh, pH, y se determinó contenido de materia orgánica (%MO) y granulometría. Para los metales se analizó CMR y las lecturas fueron en ICP OES. En promedio, una mayor concentración de Cd, Pb y Zn se registró en PR, mientras que los restantes metales estuvieron más concentrados en M/B. La concentración de Cu fue similar en ambos sitios. En la mata y sedimento subyacente la mayor concentración de Cu, Pb, Zn y Ni fue en M/B y de Mn y Cr en PR. En sedimento desnudo, la mayor concentración de Cd, Cu, Pb, Ni y Fe se obtuvo en PR. El contenido de MO fue siempre superior en la mata microbiana que en sedimento desnudo en ambos sitios, y en general mayor en invierno que en verano. Las condiciones redox mostraron una variación estacional (-100 y 120 mV) en los sedimentos desnudos de PR y en las matas de M/B. En general las matrices mostraron una granulometría limo-arcillosa (68-92%), a excepción del sedimento desnudo de PR y el sedimento subyacente a las matas en M/B en los cuales predominó la arena. La presencia de matas microbianas implica un cambio en el contenido de materia orgánica y condiciones redox y asociado a ello una distribución diferencial de metales respecto al sedimento desnudo

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: sedimento, matas microbianas, metales, planicies intermareales



El efecto de la cuenca en el transporte de materiales continentales hacia la zona costera marina

De Marco, Silvia¹; Barral, Maria Paula¹; Bo, Maria Juliana¹; Camino, Mariana¹; Cionchi, Jose Luis¹; Lopez de Armentia, Adriana¹; Sollazo, Mariano¹; Prado, Ivan¹; Puchetta Rossini, Natali¹; Risso, Lorena¹; Suqueli, Julietal¹; Vargas, Victoria¹; Vidal, Agustina¹; Marcovecchio, Jorge²

1. Fac.de Ingenieria - Universidad FASTA Gascon 3145, Mar del Plata 0223 - 4714200 7600
2. Instituto Argentino de Oceanografia (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

Las Zonas Costeras han sido históricamente el depósito final de desechos humanos, que llegan por vía directa o indirecta. Por ello, muchos esfuerzos internacionales apuntan a generar Programas Integrados de Manejo de la Zona Costera, como procesos continuos y dinámicos que permiten implementar estrategias y políticas de manejo para solucionar la “contradicción” utilización de recursos - generación de impacto por actividades humanas en la ZC. Una condición necesaria para su concreción es la disponibilidad de información sobre las características y funcionamiento del sistema de drenaje que actúa como vehículo de transporte de los materiales evaluados. A partir de la hipótesis planteada (Las características, propiedades y actividades de la cuenca de drenaje condicionan la dinámica biogeoquímica y el transporte de materiales desde el continente hacia la Zona Costera asociada) se diseñaron e implementaron actividades para cuantificar el transporte. La zona de estudio incluye arroyos que nacen en las serranías del S.E. de la provincia de Buenos Aires y desembocan en la laguna costera Mar Chiquita; se comentan los resultados obtenidos de la evaluación de dos de ellos: el Vivoratá y el Dulce. Se procuró estimar las exportaciones de materia orgánica particulada y nutrientes inorgánicos disueltos desde ambientes continentales a las zonas costeras adyacentes. Para la determinación analítica (por ej., MOP, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, SiO_x) se aplicaron metodologías internacionalmente estandarizadas y validadas. La delimitación de las cuencas, y la determinación y jerarquización de la red de drenaje se realizó por medio de las cartas topográficas del área de estudio. Los parámetros hidromorfométricos de cada una de las cuencas se calcularon con el programa QGIS. Con los resultados obtenidos se elaboró un esquema de los flujos de materiales que circulan desde el continente hacia el océano, lo que servirá como inicio de una cuantificación regional de los procesos de transporte.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: transporte continente-oceano, cuencas, laguna costera Mar Chiquita, nutrientes inorganicos, materia orgánica particulada, parámetros hidromorfométricos



El efecto del pH sobre la capacidad de retención de fósforo en sedimentos de un río con un gradiente natural de pH.

Temporetti, Pedro; Beamud, Guadalupe; Pedrozo, FernandoLuis

INIBIOMA-UNComahue Quintral 1250 8400

Se evaluó el efecto del pH en la retención de P de sedimentos de un río con un gradiente natural de pH (2,8 a 6,0). El Río Agrio (37°15'20''S; 71°10'20''O), fue muestreado entre 2014 y 2016. Se analizaron, en agua y sedimentos: pH y Eh, nutrientes totales y disueltos, caracterización química y mineralogía, fraccionamiento e isothermas de adsorción de P en sedimentos. La concentración de FeT, Fe²⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻ y Al³⁺ en el agua disminuyó desde la naciente (N) del río hasta su confluencia con el río Ñorquín (CÑ). Similar tendencia se observó en la concentración de nutrientes (PT, PRS y NH₄⁺). La composición de los sedimentos resultó Si>Al>Fe>S>Ca>Na>K>Mg>Ti para el RASuperior y Si>Al>Fe>Ca>Na>Mg>K>Ti para el RAIinferior. Las concentraciones de Fe (9.6-21.3 %) y Al (10.5-18.6 %) se incrementaron desde N hasta CÑ, en relación con el incremento del pH. El PT en los sedimentos varió entre 71 µg/g d.w en N (pH=2.8) y 758 µg/g d.w en CÑ (pH=6.0) con un máximo de 1093 µg/g d.w en el sitio efluente (pH=4.1). El P-Fe/Al y la materia orgánica predominaron en el rango de pH=2.8 a 4.1; el P-Ca fue más importante en el rango de pH= 4.7 a 6.0. El coeficiente de retención de P (R) del sedimento disminuyó desde N hasta CÑ siendo menor en otoño (R=369 %; pH=2.8 y R=27 % pH=6.0, respectivamente) que en Verano (R=545 %; pH=2.8 y R=66 % pH=6.0, respectivamente). Se demuestra que: 1) el pH afecta la capacidad de retención de P en los sedimentos, 2) esta capacidad es diferente según la época del año, posiblemente como consecuencia de la variación en el caudal del río y 3) existe alternancia en el control del P en los sedimentos en relación a la variación en el pH.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Gradiente de pH, Fósforo, Sedimentos, río



El fraccionamiento de aluminio en suelos forestales del ecotono de tierra de fuego (argentina) como indicador geoquímico de procesos edafogénicos y ambientales

Gómez-Armesto, Antía¹; Escobar, Julio²; Moretto, Alicia³; Pontevedra-Pombal, Xabier⁴; Arias-Estévez, Manuel⁵; García-Rodeja Gayoso, Eduardo⁴; Nóvoa-Muñoz, Juan Carlos⁵

1. Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo As Lagoas, s/n, Ourense (España) 32004
2. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC- CONICET) B. Houssay 200, Ushuaia, Argentina 02901422310 9410
3. Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF) Alen, Ushuaia, Argentina 0291421241 9410
4. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela Lope Gómez de Marzoa, s/n, Santiago de Compostela (España) +34881813238 15782
5. Área de Edafología e Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo As Lagoas, s/n, Ourense, España +34988387070 32004

La distribución de Al puede ser un buen indicador biogeoquímico de los procesos edafogénicos y ambientales dominantes en los suelos. En este estudio se ha realizado un fraccionamiento químico del Al “reactivo” presente en 58 horizontes de nueve perfiles de suelos forestales de Tierra de Fuego (Argentina). En general, se trata de suelos moderadamente ácidos y con una elevada acidez intercambiable, de ahí que el complejo de intercambio catiónico presente una saturación en Al superior al 50 % en varios horizontes. La C_{ic} y el C son elevados en horizontes O y A y disminuyen considerablemente con la profundidad. La distribución de Al en los suelos analizados se encuentra dominada por complejos Al-humus, con máximos en horizontes Bh (4.1 g kg⁻¹) como consecuencia del proceso de podzolización. De entre los complejos metal-humus, predominan los de elevada estabilidad en los horizontes A, Bh y Bw. Los compuestos de Al inorgánico amorfo son la segunda fracción en abundancia en los horizontes A y Bw, papel que tienen los compuestos de Al cristalino en el caso de los horizontes B/C y C. La predominancia de complejos Al-humus en la fase sólida del suelo contribuye a la estabilización de la materia orgánica tanto en horizontes superficiales (A) como subsuperficiales (Bh, Bw), y a la reducción de la toxicidad del Al. Adicionalmente, se refuerza el papel de estos suelos como sumideros de C. Por otro lado, la presencia de horizontes E empobrecidos en Al y horizontes Bh enriquecidos en Al son indicativos de una incipiente podzolización.

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: aluminio, podzolización, complejación, materia orgánica, toxicidad



El uso de bandas térmicas para la detección de eventos de transporte eólico de sedimentos a ambientes marinos en Patagonia.

De Cian, Antonella¹; Crespi-Abril, Augusto César²; Soria, Gaspar²

1. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Boulevard Brown 2930 9120
2. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET) Bvd. Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina 9120

Las plumas de sedimento atmosférico que son transportadas por el viento pueden ser detectadas mediante sensores remotos que utilizan valores de reflectancia. Un inconveniente asociado a esta técnica es que solo puede ser utilizada durante las horas diurnas, restringiendo la capacidad de detección del transporte de sedimento durante la noche. El objetivo de este trabajo es evaluar el uso de bandas térmicas, utilizando imágenes MODIS, para detectar eventos de transporte de sedimento, durante todo el día, incluyendo noche en la región continental-costera del norte de Patagonia. Para ello se comparó el algoritmo de diferencia de brillo entre bandas térmicas (DBBT); con dos algoritmos de reflectancia basados en longitudes de onda del espectro visible: el índice normalizado de sedimentos (INDE) y la imagen color verdadero (Red Green Blue, RGB). El algoritmo DBBT consistió en utilizar la diferencia entre las bandas 30 (9,730 μm) y 29 (8,550 μm) para filtrar las nubes y la diferencia entre las bandas 32 (12,020 μm) y 31 (11,030 μm) para realzar el contraste de los sedimentos en suspensión. El INDE se calcula con las bandas 7 (2,130 μm) y 3 (0,469 μm). La imagen RGB se obtuvo mediante una combinación de las bandas 1 (0,645 μm), 3 (0,469 μm) y 4 (0,555 μm). Se estudiaron dos casos de gran intensidad correspondientes a los días 28 de marzo de 2009 y 24 de enero de 2010, y dos de menor intensidad correspondientes a los días 22 de enero de 2009 y 28 de enero de 2010. Se lograron discriminar las nubes en las cuatro imágenes con valores menores a 1.66 (banda 30-banda 29). Sin embargo, al aplicar el algoritmo para la diferenciación del sedimento, no se distinguió la pluma en las imágenes correspondientes a eventos de poca intensidad, mientras que en las de gran intensidad se discriminó con valores mayores a -0.35 (banda 32-banda 31). La utilización de las bandas térmicas para la detección de sedimentos en suspensión puede ser utilizada para detectar eventos de gran magnitud durante el día y la noche estando restringida su aplicación para la detección de eventos de baja magnitud.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: sensores remotos, Patagonia norte, MODIS



Elementos potencialmente tóxicos y biomoléculas en sedimentos de la laguna costera Santa María La Reforma (Sinaloa, México)

Giarratano, Érica¹; Faleschini, Mauricio¹; Torres, Américo¹; Rivera-Hernández, José Roberto²; Gil, Mónica¹; Green Ruiz, Carlos²

1. Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas (LOQYCA). Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR - CONICET) y Laboratorio de Química General y Análisis de Elementos (LAQUIAE). (CCT CENPAT - CONICET) Bv. Almirante Brown 2915 - (9120) Puerto Madryn - Chubut - Argentina (0280) 488-3184 /3185 /3182 /3490 /3172 interno 1301 9120

2. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología - Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - Universidad Nacional Autónoma de México Joel Montes Camarena s/n, Col. Playa Sur, Mazatlán, Sinaloa, México +526699852845 interno 208 82040

Con el propósito de conocer la distribución y comportamiento de elementos potencialmente tóxicos (EPTs: Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Pb y Zn), así como su relación con la composición de la materia orgánica, se recolectó sedimento superficial en 23 sitios de la laguna costera Santa María – La Reforma (Sinaloa, México). Las muestras fueron tomadas desde una embarcación usando una draga en abril de 2015. Para cada sitio se determinaron los contenidos de carbono orgánico e inorgánico, las concentraciones de los EPTs, carbohidratos, proteínas y lípidos y el tamaño promedio del sedimento. En general, la fracción dominante fue arena fina a media, aunque en algunos sitios predominaron los limos. Las concentraciones de EPTs siguieron el orden $Al \gg \gg Ba \approx Pb \approx Zn > Cr \approx Cu > Ni \approx As \approx Co$. A excepción de Pb y As, todos los EPTs presentaron concentraciones por debajo de los niveles umbrales de efecto tóxico sugerido por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). En el caso de Pb y As, 11 y 16 sitios respectivamente, mostraron concentraciones superiores a dichos niveles, pero no sobrepasan los niveles de efecto probable sobre la biota. Los factores de enriquecimiento de los EPTs indican que Pb y As presentan enriquecimientos severos en algunos sitios de la laguna. A excepción de As, todos los EPTs se correlacionaron entre sí, indicando una fuente común, posiblemente litogénica. Asimismo, dichos elementos se correlacionaron con la concentración de carbohidratos, componente principal de la materia orgánica almacenada en los sedimentos de la laguna. Los resultados de este trabajo constituyen una herramienta clave para generar estrategias para el manejo y la conservación de esta laguna costera, ya que en ella se localizan 143 granjas camaroneras (12.000 ha) y se extraen moluscos y peces para consumo humano.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Metales, Estuario, Geoquímica, Contaminación



Especiación y biodisponibilidad de metales en ambientes costeros con impacto antrópico contrastante en la Cuenca del Plata, Argentina

Tatone, Leandro; Bilos, Claudio; Skorupka, Carlos; Colombo, Juan Carlos

Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (FCNyM, UNLP) Av. Calchaqui 6200
1888

Con el objeto de evaluar la especiación de metales en ambientes fuertemente contaminados y con menor impacto antrópico, durante 2012-2014 se colectó material sedimentable con trampas de sedimento desplegadas en la costa de Berazategui, Río de la Plata (RLP; n=7) y Gualeguaychú, Río Uruguay (RU; n=9). Los análisis incluyeron la determinación del carbono orgánico total (COT; analizador elemental), de metales totales (agua regia+H₂O₂) y de la especiación de metales en 4 extractos mediante un procedimiento de extracción secuencial y espectrometría de absorción atómica (F1: metales intercambiables, F2: asociados a óxidos de hierro y manganeso, F3: ligados a la materia orgánica y F4: residuales). El COT del material sedimentable resultó significativamente más elevado en RLP (12±6,4 Vs. 2,5±0,3% en RU) al igual que la concentración de metales antrópicos (Zn: 348±104 Vs. 85±8,4; Cr: 113±88 Vs. 19±3,0; Cu: 107±29 Vs. 55±7,0; Pb: 75±24 Vs. 13±1,4; Ni: 28±7 Vs. 16±2,2 µg/g). Las concentraciones de Zn, Cu, Ni y Cr en RLP están directamente relacionadas con el COT (r= 0,86-098; p<0,05). En contraste, los metales mayoritarios fueron más elevados en RU (Fe: 47483±7846 Vs. 24875±5211; Mn: 1888±219 Vs. 398±165 µg/g en RLP) con un fraccionamiento similar en ambos sitios (Mn: 71-82% en las fracciones no residuales; Fe: 86-90% en la fracción residual). La especiación de los metales trazas mostró diferencias notables en los dos ambientes; predominancia de las fracciones potencialmente biodisponibles en RLP (ΣF1-F3= 51-84%) y de la fracción residual, no biodisponible en RU (F4= 63-86%). Las altas concentraciones de metales antrópicos potencialmente biodisponibles en el material sedimentable de RLP implican un elevado riesgo para los organismos acuáticos, especialmente relacionado con la exposición al Zn (ΣF1-F3= 197±70 µg/g), Cr (ΣF1-F3= 106±85 µg/g) y Pb (ΣF1-F3= 45±22 µg/g).

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Metales, Partículas sedimentables, Especiación, Cuenca del Plata



IV RAGSU

Estado trófico de la zona costera del sector medio del Estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina).

Spetter, Carla Vanesa; Tartára, Matías; Fernández, Eleonora Marisel; Arlenghi, Javier; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía Camino La Carrindanga Km 7 (0291) 486-1112 8000

Las zonas costeras han estado expuestas a grandes perturbaciones generadas por las actividades humanas desarrolladas en ellas y el impacto antrópico se ha ido incrementando llegando a niveles críticos en algunos casos. El sector medio del estuario de Bahía Blanca (EBB) donde se emplaza un gran depósito de petróleo crudo, aceites y fertilizantes (Oiltanking EBITEM SA) se ve afectado por la descarga cloacal de la ciudad de Punta Alta (57.296 habitantes). Con el fin de generar estrategias de diagnóstico y evaluación de la eutroficación, en este trabajo se evalúa la concentración de los macronutrientes disueltos en agua de mar de Puerto Rosales (EBB, Argentina) durante el período Abril 2014 – Marzo 2015. Se tomaron muestras de agua en tres sitios: dos alrededor del muelle, M1 (sector izquierdo) y M2 (sector derecho), y uno en el canal que recibe la descarga cloacal donde se tomaron muestras en Pleamar (PP) y en marea bajante (PB). En promedio la concentración de NO₂⁻, PO₄³⁻ y DSi fue mayor en PB ($1,29 \pm 0,79 \mu\text{M}$, $1,59 \pm 0,50 \mu\text{M}$ y $60,20 \pm 20,37 \mu\text{M}$, respectivamente), que en PP ($0,98 \pm 0,31 \mu\text{M}$, $1,27 \pm 0,28 \mu\text{M}$, $53,29 \pm 11,40 \mu\text{M}$, respectivamente), M1 ($1,02 \pm 0,29 \mu\text{M}$, $1,17 \pm 0,31 \mu\text{M}$ y $55,92 \pm 8,81 \mu\text{M}$, respectivamente) y M2 ($0,97 \pm 0,32 \mu\text{M}$, $1,22 \pm 0,31 \mu\text{M}$ y $57,36 \pm 12,41 \mu\text{M}$, respectivamente), demostrando así el aporte de nutrientes por parte de la descarga cloacal. Mientras que para NO₃⁻, M2 presentó la mayor concentración promedio ($15,88 \pm 24,04 \mu\text{M}$), probablemente debido al aporte de nitrato por parte del agua subterránea. M1 presentó el máximo de Clorofila a ($7,09 \mu\text{g L}^{-1}$) en Noviembre. En base a los máximos obtenidos en el ciclo anual se concluye que la zona costera del sector medio del EBB presenta un estado moderadamente eutrófico.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: Nutrientes, Clorofila, Zona marino-costera, Estuario de Bahía Blanca



IV RAGSU

Estudio de la descarga de agua subterránea y su influencia en la zona costera marina en un sitio sin presencia de agua dulce superficial (Estancia Santa Elena – Chubut)

Faleschini, Mauricio; Torres, Américo; Esteves, José Luis

Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos. CCT - CENPAT Boulevard Brown 2915 9120

El agua subterránea ha sido reconocida como una fuente de agua con elevado contenido de nutrientes y/o contaminantes. En sitios costeros marinos, se ha identificado a la descarga submarina de agua subterránea (DSAS) como una vía importante de transporte desde el continente hacia el mar. El uso de la actividad de radón (^{222}Rn) ha sido demostrado como un trazador efectivo para el estudio de la DSAS, debido a que está concentrado en el agua subterránea respecto al agua superficial. Nuestra zona de estudio se ubicó en la estancia Santa Elena ($44^{\circ}31'07,35''\text{S}$ y $65^{\circ}22'38,01''\text{O}$), a 60 km al norte de la localidad de Camarones (Chubut). Dentro del predio se identificaron dos pozos, una surgencia de agua y un punto a 200m de la costa marina, utilizando una embarcación. Se registraron parámetros in situ (YSI-556), se tomaron muestras para la medición de la actividad de ^{222}Rn (equipo RAD7) y para la medición de nutrientes. En la estación marina se realizó la medición de ^{222}Rn en continuo por un lapso de 24 horas. Los pozos presentaron una conductividad de $290\ \mu\text{S}/\text{cm}$ (se utiliza para consumo) y de $531\ \mu\text{S}/\text{cm}$ (se utilizó hasta hace un tiempo); siendo la actividad de ^{222}Rn para dichos pozos de $126\ \text{dpm}/\text{L}$ y de $14\ \text{dpm}/\text{L}$, respectivamente. La surgencia natural presentó una conductividad de $7946\ \mu\text{S}/\text{cm}$ y una actividad de ^{222}Rn de $23\ \text{dpm}/\text{L}$. En la estación costera marina, la conductividad presentó valores semejantes al agua de mar, aunque se detectaron pequeñas disminuciones previas a alcanzar la bajamar, seguido de un incremento en la actividad de ^{222}Rn (osciló entre 0 y $2,97\ \text{dpm}/\text{L}$). Esto estaría indicando la influencia de la DSA en la zona costera, con un patrón desfasado y dependiente del efecto de la marea: el máximo valor se produjo unas horas posteriores a la bajamar.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Descarga submarina de agua subterránea, Actividad de radón, Marea, Conductividad



Estudio de la distribución del CH₄ y CO₂ en profundidad de un sector del Bajo Delta del río Paraná

Sanci, Romina¹; Panarello, Héctor Osvaldo¹; Cravero, Fernanda²

1. Instituto de Geocronología y Geología Isotópica Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, CABA 1428

Es conocido en el saber popular que en el Delta del río Paraná existe el denominado gas de los pantanos constituido mayoritariamente por CH₄ y CO₂, utilizado en ocasiones por los lugareños como biogás. Para comprender su dinámica en ambientes anegados como los humedales, es necesario analizar las columnas de suelo-sedimentos como generadoras, almacenadoras y transmisoras de estos gases, y a la vez emplear trazadores que permitan discriminar los procesos involucrados en su producción, consumo y transporte (Sanci y Panarello, 2015; Sanci y Panarello, 2016). Para ello, se utilizaron técnicas geoquímicas convencionales, y se desarrollaron en laboratorio dispositivos aplicables en campo que permitieron muestrear estos gases desde suelos saturados y luego analizarlos química e isotópicamente. Los primeros resultados hallados en un sector del Bajo Delta, entre los arroyos Arroyón y Sábalo, reflejan que el contenido total de CH₄ en subsuelo (hasta 1,20 m) está formado por CH₄ libre, CH₄ disuelto en la solución del suelo y CH₄ adsorbido a las partículas sólidas de la materia orgánica y minerales arcillosos. Los ensayos de desorciones físicas junto con los análisis cromatográficos demostraron que las concentraciones de CH₄ en suelo-sedimentos (~139000 ppmv) son mucho mayores que aquellas capturadas en el campo como gas libre (~ 38000 ppmv), es decir, que el CH₄ está entrampado principalmente en subsuelo, información que fue corroborada por las bajas emisiones de CH₄ (~15 ppmv) y CO₂ halladas en superficie (~450 ppmv). El CH₄ disuelto sólo llegó a los 0,001 mg/l. Los valores isotópicos reflejaron el origen biogénico de ambos gases ($\delta^{13}\text{C-CH}_4 \sim -70\%$ y $\delta^{13}\text{C-CO}_2 \sim -5\%$), y sus modificaciones indicaron la oxidación de CH₄ hacia superficie. En la isla se desarrollan suelos hidromórficos, con un ~10% de materia orgánica y materiales parentales aluviales (limos y arcillas) compuestos por cuarzo, plagioclasa, feldespatos y arcillas (esmeclitas, micas e illitas).

2. CETMIC (Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica) Camino Centenario y 506, Gonnet, La Plata + 54 221 4840247 B1897ZCA

Geoquímica isotópica (GI)

Palabras clave: CH₄ y CO₂, isotopos estables, humedales



Estudio de la influencia antropogénica en depósitos sedimentarios acuáticos del Arroyo Las Catonas

Cantera, Cecilia G1; Scasso, Roberto Adrián1; Tufo, Ana2; dos Santos Afonso, María3; Trinelli, María Alcira1

1. Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires Intendente Güiraldes 2160, Pabellón II, Piso 1, Ciudad Universitaria. CABA (011) 4783-0696 1428

2. Universidad de San Martín, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental 25 de mayo y Francia 1650

3. Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía Intendente Güiraldes 2160, Pabellón II, Piso 1, Ciudad Universitaria. CABA (011) 4576-3378 1428

El río Reconquista aporta aproximadamente un tercio de la contaminación del río de la Plata. Una vez formado el cauce principal, recibe aportes de los arroyos Las Catonas y Morón. El objetivo de este trabajo es caracterizar los sedimentos del arroyo Las Catonas teniendo en cuenta la distribución vertical de sus componentes. Se tomaron muestras de agua y sedimentos del arroyo Las Catonas. Se extrajo el agua de poro en las distintas fracciones del testigo de sedimento y se determinó la concentración de arsénico y fósforo disponible. Dichas muestras fueron analizadas por difracción de rayos X (DRX), se determinó la cantidad de carbono orgánico total (COT), y se hicieron análisis químicos por fluorescencia de rayos X (FRX). Asimismo, se realizó la separación de arcillas, se determinó su área superficial y se caracterizaron por DRX. En el cuerpo de agua superficial, se encontraron altos niveles de oxígeno disuelto, muy bajos valores de DQO y nitrógeno inorgánico, y valores de 1,1 ppm de fósforo disponible. Estos valores no superan los niveles guía máximos establecidos. El análisis mineralógico del testigo mostró la presencia de cuarzo, plagioclasa, illita, montmorillonita, esmectita y calcita. El área superficial de las arcillas dio valores entre 70 y 110 m²/g para las distintas fracciones, salvo la fracción C1T15 (15 - 20 cm de profundidad) que mostró un valor de aprox. 10 m²/g. Asimismo, los valores de COT determinados para C1T15 duplican los valores de las demás fracciones. Las determinaciones por FRX mostraron altos niveles de Zn, Cu y S en C1T15, lo cual podría estar relacionado con procesos diagenéticos en ambientes reductores, o bien con el alto contenido de COT en el sedimento. Por otro lado, se encontraron altos niveles de metales pesados como Pb y Cr, los cuales pueden atribuirse al desarrollo de la actividad antropogénica.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Sedimentos acuáticos, Arroyo Las Catonas



Estudio de la ocurrencia de precipitados evaporíticos en función de las características hidrogeomorfológicas en la marisma de Playa Fracasso

Álvarez, M del Pilar¹; Carol, Eleonora²; Bouza, Pablo José

1. IPEEC Boulevard Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina 9120
2. Centro de Investigaciones Geológicas Diagonal 113 Nro. 275 +54 0221 644-1230 1900

La marisma de playa Fracasso, en Península Valdés, se desarrolla bajo clima árido a orillas del Golfo San José. La hidrología de la marisma está condicionada por un régimen de macro mareas semidiurnas que en los períodos de sicigia inundan hasta sus niveles topográficamente más elevados. Parte del agua de inundación se infiltra y otra se evapora completamente dando lugar a la formación de costras salinas superficiales. El objetivo del trabajo es identificar los distintos minerales evaporíticos precipitados y analizar los factores condicionantes de su ocurrencia. Para ello se realizó un muestreo de la capa del suelo superficial en las distintas geoformas reconocidas en la marisma. La solución del suelo se obtuvo a partir de extractos de saturación suelo-agua mediante centrifugado. Estos extractos se dejaron secar al aire y los precipitados salinos obtenidos se estudiaron mediante microscopía electrónica de barrido con micro-analizador de energía de dispersión de rayos X. Los resultados indican que el precipitado evaporítico dominante sobre todo el ambiente de marisma es halita y en menor proporción yeso y epsomita. Sobre la zona de los abanicos, donde los suelos son arenosos y la cobertura vegetal es baja, predomina la asociación halita-epsomita. En esta geoforma, al igual que en los albardones de los canales de marea, también se reconoció otro mineral que se presume se trata de un cloruro de potasio y magnesio pero cuya mineralogía no fue identificada. Por su parte en la zona alta-media de la marisma, donde la frecuencia de inundación y la cobertura vegetal son mayores, dominó la asociación halita-yeso-epsomita. La ocurrencia de los minerales evaporíticos está condicionada por la cota topográfica de cada geoforma y por lo tanto por la frecuencia de inundación. Asimismo también aparecen como condicionantes el tipo de suelo y la cobertura vegetal.

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: Evaporitas, ambiente costero, Península Valdés, Patagonia Extra-andina



Estudios preliminares de la remoción de Amoxicilina por nanocompuestos Mt-carbón.

Zelaya Soule, Maria Emilia¹; Torres Sanchez, Rosa María¹; Fernandez, Mariela¹; Curutchet, Gustavo²

1. Cetmic Cno centenario y 506 1897
2. Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia. San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina. (54-11) 2033-1400 1650

Los contaminantes emergentes son compuestos de distinto origen y naturaleza, que se encuentran diluidos, pero que son peligrosos debido a que se liberan continuamente y persisten en el ambiente. El objetivo de este trabajo es el desarrollo de nanocompuestos de carbón (N-MtC), para la remoción de amoxicilina (AMX) de agua, antibiótico ampliamente utilizado y en consecuencia presente en efluentes cloacales. Se desarrolló un N-MtC mediante calcinación en atmósfera de nitrógeno de sacarosa con concentración de 10% (N-MtC-S10-250 y N-MtC-S10-360), soportada en montmorillonita (Mt), a 250 y 360°C. La mezcla obtenida (N-MtC-S10) y los productos de calcinación se caracterizaron mediante difracción de rayos X (DRX), y medidas de potencial zeta. En estos productos, en N-MtC-S10, y en la Mt se realizaron experimentos de adsorción de amoxicilina en concentraciones de 300 y 600 ppm, pHs 2, 4 y 8 y relación sólido/ solución de 5.10⁻³ y 1.10⁻³ g sólido/ml solución. La caracterización de la muestra N-MtC-S10 (sin calcinar), mostró una expansión de la intercapa de la Mt, evidenciando el ingreso de la sacarosa, mientras que en los productos N-MtC-S10-250 y N-MtC-S10-360, se observó la desaparición de la intercapa de la Mt inicial y en todos la carga eléctrica negativa fue menor a pHs ácidos, respecto de la Mt inicial. Las concentraciones de AMX adsorbidas fueron para las muestras: N-MtC-S10, N-MtC-S10-250 y MtC-S10-360, y la Mt, ≤66 g/g. A pH2, 1.10⁻³ g/ml, y 600 ppm, para la muestra N-MtC-S10-250 en particular, la concentración adsorbida alcanzó 92 g/g, mientras que para la muestra N-MtC-S10 la adsorción de AMX se evidenció con un corrimiento de la intercapa de 0.12 nm, con respecto N- MtC-S10.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: contaminantes emergentes, antibióticos, amoxicilina, montmorillonita, adsorción



Evaluación de la calidad de sedimentos de la cuenca Matanza Riachuelo mediante el uso de índices multielementales

Bargiela, Martha Fidela¹; Mendez, Sol², Hougassian, Hernan²; Fabrizio de Iorio, Alicia²

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Cátedra de Química Analítica Av. San Martín 4453 1417
2. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Cátedra de Química Analítica Av. San Martín 4453 011 45248085 1417

Los metales pesados se presentan en los sedimentos con una gran variación en su contenido y más de uno en el mismo sitio. El uso de un grupo de elementos es un buen punto de partida para evaluar la contaminación de los sedimentos. La bibliografía actual propone indicadores multielementales tales como el índice de carga contaminante, el grado de contaminación y el grado modificado de contaminación. El objetivo del trabajo fue evaluar la contaminación por metales pesados de sedimentos del cauce de la Cuenca Matanza Riachuelo (Buenos Aires) a través del cálculo de índices multielementales. Para ello se tomaron muestras compuestas de sedimentos superficiales del cauce en puntos de la cuenca diferenciados por uso de la tierra, cinco ubicados en el cauce principal y dos en la cuenca del Arroyo Morales. Los contenidos totales de metales en el sedimento obtenidos por digestión húmeda con una mezcla HNO₃-HClO₄-HF (5:2:10), se determinaron por espectroscopía de absorción atómica. Se calcularon los factores de contaminación (FC) de cada metal, el grado de contaminación y el grado modificado de contaminación de todos los sitios. Como valor geoquímico de referencia se utilizaron los contenidos de metales hallados en el arroyo Durazno (cuenca del río Reconquista); definido como área de referencia. Se observó una diferenciación en el grado de contaminación modificado entre los sitios correspondientes a la cuenca baja, mostrando que el sedimento del meandro dentro de la rectificación (zona de acumulación sedimentaria por disminución de la velocidad de la corriente), tiene una menor calidad, lo cual podría ser de utilidad en el estudio de posibles tratamientos en esta zona de la cuenca baja. Sin embargo este índice se encuentra levemente sesgado cuando un elemento está en una proporción muy alta con respecto a los otros, ya que en la media se reduce la contribución de este elemento por lo que se están estudiando nuevos indicadores de calidad que mejoren la evaluación.

Geoquímica analítica (GA)

Palabras clave: ríos, sedimentos, metales pesados, calidad, índices



Evaluación de la distribución espacial de metales como herramienta de monitoreo en sistemas estuariales. Caso estudio: estuario de Bahía Blanca

Simonetti, Pia; Botté, Sandra; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000
Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS, Bahía Blanca.

La expansión demográfica y económica de las zonas costeras involucra la generación de una gran cantidad de desechos potencialmente contaminantes que son descargados en las aguas. En los estuarios los problemas tienden a magnificarse al soportar simultáneamente diversas actividades humanas de alto impacto ambiental. Asimismo, reciben las descargas continentales a través de ríos, arroyos y canales de desagües. Los metales pesados merecen especial atención por no ser fácilmente eliminados de los ecosistemas acuáticos a partir de procesos naturales. Estos tienden a acumularse en el sedimento pudiendo luego ser incorporados por organismos que habitan en estos ambientes. El estuario de Bahía Blanca, al sur de la provincia de Buenos Aires, representa un ecosistema marino biológicamente importante que recibe el aporte de elementos potencialmente contaminantes desde el ecosistema terrestre. Los sedimentos costeros, al ser los principales reservorios de contaminantes en zonas estuariales, se convierten en una herramienta fundamental para evaluar el estado sanitario del ambiente de estudio. En este contexto, fueron seleccionados dos sitios dentro del estuario: Puerto Cuatreros (zona interna) y Puerto Rosales (zona media). Se tomaron muestras de sedimento superficial (n=18) y se determinó la concentración de diversos metales, así como el contenido de materia orgánica y la granulometría. Los resultados mostraron para el Cu, Pb y Zn una concentración significativamente mayor en Puerto Rosales (Cu: $30,87 \pm 7,18$ vs $12,72 \pm 1,93$ $\mu\text{g/g}$ ps; Pb: $9,97 \pm 2,49$ vs $7,51 \pm 2,17$ $\mu\text{g/g}$ ps; Zn: $78,82 \pm 20,72$ vs $35,13 \pm 9,36$ $\mu\text{g/g}$ ps; $p < 0,05$ en todos los casos). El Cd se encontró en bajas concentraciones y principalmente en Puerto Rosales, mientras que en Puerto Cuatreros fue prácticamente no detectable. Tanto el contenido de materia orgánica en el sedimento como el porcentaje de sedimento fino ($< 63 \mu\text{m}$) fueron significativamente mayores en Puerto Rosales ($p < 0,05$), lo que podría estar explicando las diferencias halladas en la concentración de metales de ambos sitios.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: Metales pesados, Biogeoquímica, Estuario Bahía Blanca



Evaluación de la meteorización mineral en una pequeña cuenca de altura a través del análisis de la fase acuosa, Sierra de Comechingones, Córdoba, Argentina

Martinez, Jorge; Campodonico, Verena Agustina; Formica, Stella Maris; Depetris, Pedro José

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, CICTERRA (Universidad Nacional de Córdoba/CONICET) Av. Velez Sarsfield 1611 X5016GCA

La cuenca del A° La Trucha (1,8 km²), monolitológica y de segundo orden, es típica de las Sierras Pampeanas. Esta contribución presenta el modelado inverso de las aguas del arroyo, con vistas a explicar los procesos de meteorización y su impacto en la geoquímica de las aguas. Se utilizaron AQUACHEM y PHREEQC, y se consideraron aspectos climáticos, diferencias topográficas y su relación con la dinámica de circulación del agua, definiéndose 4 modelos. Modelo 1: transición del agua de lluvia a las aguas de las nacientes de la cuenca; Modelo 2: parte alta de la cuenca (pendientes ~5%); Modelo 3: tramo medio del arroyo (pendientes ~2%); Modelo 4: desde el tramo final hasta la desembocadura en el Río del Medio (pendientes ~7%). El análisis petrográfico permitió identificar los minerales utilizados en los modelos: oligoclasa, biotita, K-feldespato, K- mica, fluorita, calcita, caolinita e illita. Éstos se corrieron para el período de lluvias y el período seco. Las principales conclusiones obtenidas son: El intercambio de la fase gaseosa CO₂ tiene un alto impacto en la química de la solución en toda la cuenca (~59% de los moles transferidos). Éste se hace más notable en las cabeceras durante el período seco, pudiendo atribuirse al escape de CO₂. La mayor disolución total de sólidos ocurre en verano, especialmente en el tramo inferior del arroyo, aunque es de destacar el aporte de las cabeceras durante el invierno. Las principales transformaciones que explican la evolución química del agua son la hidrólisis de muscovita, oligoclasa y biotita, y la precipitación de illita y caolinita. Dependiendo de la época del año y del tramo del arroyo analizado, CO₂, calcita y fluorita pueden disolverse o precipitar. Aunque es abundante en el granito, el feldespato potásico no explica cambios en el sistema dado que es refractario a la disolución.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: meteorización, modelado inverso, cuenca de montaña



Evaluación de la toxicidad de metales traza en agroecosistemas adyacentes al parque industrial de Tandil a través de la prueba de captación del rojo neutro.

Otero, Paola¹; Albornoz, Carolina¹; Cepeda, Roxana¹; Najle, Roberto¹; Marcovecchio, Jorge²

1. UNCPBA Campus universitario 7000
2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

La estabilidad de la membrana lisosomal es uno de los parámetros utilizados para monitorear el impacto de los contaminantes ambientales sobre las funciones celulares. La evaluación de dicha estabilidad en celomocitos de lombrices expuestas a suelos contaminados con metales traza puede realizarse por la medición del tiempo de captación del colorante Rojo neutro (NRU), ensayo basado en la incorporación del mismo por células no afectadas por tóxicos ambientales a diferencia de aquellas que sí lo están. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la toxicidad de los metales presentes en suelos pertenecientes a campos adyacentes al parque industrial Tandil (PIT), a través de la prueba de captación del colorante Rojo Neutro por celomocitos de *Eisenia fétida*. Se incubaron lombrices en suelos con las mayores y con las menores concentraciones de metales de los sitios bajo estudio y en un suelo control, por períodos de 15, 30 y 60 días. Luego de cumplido estos plazos se seleccionaron, para cada tiempo y para cada concentración y control, 6 lombrices cliteladas que se dividieron en dos pooles de tres lombrices cada uno. Se realizó la extrusión de líquido celómico para obtener los celomocitos antes de la realización de la prueba. Los datos fueron analizados a través de un test de comparación de medias con el software Infostat (versión 2013). Los resultados obtenidos muestran una significativa reducción en la integridad de la membrana lisosomal a los 60 días en el grupo incubados con las mayores concentraciones ($P=0,00553$). Mientras que en para los organismos incubados en suelos con menores concentraciones este efecto sobre la integridad de la membrana es significativo sólo a los 15 días ($P=0,0473$).

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: metales traza, rojo neutro, lombrices de tierra



Evaluación de organismo centinela, *Eisenia fetida*, expuestos en suelos contaminados con Pb y su efecto en función del tiempo.

Albornoz, Carolina¹; Otero, Paola¹; Fernández San Juan, María Rocío¹; Quiroga, Miguel¹; Marcovecchio, Jorge²; Najle, Roberto¹

1. UNCPBA Campus universitario 7000
2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

Eisenia fetida se considera el organismo estándar utilizado en ecotoxicología terrestre por US EPA, ya que cumple un papel importante en la incorporación y descomposición de materia orgánica y, además, en el desarrollo y mantenimiento de la estructura del suelo. Uno de los instrumentos metodológicos más desarrollados por los nuevos enfoques está representado por los biomarcadores, parámetros biológicos que reflejan cambios inducidos por xenobióticos medibles en sistemas biológicos. La fragilidad de la membrana lisosomal es uno de los parámetros más integradores para monitorear el impacto aditivo de los contaminantes ambientales sobre las funciones celulares. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de *E. fetida* en suelos contaminados con Pb y el efecto sobre un biomarcador específicos como la fragilidad lisosomal, en distintos intervalos de tiempo (T1)15, (T2)30 y (T3)60 días. El estudio se llevó a cabo mediante la determinación de Pb en un E.A.A. GBC 906 (Australia) y la fragilidad lisosomal se evaluó a través de la técnica del Rojo Neutro. Los estudios demostraron que en suelos contaminados inicialmente con 224,21; 233,54 y 231,51 ppm de Pb MS, correspondiente a T1, T2 y T3 respectivamente, disminuyeron la concentración en función del tiempo T1: 153,16 ; T2: 161,29 y T3: 175,87 ppm Pb MS. Se observó que en los organismos bioindicadores el Pb aumentó en comparación a organismos controles que presentaban 9,63 ppm Pb MS; en función del tiempo T1:23,19; T2: 18,55 y T3: 17,44. En cuanto a la fragilidad lisosomal, disminuyó notoriamente de 61,7; 53,9 y 36,1%, en función del tiempo demostrando su efectividad como biomarcador ante la presencia de un contaminante.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: suelo, Pb, *Eisenia fetida*, biomarcador, organismo centinela



Evaluación de parámetros bioquímicos en *Ramnogaster arcuata* como indicadores de contaminación marina por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en el Estuario de Bahía Blanca

Ronda, Ana Carolina; Arias, Andrés Hugo; Oliva, Ana Laura; Orazi, Melina Mirta; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

La contaminación del ambiente marino como consecuencia del impacto antrópico es uno de los principales problemas ambientales. Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) son compuestos orgánicos persistentes (COPs) que han sido extensivamente monitoreados en el Estuario de Bahía Blanca (EBB) en diferentes matrices ambientales; sin embargo, hasta el momento no se han cuantificado sus posibles efectos toxicológicos sobre el ecosistema. En este sentido, la evaluación de biomarcadores autóctonos surge como una posible vía, ya que pueden proporcionar señales de alerta temprana de los efectos biológicos que estos contaminantes producen en los organismos. En este trabajo se analizaron distintos parámetros bioquímicos en músculo e hígado de *Ramnogaster arcuata* (especie ictícola residente del EBB) para evaluarlos como biomarcadores en relación con la presencia y cantidad de 17 PAHs en músculo. Las capturas se realizaron en primavera del 2015 en el EBB, se eligió una clase de talla (80-100 mm) para determinar el contenido proteico y la actividad de las enzimas ALT, AST, LDH, ALP y CK en el músculo e hígado utilizando kits comerciales. Los PAHs fueron determinados en músculo previa extracción con solventes orgánicos en dispositivos Soxhlet, mediante Cromatografía Capilar Gaseosa-Espectrometría de Masas. Los resultados obtenidos muestran que los niveles de PAHs en el músculo de *R. arcuata*, pueden ser clasificados de bajos a moderados y correlacionan positivamente con la actividad de AST y negativamente con la actividad de LDH del músculo. El contenido de fenantreno en dicho tejido correlacionó positivamente con la longitud y peso del pez, y negativamente con las proteínas. En su conjunto estos resultados sugieren que las actividades de AST y LDH, y el contenido proteico del músculo de *R. arcuata* podrían estar relacionados con la concentración de PAHs y por lo tanto utilizarse como herramientas de diagnóstico para evaluar la ecotoxicidad de los PAHs en el EBB.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: PAHs, contaminación, biomarcadores, especie bioindicadora



Evaluación de propiedades químicas de suelos en establecimientos hortícolas del cinturón verde bonaerense

Paladino, Ileana¹; Sokolowski, Ana Clara²; Irigoien, Julieta¹; Rodriguez, Hernan²; Gagey, Maria Cristina²; Barrios, Monica Beatriz²; De Grazia; Javier²; Debelis, Silvina²; Bujan, Alfonso²

1. Instituto de Suelos. INTA CASTELAR De los Reseros y Nicolas Repetto s/n, Hurlingham 1686

2. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora Ruta 4 Km 2 42827860 1836

El cinturón verde bonaerense se dedica a la producción hortícola-florícola. Florencio Varela forma parte de este cinturón, con un 65% de tierras rurales destinadas a la producción hortícola. Sólo la mitad de los productores recibe asesoramiento agronómico, por lo que el manejo de suelos lo realizan basado en su experiencia particular. En general, no se analizan los suelos y desconoce la calidad del agua de riego. El objetivo de este estudio fue evaluar algunas propiedades químicas (MO, Nt, Pext, CE, pH) de los suelos en producciones hortícolas A Campo (AC) y Bajo Cubierta (BC). En ambos casos, los productores utilizaron cama de pollo del mismo proveedor, fertilizantes industriales y riego por goteo. Se analizaron 5 establecimientos con producciones AC y 5 BC. Se tomaron muestras compuestas de suelo de 0-20 cm. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en CE, Nt y Pext, cuyos valores fueron inferiores en AC, lo cual se relaciona a la posibilidad de lavado por lluvias. Los valores de CE no evidenciaron salinización, sin embargo, los valores de pH en ambas producciones fueron levemente alcalinos, condicionados por el agua de riego, que en la zona suele tener elevado contenido de bicarbonato de sodio. En ambos casos, los valores de Pext fueron extremadamente altos (473,9 ppm (C); 552,24 ppm (BC)). La sobrefertilización es común en las producciones del cinturón verde y se agrava en el caso del P por su escasa movilidad y alta residualidad. Los problemas de exceso de P y alcalinidad incipiente detectados, evidencian la necesidad de realizar análisis químicos del suelo y aguas de riego. Esto evitará generar desequilibrios por sobrefertilizaciones o por uso de aguas no aptas, previniendo la degradación de los suelos y la contaminación de acuíferos

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: sobrefertilización, producción a campo, producción bajo cubierta



Evaluación del potencial de generación de acidez y fases portadoras de metales pesados en la Mina Concordia, Salta.

Nieva N.E; Borgnino, L y García M.G.

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. nancynieva@outlook.com

Los residuos mineros ricos en sulfuros de la mina Concordia han quedado expuesto a los agentes de meteorización durante 30 años. Las aguas que están en contacto con estos residuos son extremadamente ácidas y ricas en metales pesados disueltos. En este trabajo se evalúa el potencial de generación de acidez de los desechos mineros acumulados en el perfil de meteorización formado en uno de los diques de cola y se identifican las fases portadoras de metales pesados en cada uno de los niveles del perfil. El potencial de generación de acidez se estimó mediante titulación ácido-base (ABA) y las pruebas de generación neta de ácido (NAG). Por su parte, las principales fases portadoras de Pb, Zn, Cu y Fe se determinaron mediante extracción secuencial y la cuantificación de los metales por ICP-MS. Los resultados de la pasta de pH oscilan entre 1,40 en los niveles superiores del perfil a 2,34 en las capas inferiores, con un índice de potencial neto de neutralización (NNP) promedio para los cinco niveles de -57,80, lo que indica que se trata de un drenaje de mina ácido, con un índice de generación de ácido promedio de 3,03. De esta manera todas las muestras se clasifican como potenciales generadoras de ácido ($\leq 4,5$ NAGpH). Las extracciones secuenciales muestran que tanto Zn como Cu se asocian principalmente con fases solubles en agua (63-73% Zn y 63-68% Cu) siendo esta distribución uniforme en el perfil. En menor medida, el Zn se asocia a sulfuros (1.5-8.6%), mientras que el Cu lo hace a óxidos cristalinos (0.3-19%). El Pb se presenta asociado tanto a óxidos amorfos como cristalinos (2-72%) y a sulfuros primarios (0,2-10%); estos últimos son más abundantes en los niveles inferiores. El Fe se encuentra asociado a fases solubles (9-43%), principalmente en las capas superiores; aunque también es importante su asociación a óxidos cristalinos (1,4-26%) y amorfos (4-10%) y sulfuros primarios (0,7-22%). Estos últimos son más abundantes en la parte inferior del perfil donde aún persisten condiciones reductoras. Estos resultados indican que los residuos poseen un elevado potencial de generación de acidez y una elevada capacidad para liberar metales pesados a los sistemas acuosos debido a que estos se asocian con fases más disponibles.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Drenaje ácido de minas, mina Concordia, ABA, NAG.



Evaluación del uso de Berilio-7 para estimar erosión de suelos en zonas agrícolas de la región semiárida de la Argentina

Esquivel, Alexander¹; de Rosas, Juan Pablo²; Martínez Heimann, Diego³; Negri, Agustín E.³; Lohaiza, Flavia²; Valladares, Diego L.²; Juri Ayub, Jimena²

1. Universidad Tecnológica de Panamá. Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas - (CIHH) Vía Domingo Díaz al lado de Pazco, S.A. +50 762435993 0819-07289

2. Grupo de Estudios Ambientales – Instituto de Matemática Aplicada San Luis – Universidad Nacional de San Luis/ CCT-San Luis, CONICET Ejército de los Andes 950 +54 266 4520300 5700

3. Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín, CONICET 25 de Mayo y Francia, San Martín, Buenos Aires, Argentina +54 11 20331400 B1650BWA

En este trabajo se aplica un método de evaluación de erosión basado en el análisis del contenido del radionucleido natural ^7Be en suelo, en una zona agrícola semiárida sometida a cultivo de arado. El método obtiene una estimación de la tasa de erosión a partir de la comparación entre el contenido de ^7Be en suelo de un sitio erosionado y/o sedimentado (sitio de estudio: SE), con el de un sitio donde no se han producido movimientos de suelo (sitio de referencia: SR). Además, se analiza la evolución temporal del inventario de ^7Be en suelo y su relación con el régimen estacional de lluvias de la región. Dentro del área de cultivo se colectaron perfiles de suelo, hasta 5 cm de profundidad, en un potencial SR y SE. En SE los perfiles se tomaron en una transecta (paralela al arado) y a diferentes alturas del terreno. Los perfiles fueron fraccionados en capas de 2mm de espesor, y analizados por espectrometría gamma en el Laboratorio TANDAR (CoNEA). En el SR se determinó un inventario de ^7Be de 343 Bq/m² y que el radionucleido posee una concentración apreciable hasta una profundidad de 0.8 cm, mostrando un perfil de distribución exponencial decreciente, típico de sitios no erosionados o no perturbados. Estos resultados indican que el sitio es apto para ser utilizado como referencia. En SE ^7Be está presente en el punto más alto hasta los 0.8 cm, con un inventario de 198 Bq/m², siendo este valor significativamente menor al del SR. En los puntos de media y baja altura, el ^7Be está presente hasta 1 cm de profundidad, con valores de inventario 376 Bq/m² y 478 Bq/m², respectivamente. Esto indica que se ha producido movimiento de suelo desde los sitios más altos a los más bajos del terreno.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Berilio-7, Depósito atmosférico, Erosión



Evaluación del uso potencial de *Spartina densiflora* en prácticas de fitorremediación de suelos contaminados por metales en un marisma patagónica

Idaszkin, Yanina Lorena¹; Lancelotti, Julio¹; Bouza, Pablo José¹; Marcovecchio, Jorge²

1. Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales Boulevard Brown 2915 02804883184 9120

2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

Actualmente la fitorremediación está ganando importancia por resultar una técnica efectiva de bajo costo (económico, ecológico y logístico). Los ambientes costeros y estuariales están expuestos al continuo ingreso de distintos contaminantes como metales pesados, pesticidas, u otras sustancias potencialmente capaces de dañar y alterar los ecosistemas. En particular, al ingresar estas sustancias en las marismas se dispersan dentro de ellas en cada marea, pudiendo ser retenidas en las partículas del suelo o por la vegetación. *Spartina densiflora* es una especie nativa de las marismas Sudamérica, que ha invadido exitosamente marismas de Norteamérica, España, Portugal y África del Norte. Su amplia distribución abarca condiciones climáticas y escenarios ambientales muy diferentes, incluyendo marismas con altas concentraciones edáficas de metales. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la capacidad de *Spartina densiflora* de ser utilizada en prácticas de fitorremediación de suelos contaminados por metales. Para esto, se colectaron muestras de suelos (con y sin vegetación) y plantas de *Spartina densiflora* de la marisma de San Antonio Oeste (Río Negro, Argentina). En estas muestras se determinaron las concentraciones de Cu, Fe, Pb y Zn por digestión ácida, medidas en ICP-EOS. Luego, a partir de estos resultados se calcularon el factor de bioacumulación del suelo (SBAF), el factor de bioconcentración (BCF) y el factor de translocación (TF). Los resultados indican que *S. densiflora* posee la capacidad de habitar suelos enriquecidos en Pb, Zn, y Cu. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas en la concentración de metales entre muestras de suelo con y sin vegetación, lo que indica que la presencia de la planta no posee efecto en la distribución de los metales en el suelo. Por otro lado, las plantas de esta especie, son capaces de acumular (SBAF>1) Zn y Pb del suelo en sus raíces y estructuras aéreas (BCF>1), con una baja proporción de translocación de metales de las raíces a las hojas (TF<1). Estos resultados plantean a *S. densiflora* como candidata a ser utilizada con fines de fitoinmovilizar en sus raíces metales de suelos contaminados.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Fitorremediación, metales pesados, suelos, *Spartina densiflora*



Evidencias hidrogeoquímicas de las variaciones del nivel del mar producto de los cambios climáticos ocurridos durante el Cuaternario. Caso de estudio en el acuífero semiconfinado del litoral del Río de la Plata, Argentina

Santucci, Lucia; Carol, Eleonora

Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) diag. 113 n°275, La Plata 1900

El objetivo del trabajo es realizar un estudio hidrogeoquímico para determinar la existencia de evidencias de intrusiones marinas cuaternarias en el acuífero semiconfinado del litoral del Río de la Plata. La zona de estudio comprendió el sector de planicie costera ubicado en la margen derecha del estuario entre los partidos de Ensenada y Berisso. Se efectuaron perforaciones al acuífero semiconfinado abarcando la planicie costera y la zona limítrofe de llanura continental loessica. Se muestrearon los sedimentos para su análisis mineralógico en lupa y difracción de rayos X y se extrajeron muestras de agua donde se determinaron iones mayoritarios, minoritarios e isotópico ambientales. El acuífero semiconfinado se aloja en arenas fluviales de edad Plio- Pleistocena compuestas principalmente por granos de cuarzo, feldespato y máficos (principalmente anfíbol). El contenido de iones mayoritarios en el agua subterránea muestra facies predominantemente cloruradas sódicas con un marcado aumento en la salinidad desde la llanura continental loessica hacia el Río de la Plata. Las relaciones $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$, Cl^-/Br^- vs. Cl^- y $\delta^{18}\text{O}$ vs. Cl^- tienen una clara tendencia hacia el agua de mar, estimándose porcentajes de agua de mar entre 10 y 40%. Las muestras de agua subterránea también registran un enriquecimiento en iones minoritarios tales como Sr, Li, Se, Br y Rb. Dicho enriquecimiento es producto de una prolongada interacción entre el agua contenida en el acuífero y los componentes minerales de su matriz, evidenciando un prolongado tiempo de residencia. Se concluye que el agua en el acuífero semiconfinado corresponde a agua marina que inundó la planicie costera durante las intrusiones del Pleistoceno-tardío y Holoceno. Estas evidencias hidrogeoquímicas permiten conocer el origen de la salinidad del acuífero y también la evolución geológica del área durante el Cuaternario producto de las oscilaciones del mar que ocurrieron en respuesta de los cambios climáticos.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: hidrogeoquímica, intrusiones pleistoceno-holocenas, isótopos ambientales, estuario medio del Río de la Plata.



Factores que condicionan la presencia y estabilidad de pirita framboidal en los sedimentos de un arroyo afectado por efluentes industriales

Merodio, Claudia¹; Carol, Eleonora²; Alvarez, Maria del Pilar³

1. Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires- Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP Calle 5 n° 366 (entre 39 y 40) 0221-421-1921 1900
2. Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) diag. 113 n°275, La Plata 1900
3. IPEEC Boulevard Brown 9120

La geoquímica de los framboides de pirita está condicionada por muchos factores, coincidiendo la mayoría de los estudios en que en el ambiente de formación, su mineralización es inducida biológicamente. Los organismos que viven sobre o cerca de la superficie de la tierra influyen en los ciclos del azufre y de los metales y por lo tanto, en la formación y descomposición de los sulfuros. El objetivo del trabajo es analizar los factores que condicionan la presencia y estabilidad de pirita framboidal en los sedimentos del arroyo Buñirigo (Buenos Aires). Para ello se colectaron muestras de sedimentos en el cauce del arroyo en distintas secciones entre cabeceras y la desembocadura. Las mismas fueron secadas al aire y observadas en lupa binocular seleccionándose algunas para su estudio con microscopía electrónica de barrido con micro- analizador de energía de dispersión de rayos X (SEM-EDS) para determinar la composición cualitativa de los minerales. Se identificó pirita framboidal en los sedimentos del arroyo en la zona de vertido del efluente de una curtiembre y en las muestras ubicadas hasta 2 km aguas abajo. Las piritas framboidales, con un diámetro cercano a 2 μm , se presentan generalmente formando racimos. Su formación estaría relacionada al aporte de sulfatos (2114 mg/L) y sulfuros (0,9 mg/L) desde el efluente industrial y al hierro principalmente de los sedimentos. Condiciones reductoras y la alta carga orgánica en el mismo propician la formación de pirita en los períodos de déficit hídrico en donde el caudal natural del arroyo es considerablemente inferior al efluente vertido. La pirita deja de ser detectada aguas abajo en la zona en que el arroyo recibe aportes mareales desde el Río de la Plata. Así, las condiciones geoquímicas que permiten la formación de pirita framboidal en los sedimentos del arroyo Buñirigo se deben a factores antrópicos siendo éste un mineral que en condiciones naturales de ese arroyo no podría formarse.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: sulfuros sedimentarios, factores geoquímicos, contaminación antrópica



Geoquímica del agua subterránea somera y su relación con el funcionamiento hidrodinámico. Estudio de caso en un sector de la planicie costera del Río de la Plata medio

Melo, Marisol¹; Roig, Alejandro²; Carol, Eleonora³

1. Instituto de Investigaciones en Paleobiología y Geología (UNRN-CONICET) Av. Roca 1242, General Roca (0298) 4460660 8332

2. Facultad de Ingeniería, UNLP 1 y 47, La Plata (221) 425-8911 1900

3. Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) diag. 113 n°275, La Plata 1900

El objetivo del trabajo fue analizar los procesos geoquímicos que condicionan la calidad del agua subterránea somera y su relación con el funcionamiento hidrodinámico en el sector de la planicie costera del Río de la Plata comprendido entre los balnearios de Atalaya y Magdalena (Buenos Aires). Para ello se realizó una caracterización hidrogeomorfológica a partir de la interpretación de imágenes satelitales y relevamientos de campo, y se efectuaron muestreos de agua en pozos domiciliarios y de exploración someros en donde se determinó el contenido en iones mayoritarios y en alguno de ellos también el de isótopos ambientales. Asimismo sensores de nivel, temperatura y conductividad eléctrica del agua subterránea se instalaron y se registraron los niveles de agua en el estuario y los datos de precipitaciones diarias. Los resultados obtenidos muestran que el agua subterránea más somera presenta facies bicarbonatadas cálcicas de baja salinidad con contenidos isotópicos similares a la recta meteórica. En los pozos más profundos el agua tiende a salinizarse por disolución de sales del sedimento y a presentar facies cloruradas sódicas. En el sector de marisma que es inundado por el flujo mareal del estuario la química del agua subterránea (iones mayoritarios e isótopos) reflejan la influencia del Río de la Plata con facies levemente cloruradas sódicas. Dicha influencia también se refleja en la dinámica del nivel freático la cual responde al régimen de mareas, tal como se observó tanto en la comparación de niveles como en el análisis de los espectros de amplitud en el dominio de la frecuencia obtenido por series de Fourier.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: humedal intermareal, hidrogeoquímica, relación agua superficial – agua subterránea



Geoquímica del Li y As en el salar de Olaroz, Puna de Jujuy. Resultados preliminares.

Borda, L.G.1; Franco, M.G.2; Córdoba, F.E.2; García, M.G.1

1. Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET y Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. lauragabrielaborda@gmail.com.

2. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Universidad Nacional de Jujuy - CONICET e Instituto de Geología y Minería (IDGYM, UNJu), S. S. de Jujuy, Argentina

El 70% de las reservas de Li identificadas a nivel global se encuentran en una región de la Puna- Altiplano denominada el “triángulo del Li”. En este trabajo se presentan datos geoquímicos y mineralógicos obtenidos en el salar de Olaroz (24°05´S - 66°40´O), ubicado en esta importante región de los Andes Centrales. Se tomaron muestras de salmueras y de aguas superficiales desde los principales arroyos que drenan hacia el salar así como de las lagunas que rodean al complejo salino. Asimismo, se realizaron dos transectas E-O ubicadas en el centro y norte del salar a lo largo de las cuales se realizaron calicatas de ~0.7 m de profundidad donde se tomaron muestras de costras salinas y de facies evaporíticas y clásticas identificadas en profundidad. En este trabajo se presentan datos geoquímicos y mineralógicos preliminares obtenidos en muestreos llevados a cabo en septiembre de 2015 y abril de 2016 en el salar de Olaroz. En el campo se tomaron muestras de salmueras (n=11) y de aguas superficiales (n=11) desde los principales arroyos que drenan hacia el salar así como también de las lagunas que rodean al sistema salino. Asimismo, se realizaron dos transectas E-O ubicadas en el centro y en el norte del salar a lo largo de las cuales se realizaron 17 calicatas de ~0.7 m de profundidad donde se tomaron muestras de costras salinas y de las facies evaporíticas y clásticas identificadas en profundidad. Los primeros resultados, indican que las concentraciones de Li varían entre 200 y 3000 mgL⁻¹ en las salmueras del núcleo salino, donde los valores de pH son neutros y constantes, y la salinidad supera los 250 gL⁻¹. Las lagunas y arroyos que rodean al sistema salino son más diluidas (arroyos: STD~3 gL⁻¹ y lagunas: STD~45 gL⁻¹) y alcalinas (pH>8.0). En estos sistemas las concentraciones de Li varían entre 3 y 156 mgL⁻¹. Los niveles de As varían entre 2000 y 85000 mgL⁻¹ en las salmueras y entre 60 y 1400 mgL⁻¹ en arroyos y lagunas aledañas. En el núcleo salino las costras superficiales están compuestas únicamente por halita, mientras que hacia los bordes del salar aparecen facies de sulfatos y carbonatos. Se reconocieron en profundidad niveles de boratos compuestos principalmente por ulexita, con presencia subordinada de arseniatos. Estos primeros resultados sugieren que tanto el Li como el As se concentran en la salmuera residual, como resultado probablemente de las fases de expansión, concentración evaporítica y desecación estacional, típicas de estos ambientes evaporíticos de la Puna.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: litio, salar, olaroz, salmuera



Geoquímica urbana en el área Metropolitana de Buenos Aires: metales en partículas atmosféricas sedimentables, sedimentos viales y suelos urbanos

Tatone, Leandro; Bilos, Claudio; Skorupka, Carlos; Cappelletti, Natalia; Colombo, Juan Carlos

Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (FCNyM, UNLP) Av. Calchaqui 6200 1888

Con el objeto de evaluar la dinámica de metales en ambientes urbanos se colectaron muestras de material sedimentable, sedimentos y suelos en 6 estaciones durante 2015 en la región más poblada e industrializada de Buenos Aires. Las partículas sedimentables (n=12) se colectaron mediante el método Bergerhoff (colectores de 95 mm diámetro instalados a 2,0–4,0 metros del suelo durante ~30 días), muestras integradas de suelo (n=8) y sedimento vial (n=4) se colectaron simultáneamente con espátulas de acero inoxidable. Las determinaciones de metales se realizaron por espectrometría de absorción atómica previa digestión con agua regia y H₂O₂. Los metales mostraron un enriquecimiento de 10-500% en las partículas atmosféricas sedimentables respecto de los sedimentos viales y suelos, especialmente significativo para el Fe, Cu y Ni (Fe: 20155±3786; Zn: 323±153; Cu: 311±367; Pb: 181±156; Ni: 16±4,8 µg/g). Los flujos de metales son elevados y variables (Fe: 2384±1537; Zn: 41±33; Mn: 36±21; Cu: 24±15; Pb: 21±23 y Ni 2,0±0,9 mg/m²/año) comparables a los reportados para grandes ciudades. Los sedimentos viales y suelos presentaron concentraciones similares con tendencia de enriquecimiento en metales naturales Fe y Mn en suelos (Fe: 10131±3520 Vs. 18200±4859; Mn: 210±93 Vs. 387±81; Zn: 204±142 Vs. 232±142; Pb: 134±86 Vs. 180±162; Cu: 62±41 Vs. 47±20; Cr: 9,9±3,0 Vs. 13±7,3; Ni: 9,5±2,9 Vs. 10±3,8; Cd: 0,4±0,3 Vs. 0,4±0,3 µg/g). Para Zn, Cu, Pb, Ni, Cr y Cd, las concentraciones son significativamente más elevadas (1,6-16 veces para Ni-Pb) que las de suelos agrícolas muestreados en la Provincia de Buenos Aires (p<0,05). Aunque los metales en suelos se encontraron por debajo de los niveles guías nacionales de calidad para uso residencial (Ley 24.051; Zn: 500; Cu: 100; Pb: 500; Cr: 250; Ni: 100 y Cd: 5 µg/g) son superiores a los Canadienses (Zn: n=4 > 200; Cu: n=1 > 63; Pb: n=4 > 140 µg/g).

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Metales, Deposición atmosférica, Suelos, Sedimento vial



Geoquímica y propiedades magnéticas de un Haplustol típico bajo distintos usos

Rouzaut, Sabrina; Pasquini, Andrea

Centro de investigaciones en ciencias de la Tierra (CICTERRA) Avda. Vélez Sarfield 1611 5011

En este trabajo se examinan las propiedades geoquímicas y magnéticas de una misma serie de suelos bajo diferentes usos. Los suelos estudiados están desarrollados sobre sedimentos loésicos en la Plataforma Basculada Ondulada de la provincia de Córdoba. Son Haplustoles típicos, correspondientes a la serie Corralito y su perfil modal es: A-Bw-BC-Ck. Para el estudio comparativo de estos suelos se analizaron dos perfiles, uno sobre vegetación natural de monte y otro bajo condiciones de cultivo. Se extrajeron muestras de cada horizonte genético para su análisis geoquímico y se tomaron muestras (con equidistancia de 5cm), para analizar sus propiedades magnéticas. Se presentan aquí los resultados preliminares obtenidos. Los análisis químicos indican que los horizontes C de los suelos analizados presentan una misma composición geoquímica, lo que reafirma que se trata de una misma serie. Diferencias químicas fueron encontradas entre el solum y el material parental en los suelos bajo diferentes usos. El suelo bajo cultivo presenta un enriquecimiento de Na y K y un decrecimiento de Fe y Mg en el horizonte Ap en relación con el horizonte C. Por otro lado, se observan diferencias en la composición geoquímica de los horizontes Ap y Bw del suelo cultivado, que no fueron registradas en el suelo virgen. Los valores de susceptibilidad magnética evidencian claras diferencias en los dos suelos. En el suelo cultivado este parámetro muestra valores más bajos en el horizonte Ap en relación al material parental, lo que estaría asociado a la disminución en los contenidos de Fe en este horizonte. En el suelo con vegetación natural se observa un comportamiento opuesto de este parámetro magnético. Se infiere que tanto el uso de fertilizantes como el estado fenológico del cultivo determinan las diferencias encontradas en los suelos bajo diferentes usos.

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: uso del suelo, magnetismo ambiental, composición química



Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) en especies ictícolas del Estuario de Bahía Blanca

Arias, Andrés Hugo; Oliva, Ana Laura; Ronda, Ana Carolina; Orazi, Melina Mirta; Marcovecchio; Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) son contaminantes medioambientales de gran interés en el ambiente científico debido a su toxicidad y su alto potencial carcinogénico y mutagénico. Con el objetivo de describir los niveles, distribución y frecuencia de estos compuestos en especies ictícolas de la zona interna del Estuario de Bahía Blanca se obtuvieron ejemplares de *Ramnogaster arcuata*, *Cynoscion guatucupa*, *Micropogonias furnieri* y *Mustelus schmitti*. Los peces fueron capturados mediante el empleo de una red camaronera con una frecuencia trimestral, durante el periodo comprendido entre Octubre de 2013 y Junio de 2014. Cada individuo fue diseccionado para obtener el músculo dorsal y agrupado en pooles según talla y especie. La extracción de los PAHs se realizó mediante el empleo de solventes orgánicos en dispositivos Soxhlet. La determinación analítica cuantitativa e identificación de los 16 PAHs analizados se realizó mediante Cromatografía Gaseosa Capilar (Agilent 7890B)- Espectrometría de Masas (Agilent 5977 A). Considerando todas las especies y tallas analizadas, se obtuvo un rango variable de PAHs totales (sumatoria de las concentraciones de 16 compuestos analizados) desde no detectable hasta un máximo de 811,1 ng/g p.h. con un valor promedio de 153,8 ppb ng/g p.h. (n= 64, SD= 218,2 ng/g p.h). En términos de frecuencia, las especies analizadas evidenciaron mayoritariamente valores por debajo de las 200 ppb y el orden de especies con mayor carga de PAHs fue el siguiente: *M. schmitti* > *R. arcuata* > *C. guatucupa* > *M. furnieri*. De acuerdo a la fase etárea, con excepción de *C. guatucupa*, las especies juveniles evidenciaron mayor acumulación de PAHs que las adultas. Mediante el cálculo de equivalentes de Benzo-a- pireno (BaPeq) se evaluó el potencial riesgo ecotoxicológico para la salud humana; los valores obtenidos fueron comparados con los valores de screening de BaPeq de peces para consumo humano sugeridos por la USEPA (2000), concluyéndose que los niveles de PAHs hallados en el tejido de los peces se mantuvieron dentro de los niveles de seguridad.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, peces, Estuario de Bahía Blanca



Hidrogeoquímica del agua superficial y subterránea somera en un sector industrial de la planicie costera del Río de la Plata (Argentina)

Santucci, Lucia¹; Carol, Eleonora¹; García, María Gabriela²; Borzi, Guido¹

1. Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) diag. 113 n°275, La Plata 1900
2. Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET, Universidad Nacional de Córdoba Av. Velez Sarsfield 1611 +54-351-5353800 X5016GCA

La planicie costera del estuario medio del Río de la Plata entre los partidos de Ensenada y Berisso presenta sectores fuertemente industrializados, con actividades asociadas al desarrollo del polo petroquímico. El objetivo del trabajo es realizar una caracterización química e isotópica de las aguas superficiales y subterráneas del sector del polo petroquímico y comparar estos resultados con los obtenidos en un sector prístino. Se realizaron muestreos de agua superficial de los tres canales que rodean al polo petroquímico y de agua subterránea somera extraída de pozos de exploración ubicados en sus márgenes, así como también del Río de la Plata. Conjuntamente se efectuaron muestreos de agua en un área de reserva natural que preserva sus condiciones prístinas. En las muestras de agua se efectuaron determinaciones de iones mayoritarios e isótopos de ^{18}O y ^2H . Los resultados obtenidos muestran que existen importantes variaciones en la química del agua subterránea la que presenta facies tanto bicarbonatadas cálcicas como bicarbonatadas sódicas y cloruradas sódicas. El agua superficial es menos variable con facies bicarbonatadas a levemente cloruradas sódicas. Las elevadas concentraciones de sulfato, sodio y bicarbonato en las aguas subterráneas de un sector del polo petroquímico sugieren fuertes contribuciones iónicas desde los residuos industriales. La señal isotópica del agua subterránea en este sector coincide con la de las precipitaciones locales, aunque en algunas muestras costeras la señal isotópica sugiere también una contribución desde el Río de la Plata durante las pleamares. El agua superficial por su parte, es isotópicamente más variable registrando correspondencia con las lluvias en el canal del polo petroquímico que recibe la descarga pluvial y fuerte evaporación en aquellos donde el agua tiene baja renovación. En la reserva el agua subterránea recarga de las lluvias mientras que la superficial tiene una clara influencia mareal desde el Río de la Plata.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: hidrogeoquímica, isótopos ambientales, zonas industrializadas, alteración antrópica



Hidrogeoquímica del río Agrio Inferior, provincia de Neuquén.

Llano, Joaquín¹; Augusto, Mariano Roberto²; Trinelli, María Alcira³; do Santos Afonso, María⁴; Caselli, Alberto¹; Nogues, Victoria¹; Szentiványi, Juliana María¹

1. GESVA, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires Intendente Güiraldes 2160 C1428EGA CABA
2. IDEAN-UBA Intendente Güiraldes 2160 4576-3329 C1428EHA
3. IGEBA-UBA Intendente Güiraldes 2160 4576-3329 C1428EHA
4. INQUIMAE Intendente Güiraldes 2160 4576-3378 C1428EHA

El Río Agrio nace en el complejo volcánico Copahue-Caviahue (Neuquén), a partir de dos surgentes ácidas y calientes que emanan desde el flanco este del Volcán Copahue (37°45' S; 71°10' O, 2997 m.s.n.m.). El carácter ácido del sistema se debe a la solubilización de gases volcánicos ácidos (SO₂, H₂S, HCl y HF, entre otros) en las aguas meteóricas que interactúan directamente con el volcán. Este río se divide en dos tramos: i) Río Agrio superior (pH 1-2), que nace en los flancos del volcán Copahue y desemboca 10 km aguas abajo en el Lago Caviahue (pH 3), y ii) Río Agrio inferior (pH 2,5-4), único efluente del lago. La finalidad del trabajo es describir los procesos desarrollados en el sistema para caracterizar al mismo y establecer una línea de base de investigación para próximos estudios vinculados al volcán Copahue. El trabajo de campo realizado consistió en la medición de parámetros in situ y en el muestreo de aguas del sistema desde el Lago Caviahue y en distintos puntos del Río Agrio inferior, incluyendo sus principales afluentes (Río Trolope y Arroyo Chinchiví) hasta la confluencia con el Río Ñorquín, 40 kilómetros aguas abajo. Se identificaron variaciones composicionales en los cursos de agua involucrados en el sistema lago Caviahue-río Agrio inferior y se estudiaron los procesos que las controlan. En función de datos obtenidos y tomados de la bibliografía existente se identifican dos grupos de aguas bien diferenciados composicionalmente. Por un lado las aguas del sistema troncal que pertenecen al Sistema Volcánico Hidrotermal (SVH) presentando características ácidas y altos valores de SO₄²⁻, F⁻ y Cl⁻, y por otro lado las aguas de los cursos afluentes que pertenecen a las Aguas de Deshielo (AD) presentando valores de pH neutros y bicarbonatos como anión principal. Al analizar la concentración de los componentes a lo largo del río Agrio inferior, se reconocieron y se analizaron dos procesos diferentes que actúan en el sistema a partir de la interacción entre los dos grupos de aguas presentes. Por un lado un proceso de dilución constante a lo largo del río principal afectando por igual a todos los iones presentes. Y por otro lado, un proceso de precipitación de hidróxidos que afecta únicamente la concentración del hierro y del aluminio. Por lo tanto el origen de ambos procesos fue estudiado en el sistema. Centrándose el trabajo en el segundo de ellos, donde se reconoce que ante un aumento del pH por encima de cierto valor, según el hidróxido analizado, se desarrolla la precipitación del mismo.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Aguas ácidas, Hidrogeoquímica, Volcán Copahue, Precipitados de hidróxidos



Impacto antropogénico en la hidroquímica del agua superficial y subterránea en los humedales de los ríos Atuel y Salado, provincia de La Pampa.

Antonena, Sofía Victoria; Paez Campos, Hugo Ramiro; Dornes, Pablo

Universidad Nacional de La Pampa Uruguay 151, Santa Rosa. 6300

Las regiones áridas y semiáridas se caracterizan por una escasa oferta natural y una alta demanda de recursos hídricos, por lo cual la comprensión de los procesos y el impacto de las actividades sobre los mismos es de vital importancia. Los humedales de los ríos Atuel y Salado se ubican en una región semiárida en el noroeste de la provincia de La Pampa, sobre una extensa llanura aluvial en la confluencia de ambos cursos. El sistema ha sufrido en los últimos años una drástica contracción producto del uso y que resultó en escurrimientos intermitentes y caudales muy atenuados. El objetivo fue evaluar el impacto de los cambios en los regímenes hidrológicos de ambos ríos en la hidroquímica del sistema. Se realizó un análisis espacial y temporal de la hidroquímica e hidrodinámica entre la componente superficial y subterránea. El río Atuel, presentó una salinidad relativamente constante con una tipificación sulfatada-cálcica, mientras que el río Salado manifestó una concentración de sales totales muy variable, con máximos de 80.000 mg/l, pasando de sulfatada-cálcica a clorurada-sódica. La desconexión entre ambos ríos, le imprimen al sector sur una tipificación diferencial al agua debido a la dominancia de procesos de evaporación donde prevalecen los bañados hipersalinos y salitrales. El río Atuel posee una interacción agua superficial-subterránea alterna, dependiendo de la presencia de escurrimientos. El río Salado se comporta como efluente o neutral. Dichos procesos afectan hidroquímicamente al agua subterránea, que muestra las mejores características en la zona de influencia del río Atuel y se ve deteriorada en cercanías al río Salado. Los resultados evidencian un comportamiento epigénico de los humedales, que influye notablemente sobre la dinámica hidráulica e hidroquímica de los bañados y del agua subterránea. El análisis hidroquímico contribuyó a comprender el funcionamiento de los humedales en un área con poca información, que es fundamental para el manejo y gestión del recurso hídrico.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Atuel, Salado, humedales, La Pampa



Importancia de los minerales accesorios en el control de la química del agua del acuífero pampeano en la provincia de Buenos Aires

Vital, Melanie¹; Daval, Damien¹; Clement, Alain¹; Fritz, Bertrand¹; Martinez, Daniel Emilio²

1. Université de Strasbourg/EOST, CNRS, Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg 1 rue de blessing +33 3 68 85 05 59 67000

2. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, U.N.MDP - CONICET Funes 3350 (0223) 4754060 7600

El acuífero Pampeano del sudeste de la provincia de Buenos Aires está constituido principalmente de sedimentos de loess y tosca. Su hidroquímica se estudia generalmente desde el punto de vista del equilibrio químico entre las fases minerales y acuosas. Las fases que forman la matriz de este acuífero se consideran ser las fases reactivas responsables de la química del agua subterránea. Se realizaron experimentos de disolución en ensayos Batch con muestras de tosca y loess de un afloramiento al sur de la ciudad de Mar del Plata, con el objeto de la comprensión del origen de la química del agua del acuífero Pampeano. Los diferentes minerales que componen las muestras de loess y tosca fueron cuantificados por difracción de rayos X y el método del refinamiento de Rietveld. Este análisis mostró que los componentes principales de loess son cuarzo (~ 30% en peso) y feldspatos (~ 70% en peso). Los principales componentes de la tosca son calcita (~ 95% en peso) y cuarzo (~% 5wt). Se utilizó la microscopía electrónica de barrido con microanálisis por dispersión de energía de rayos X (SEM-EDS) para proporcionar información detallada sobre la composición química de las muestras de polvo, revelando la presencia de pequeñas cantidades de minerales como halita, barita y fluorapatita, no detectados por DRX. Los minerales identificados y sus proporciones se utilizaron para ejecutar simulaciones de cinéticas de disolución con el software KINDIS. Los datos experimentales se compararon con los datos simulados. Esta investigación mostró que los minerales accesorios detectados por microscopía son de gran importancia para el control de la composición química de las aguas subterráneas de esta zona ya que tienen una reactividad muy superior a los minerales como la calcita, los feldspatos y el cuarzo.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Acuífero Pampeano, Ensayos Batch, cinéticas de disolución



Isotopic Niche and Ontogenetic Variation of Argentine Hake, *Merluccius hubbsi*, from Southeast Brazil.

Franco, Marcos¹; Silva da Costa, Paulo Alberto²; Costa Braga, Adriana²; Souza Batista, Andressa¹; Gomes Almeida, Marcelo¹; Rezende, Carlos Eduardo¹

1. Universidade Estadual do Norte Fluminense Av. Alberto Lamego, 2000. Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, RJ +5522981584093 28035-200

2. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro Av. Pasteur 458. Prédio da Biologia, Sala 405. Urca, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ +5522981584093 22290-240

The Argentine Hake *Merluccius hubbsi* is a demersal-pelagic species occurring from southeastern Brazil (21° S) to Argentina (55° S). The objective of the present study was to investigate possible isotopic variations as a consequence of sex and ontogenetic differences. Between May of 2013 and April of 2014, a total of 235 specimens (128 females and 107 males) were caught by the industrial fishing fleet that operates with bottom trawling in Southeast Brazil. Females ranged in size from 184 to 390 mm (Total Length, TL: 293.1 ± 42.3 mm) and males from 191 to 372 mm (252.2 ± 32.8 mm). Total weight in males and females ranged from 36.4 to 465.9 g (198.8 ± 87.7 g) and from 45.3 to 342.6 (110.9 ± 48.4 g), respectively. Length and weight were significantly different between sexes (ANOVA, $p < 0.0001$), but mean values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ between females and males, respectively (-17.90 ± 0.52 and $8.05 \pm 0.88\text{‰}$) and (-17.89 ± 0.56 and $10.23 \pm 0.52\text{‰}$), were not (ANOVA, $p > 0.05$). Thus, sexes were grouped for subsequent isotopic analyses. Adults (>273 mm) showed significant heavier $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values when compared to juveniles (-17.71 ± 0.54 vs. $-18.08 \pm 0.47\text{‰}$ and 12.49 ± 0.60 vs. $12.26 \pm 0.51\text{‰}$, respectively; ANOVA, $p < 0.05$), indicating that bigger individuals have a tendency of occupying a higher trophic level. Still, a significant correlation with body length was only found for $\delta^{13}\text{C}$ ($p = 0.006$). The analysis of isotopic niche showed a SEAc (Standard Ellipses Area Corrected) of 0.68 and 0.58‰² for adults and juveniles, respectively, probably due to a higher feeding plasticity of the former. Still, an overlap of over 80% was found between the ellipses. The next step consists in analyzing the stomach contents and muscle tissues for total mercury in order to have a better understanding of feeding/assimilation process and to corroborate the ontogenetic variation aforementioned.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: *Merluccius hubbsi*, isotopes, Isotopic Niche, ontogenetic variation, SW Atlantic



IV RAGSU

Lineamientos de Acción para la Mejora Ambiental del Pasivo Minero de Milluni, Vertiente Occidental de la Cordillera Real, Bolivia.

Salvarredy Aranguren, Matías Miguel¹; Viaggio, Adriana²; Probst, Anne³

1. UNPSJB & YPF S.A. Portugal 145, Comodoro Rivadavia, Chubut 9000
2. BfU de Argentina S.A. Paraguay 794, Ciudad Autónoma Buenos Aires 011-1562145940 1057
3. Ecolab, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS Toulouse Castanet-Tolosan , France 00 31326

A unos 40 km al norte de La Paz (Bolivia) se sitúa el Valle de Milluni. Consta de lagos concatenados resultantes del retroceso glacial, en el mismo se sitúa la mina de Sn de Milluni explotada durante un siglo. Se estima que la producción mensual ronda las 9000 Tn de mineral. La extrapolación a la vida útil de la mina permite establecer en unos 80.000 m³ el movimiento extractivo de la mina. Esta cifra es consistente considerando los efectos del esponjamiento del 30% de la roca tratada y una distribución promedio de 1 m de espesor a la superficie afectada por residuos mineros frescos afectados por drenaje ácido (ADR) del orden de los 119000 m². En la actualidad las aguas son usadas para suministro potable de la ciudad de La Paz. El tratamiento de potabilización genera una posterior dispersión secundaria de la carga de elementos potencialmente nocivos para la salud (EPN) en los sistemas hídricos de Kantutani y Choqueyapu. La postal actual de la carga geoquímica de aguas y sedimentos no varía. Adicionalmente, se trazan actividades turísticas y de piscicultura de truchas en la Laguna Jankho Kkota ámbito donde arriban efluentes de la mina con valores relativamente altos en Zn, Pb y As respecto al background regional de cuenca arriba. Las truchas son particularmente sensibles a la bioacumulación de EPN no sólo por la exposición a las concentraciones del agua, sino por su base dietaria. El desarrollo sostenible del área y el abastecimiento de agua de la urbe de La Paz El Alto, exigen una mejora ambiental de este pasivo minero. Esta acción debe basarse en eliminar la oxidación de la mena de sulfurosos, evitar la mezcla de aguas de buena calidad con el ADR. Para ello debe inundarse la mina con el sellado de sus socavones, impermeabilizar toda el área de desechos mineros con una capa de caliza y cubierta con geomembrana inhibiendo su oxidación. Arriba de estas labores debe estimularse el crecimiento de bofedales, numerosos en el valle que tiende a elevar el pH de las aguas y retener particulado y EPN. Estas mejoras ambientales implicarían una inversión mínima de 20 millones de dólares, causando una disminución sustantiva de los costos de potabilización del agua actual.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Elementos Potencialmente Nocivos, Drenaje Acido, Desechos Mineros, Mejora Ambiental



IV RAGSU

Materia orgánica disuelta y metales lixiviables de suelos del partido de Avellaneda

Patitucci, Micaela; Luna Martinez, Alma; Fabrizio de Iorio, Alicia; Pereyra, Fernando; Bargiela, Martha Fidela

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Cátedra de Química Analítica 2Dpto. de Cs. Ambientales, Universidad Nacional de Avellaneda Av. San Martín 4453 011 45248085 1417

Los suelos de zonas urbanas presentan una combinación de numerosos usos por lo que poseen una fuerte heterogeneidad espacial-temporal, resultante de ingresos de materiales exógenos que se mezclan con los originarios. La contaminación con metales resulta un problema ecológico debido a su persistencia y acumulación en el suelo, su absorción a través de las plantas y su potencial efecto contaminante en aguas. Los estudios de riesgo en suelos tienden a focalizar sobre la partición sólido/solución más que en el contenido total de los metales en suelos. Dado que los metales muestran una alta afinidad hacia la materia orgánica (sólida o disuelta), la partición sólido/solución de la materia orgánica es un proceso importante que contribuye a la movilidad de esos metales. El objetivo del trabajo fue estudiar la fracción de materia orgánica disuelta (como C) y los metales Cu, Ni, Pb y Zn lixiviables en agua en suelos urbanos del Partido de Avellaneda, Provincia de BsAs. Se tomaron muestras superficiales de cinco sitios del Municipio y un suelo de la Reserva de Santa Catalina (Lomas de Zamora) considerado como sitio de referencia por el bajo impacto antrópico. Se prepararon suspensiones de suelo con agua desionizada en una relación sólido/líquido 1:10. Luego se determinó por espectroscopía de absorción atómica en los extractos correspondientes metales totales disueltos; y siguiendo la metodología de Golterman (1978), el contenido de carbono orgánico disuelto (COD) en los mismos extractos. Los porcentajes de disolución de carbono orgánico estuvieron relacionados con la proporción de ácidos fúlvicos existente en cada suelo. Los metales se disolvieron en relación con el COD en los casos de elementos altamente afines. En el sitio poco impactado la proporción de Zn y Pb disueltos está relacionada con las fracciones más móviles del suelo.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: suelos, materia orgánica, metales, lixiviación



IV RAGSU

Materia orgánica soluble en agua y metales asociados de sedimentos provenientes de áreas contrastantes de la cuenca Matanza Riachuelo

Giangarelli, Mauro; Lammardo, Lorena; Fabrizio de Iorio, Alicia; Bargiela, Martha Fidela

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Cátedra de Química Analítica Av. San Martín 4453 1417

Los sedimentos del cauce son la fuente principal del carbono orgánico disuelto (COD) en cursos de agua donde la mayor parte del carbono orgánico está en forma insoluble excepto por una pequeña fracción. El potencial del sedimento para proveer Corg a la columna de agua depende del pool total de carbono orgánico soluble. La materia orgánica disuelta puede liberar iones, alterando la movilidad geoquímica por formación de complejos. En este trabajo se analizó la materia orgánica disuelta (expresada como COD) y los contenidos de Cu, Ni, Pb y Zn solubilizados de sedimentos superficiales del cauce de dos ambientes contrastantes de la Cuenca Matanza Riachuelo, como ensayo previo para la modelización del flujo de metales del sedimento a la columna de agua. Se prepararon suspensiones de sedimento con agua desionizada en una relación sólido/líquido 1:10. Luego se determinó en los extractos correspondientes metales totales disueltos, y contenido de carbono orgánico disuelto (COD). Los porcentajes de liberación de C estuvieron relacionados con los contenidos de materia orgánica en los sedimentos y la proporción de ácidos fúlvicos presentes en cada sitio. En el caso de los metales la liberación de estos hacia los sedimentos fue mayor en proporción en el sitio más contaminado para Cu, Pb y Ni, relacionado con el aumento del COD, y la mayor proporción de ácidos fúlvicos en la materia orgánica del mismo sedimento. En el Zn la liberación fue mayor en el sitio menos contaminado. La mayor relación entre moles de metal y moles de C disuelto muestran la formación de complejos menos estables para el Zn, lo que junto con los porcentajes de liberación demuestra que para este metal su solubilización no está controlada por la complejación y que el Zn proviene de fracciones geoquímicas de diferente movilidad a la de los otros metales.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: sedimentos, ríos, materia orgánica, metales disueltos



Mecanismo de control de la concentración de flúor en aguas subterráneas de la región de Bahía Blanca, Argentina

Puccia, Virginia¹; Avena, Marcelo¹; Limbozzi, Fabiana²

1. INQUISUR-CONICET, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur. Av. Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina. 0291 4595101 3579 8000

2. CERZOS-CONICET, Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional del Sur San Andrés 850, Bahía Blanca, Argentina 0291 4595101 3579 8000

El flúor (F) es un elemento importante en la dieta humana. Su deficiencia está asociada con la formación de caries dentales y otros problemas relacionados con la salud bucal. Sin embargo, la ingestión crónica en elevadas dosis genera fluorosis dental y fluorosis esquelética. En aguas naturales el flúor aparece como su anión monovalente fluoruro (F⁻). La concentración recomendada según la OMS es de 1,5 mg/L. En aguas subterráneas su valor puede ser muy elevado dependiendo de las condiciones geoquímicas. Un factor muy importante de control de la concentración de F⁻ es la solubilidad de minerales, principalmente la fluorita (CaF₂) y la calcita (CaCO₃). El objetivo de este trabajo es analizar los procesos que potencialmente regulan la concentración de F en aguas subterráneas de la zona de Bahía Blanca. Se consideraron datos del agua de las zonas saturada y no saturada obtenidas en diez pozos de la cuenca del Arroyo Napostá Grande, localizada entre Sierra de la Ventana (recarga) y el Estuario de Bahía Blanca (descarga). Los datos experimentales muestran correlaciones positivas entre flúor, arsénico y carbonatos. Estudios previos permitieron establecer que la concentración de arsénico es regulada por procesos rápidos de adsorción-desorción en los minerales del sedimento loessico, generando la correlación positiva entre arsénico y carbonato. El mismo tipo de estudio, realizado mediante cálculos con modelos de complejación superficial (adsorción), establece que la correlación flúor- carbonato no puede ser explicada de la misma manera. Un análisis por medio de índices de saturación mostró que tanto la calcita como la fluorita se encuentran saturadas, y por ende, que el siguiente proceso se encuentra también en equilibrio de solubilidad, explicando la correlación positiva entre carbonato y flúor. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}^+ + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2(\text{s}) + \text{HCO}_3^-$. Se concluye, por lo tanto, que las concentraciones de F se encuentran reguladas por equilibrios combinados de precipitación de fluorita y calcita.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Fluoruro, minerales, solubilidad, aguas subterráneas



Metals in slope sediments from an offshore oil and gas exploration area, the Potiguar Basin, NE Brazil

Luiz, Lacerda

Universidade Federal do Ceará - Instituto de Ciências do Mar Av. Abolição 3207, Fortaleza CE, Brasil 60165-081

Marine sediments sampled in the slope of the Potiguar Basin, the largest oil and gas offshore exploration area in Northeastern Brazil, from depths between 100 m and 2.000 m, were analyzed for their metal concentrations and spatial distribution. Also, carbon, nitrogen, and their stable isotopes, and phosphorus were also analyzed as proxies of transport, diagenetic and biological processes affecting metal concentrations. Concentrations of all metals are smaller than or fall close to the lower the range of concentrations reported for marine sediments from slope regions. Spatial distribution showed that metal concentrations increase with depth, suggesting an accumulation of fine, terrigenous sediments eroded and transported from the continental shelf to the slope region. However, different metals displayed different patterns of accumulation, mostly due to the formation of autigenic minerals (e.g. Cr, Fe), the influence of biological activity (e.g. Cu), and eventual the offshore oil and gas exploration activities (e.g. Mn, Ba). These processes resulted in either a relative decrease or increase in concentrations in slope sediments. Enrichment factors relative to Al considerations suggested a conservative behavior during transport for Ni, Pb and Zn; a relative decrease of Fe, Cr e As, probably due to formation of autigenic minerals in shelf sediments. Cu, Ba, V, Se e Mn, were relatively enriched with factors varying from 1 to 11 suggesting additional adsorption and/or biological incorporation and further deposition. Mn, Cu and Ba with enrichment factors of 11, 4 and 8, respectively, apart from diagenesis and biological influence, may also be associated with the offshore exploration activities, at least for Mn and Ba.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: metals, sediments, geochemistry, slope, offshore oil exploration



Modelización de la pluma de estiércol en un suelo con alta carga de residuo orgánico

García, Ana¹; Fleite, Santiago Nicolás¹; Fernández Cirelli, Alicia²; Fabrizio de Iorio, Alicia¹

1. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires Avda. San Martín 4453 54 11 45248000 1417

2. Facultad de Veterinaria, Universidad de Buenos Aires Avda. Chorroarín 280 54 11 45248400 1427

La producción de ganado vacuno en confinamiento (feedlot), genera una elevada cantidad de estiércol que se acumula en los corrales de engorde. Estas áreas pueden actuar como fuentes puntuales de contaminación de cuerpos de agua si no se diseñan y manejan adecuadamente. La capa orgánica generada sobre el suelo de los corrales está compuesta por diferentes estratos, entre los que se destaca una subcapa muy fina o interfase estiércol-suelo (INT). La INT da como resultado el auto-sellado del suelo del corral, lo que reduce sustancialmente el flujo de humedad y la lixiviación de los compuestos derivados del estiércol. Sin embargo, los estudios han revelado que la lixiviación de sales y compuestos orgánicos se puede producir por debajo de la superficie del corral de engorde, con potenciales impactos en la calidad del agua subyacente. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo matemático empírico para predecir el avance vertical de la pluma de estiércol en un suelo muy permeable afectado por el confinamiento de ganado vacuno. La investigación se centró en los corrales de engorde de dos feedlots localizados en Pampa Arenosa. Se seleccionaron seis áreas o tratamientos para este estudio: 4 situada en corrales de engorde (áreas muy afectadas por el ganado) con 1, 4, 8 y 15 años de uso, y 2 en las áreas del suelo nativo como control. La aplicación de procedimientos estándar, permitió la caracterización de variables físicas y del ion cloruro quien se usa como trazador para estimar el flujo de estiércol. Los resultados muestran que en el suelo subyacente a la INT la concentración de Cl⁻ disminuyó con la profundidad estudiada, y esta variación dependió del tiempo de uso. Los datos de los diferentes perfiles ajustaron a un modelo de primer orden (r^2 entre 0,99 y 0,93). El modelo empíricamente desarrollado adquirió la forma de la ecuación $(CI-i)(t,z) = (CI-máx) \cdot e^{-(\mu \cdot t + c) \cdot z}$; donde: (μ) se define como la tasa de avance de la pluma de estiércol, la ordenada (c), equivale a la relación concentración-profundidad correspondiente al instante inmediatamente posterior al comienzo del episodio de contaminación, el factor pre-exponencial, corresponde a la concentración inicial o máxima ($CI-máx$), (t) es el período analizado y (z) la profundidad. A partir de este modelo se pudo predecir el avance de la pluma de cloruro a través de los años de uso. Los resultados indicaron que bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo de estos feedlots, la pluma de estiércol, avanzó a una tasa de variación de la concentración de 0,0021 cm⁻¹. años⁻¹, llegando a los 35 años a saturar el suelo de los corrales.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Modelo empírico, Estiércol, Pluma de avance, Suelo, Feedlot



Partición geoquímica de metales en sedimentos por el Método BCR en la marisma de la Bahía de San Antonio, Argentina

Marinho, Carmen; Giarratano, Erica; Gil, Mónica

Centro Para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET) Bvd Brown 2915
02804883184 9120

La importancia de conocer el potencial de removilización de los metales asociados a partículas sedimentarias radica en su efecto sobre la biodisponibilidad y toxicidad. En este trabajo se presentan las concentraciones de metales traza (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe) en sedimentos de marismas de la Bahía de San Antonio, diferenciando parches con vegetación y sin vegetación. Se utilizó el método de extracción secuencial BCR (1) obteniendo cuatro fracciones: intercambiable (F1), reducible (F2), oxidable (F3) y residual (F4). En 2013, se muestrearon estacionalmente por triplicado 5 sitios de la bahía en donde se midió in situ pH y potencial redox: A, B y C en la zona media-alta de la marisma con condiciones oxidadas (139-186 mV) y ligeramente alcalinas (pH 7,9- 8,2); C* y D en la marisma baja (-144-23 mV y 7,1-7,3 respectivamente). Mediante análisis de componentes principales (ACP) para cada fracción, se evaluó la distribución de casos (sitio y parche). El orden de abundancia relativa de cada metal en cada fracción fue: Cd F4 (34-54%) >F3 (ND-32%) >F1 (solo detectado en D) y F2 (solo detectado en A); Pb F2 (73-100%) >F4 (ND-17%) >F3 (6-13%) >F1 (solo detectado en A); Cu F4 (58-74%) >F2 (16-38%) >F3 (ND-11%) >F1 (ND); Zn F4 y F2 (17-66%) > F3 y F1 (3-11%) y Fe F4 (55-82%) >F2 (12-27%) >F3 (1-31%) >F1 (<1%). En general, a través del ACP se observó separación de sitios en función de las condiciones ambientales, del nivel de la marisma y/o de la proximidad de fuentes antrópicas, lo cual dificulta establecer una clara relación entre las concentraciones medidas y su potencial impacto. Solo para los sitios A (F1, F2, F3) y C* (F2), se observó separación de los parches, con los valores más elevados en aquellos con vegetación. El Pb es el metal con mayor riesgo de movilización en todos los sitios, dado que fue encontrado principalmente en la fracción F2.

Geoquímica de suelos (GSu)

Palabras clave: extracción secuencial, método BCR, metales, sedimentos



Perfil de Zn en las distintas fases geoquímicas del sedimento luego de un prolongado período de sedimentación en el Riachuelo. Efecto de la presencia de plantas palustres

Serfilippo, Javier; Arreghini, Silvana; Serafini, Roberto; Auguet, Silvana; Arnedillo, Gonzalo; Fischer, Cinthia; Fabrizio de Iorio, Alicia

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Catedra de Química Analítica Av. San Martín 4453 1417

Los ríos del NE bonaerense están asociados a su llanura de inundación a través de procesos de erosión y sedimentación. Las zonas riparias constituyen humedales que se originan por inundaciones periódicas y que dependen directamente de la dinámica del río. El objetivo de este trabajo fue evaluar el aporte de Zn por el agua del río a los sedimentos y determinar el efecto de la presencia de plantas palustres sobre su contenido y distribución. Se realizó un ensayo a campo en la cuenca baja del Riachuelo. Se dispusieron 4 tubos de PVC en dos sitios diferentes: a reparo de plantas palustres (PL) y sin plantas (SPL), previamente rellenos con suelo no contaminado con metales (124ppmZn); permanecieron 18 meses sometidos a los procesos naturales de inundación y seca. Al retirarlos se cortaron en capas de 5cm (0-5cm, 5-10cm, 10-15cm) y se determinó la concentración de Zn asociada a las distintas fracciones del sedimento mediante un método de extracción secuencial. El tiempo efectivo que los tubos estuvieron inundados se estimó mediante la altura hidrométrica del río. Luego del período de inundación se observó una capa extra de 5cm por encima del sedimento inicial (+5-0cm), que presentó mayor concentración de Zn respecto al sedimento inicial ($p < 0,05$) y difirió entre PL (165ppm) y SPL (204ppm) ($p < 0,01$). La concentración de Zn disminuyó en profundidad, encontrándose concentraciones superiores a las iniciales hasta los 10cm. Se estimó una tasa de enriquecimiento de Zn de $4,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$. Las fracciones intercambiable (3-5%), carbonatos (11-12%) y óxidos de Fe y Mn (24-29%), constituyeron los primeros sitios de sorción de Zn, por requerir menor energía de sorción. La concentración más lábil de Zn, asociada a la fracción intercambiable, resultó menor en PL ($3,9 \pm 2,7 \text{ mg/kg}$) respecto a SPL ($11,1 \pm 3,7 \text{ mg/kg}$), aunque no resultaron significativas ($p = 0,053$); sugiriendo una posible captación por parte de las plantas. La presencia de plantas palustres favorecería la sedimentación, la conservación de la calidad del agua y la protección de las tierras del plano aluvial.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: Zinc, Sedimento, Enriquecimiento, Humedales



Principal Component Analysis (PCA) to the study of levels and congeners distribution of PCBs in soils and sediments from the southwest of Buenos Aires province

Norma Tombesi^{1*}, Karla Pozo^{2,3,4}, Mónica Alvarez¹, América Metzdorff⁴, Petra Pribylova², Petr Kukucka², Ondrej Audy², Jana Klanova²

1. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Química. Av. Alem 1253. 8000 Bahía Blanca. Argentina. norma.tombesi@uns.edu.ar

2. Masaryk University, Faculty of Science, Research Center for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Kamenice 753/5, 625 00, Brno, Czech Republic

3. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ciencias, Alonso de Ribera 2850, 407 01 29 Concepción, Chile

4. Department of Physical, Earth and Environmental Sciences, University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy

PCA was used in order to deepen the results obtained for 7 PCBs congeners analyzed in four surface sediments collected from the northern shore of the Bahía Blanca estuary (S1 to S4) and in nine soils from different locations of the Bahía Blanca city (B1 and B2) and the nearby region (R1 to R7), about 100 km around the city, on the Southwest of Buenos Aires Province. The PCB congeners studied (PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, and -180) are considered as indicators due to their relatively high concentrations in technical mixtures and their wide chlorination range (3-7 chlorine atoms per molecule). Results showed that the two first principal components explained the 91.07% of the total variability present in the data set. PC1, which explains 69.16% of the variability, characterizes the separation between soil samples of Bahía Blanca city from both urban and industrial zone (B1 and B2) + sediments from the Bahía Blanca estuary, next to port and industrial activities (S2 to S4) and soils from different sites located in the southwest of the Buenos Aires Province (R1 to R7), while the sediment more away from the industrial/urban area (S1) remain in the axis. On the other hand, the PC2 axis, which explains 21.91% of the total variability, draw a distinction between soils from urban and industrial zone of Bahía Blanca city + sediment next to an industrial discharge point (S3) (scored positively) and the rest of sediment samples of the estuary (scored negatively), while the rest of the samples do not exhibited a marked differentiation on PC2. The biplot graphic representation of the PC analysis also reveals the relationship between congener composition of PCBs (represented by number of Cl) and sample locations. All the PCBs congeners were clustered positively on PC1, and the variability is observed on PC2: the content of 7-Cl and 3-Cl PCBs congeners were clustered negatively and linked to soil samples S2 and S4 and, and 6-Cl and 5-Cl PCBs congeners clustered positively and linked to B1, B2 and S3 samples, while 4-Cl congener do not present a significant contribution to differentiate the studied samples. PCA was used as a first tool in order to evaluate possible associations between the origin of PCBs and samples sites. Taking into account the wide variety of sources of PCBs congeners, i.e. direct inputs, land runoff or atmospheric deposition, and different degradation pathways, probably studies with bigger data sets will be necessary to reach clearer conclusions.

Palabras Clave: PCBs, sediments, soils, PCA



Procedencia y fisicoquímica del agua asociada a estromatolitos vivos en el río Maquinchao, provincia de Río Negro. Argentina

M.P. Alvarez¹, I. Eymard², A. Bilmes³, M. Gonzalez Dobra⁴, F. Suarez⁴, D. Ariztegui²

¹ Instituto Patagónico Para el estudio de los Eistemas Continentales (IPEEC) -CONICET, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

² Universidad de Ginebra, Departamento de Ciencias de la Tierra, Ginebra, Suiza

³ Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP) CONICET. Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

⁴ Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

La cuenca del Río Maquinchao en el árido noroeste patagónico contiene estromatolitos fósiles y vivos. La presencia de organismos vivientes permite estudiar las condiciones ambientales en las cuales estas microbialitas se desarrollan dando herramientas así para hacer extrapolaciones paleoclimáticas sobre las formaciones que contienen a los fósiles. El objetivo de este trabajo es determinar las condiciones fisicoquímicas y la procedencia del agua en la que se encuentran los estromatolitos vivos. Durante el primer relevamiento de campo de pozos preexistentes se instaló una red de monitoreo de agua superficial y subterránea en dos transectas perpendiculares al río. Se midieron niveles freáticos y propiedades fisicoquímicas *in situ* y se extrajeron muestras para la determinación de elementos mayoritarios. La cuenca se compone de la Laguna Carrilufquen Chica, la Laguna Carrilufquen Grande (CLG) y, uniendo ambas, el Río Maquinchao (RM). Éste es de tipo intermitente, y solo quedan durante todo el año unos “bolsones de agua” donde se encuentran los estromatolitos vivos. La red de flujo para el período analizado muestra que la relación agua superficial-subterránea en el río es variable de una margen a otra. Por una margen el río se comporta como efluente y por la otra como influente. El agua del RM tiene valores de conductividad eléctrica (CE) cercanos a los 900 uS/cm y la subterránea del orden de los 1500 uS/cm. Tanto el agua superficial como subterránea es de tipo sulfatado sódico con variaciones hacia términos más clorurados en cercanías de la (CLG) donde la conductividad aumenta. El RM y el agua subterránea de los pozos cercanos muestran el mismo tipo iónico, con leves variaciones que van de SO₄-HCO₃-Na a términos SO₄-Cl-Na. Las evidencias hidrodinámicas y los datos hidroquímicos permiten concluir, a modo preliminar, que el agua donde se encuentran los estromatolitos vivos, si bien puede tener una componente de agua de lluvia, es principalmente de origen subterráneo.

Hidrogeoquímica

palabras clave: microbialitas, hidroquímica, Patagonia



Procesos de biodegradación de TBT en sedimento superficial de una planicie de marea, Puerto Rosales (Argentina).

Quintas, Pamela¹; Fernández, Eleonora Marisel¹; Arias, Andrés Hugo¹; Spetter, Carla Vanesa¹; Domini, Claudia E.¹; Alvarez, Mónica Beatriz²; Garrido, Mariano; Marcovecchio, Jorge¹

1. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000

2. Instituto de Química del Sur (INQUISUR, UNS-CONICET) Avenida Alem 1253 54 291 459 5000 8000

El tributilestaño (TBT) ha sido ampliamente utilizado en pinturas anti-incrustantes debido a su acción como biocida. Por un lado, su aplicación ha dado lugar a enormes ahorros para el sector del transporte marítimo; sin embargo, por otro, ha generado un grave problema para los ecosistemas marinos debido a su persistencia y acción ecotóxica en el medio. A causa de distintos procesos de adsorción/desorción, la concentración de TBT puede disminuir en la columna de agua y aumentar en el sedimento y la biota (Hoch 2001). Una vez en el ambiente, puede descomponerse a di y monobutilestaño (DBT y MBT, respectivamente) por medio de diversos procesos entre los que se destaca la biodegradación producida por ciertos microorganismos (bacterias, microalgas y hongos). En este trabajo se propone la determinación de TBT, DBT y MBT mediante cromatografía gaseosa capilar acoplada a un detector de masas, en muestras de sedimento superficial de una planicie de marea, tomadas estacionalmente durante el año 2013 en Puerto Rosales (zona media del estuario de Bahía Blanca). Además, se evalúa la relación existente entre la distribución de TBT y los diferentes parámetros fisicoquímicos (pH, potencial redox (Eh) y temperatura) que caracterizan a los sedimentos estudiados conjuntamente con las variables que describen y estiman la biomasa: clorofila a (Cla) y materia orgánica porcentual (%MO). A partir de los resultados obtenidos se observó que, en general, los sedimentos con mayor %MO ($11,8 \pm 1,5$) adsorbieron TBT en mayores proporciones. Por otro lado, cuando la concentración de Cla fue máxima, la concentración de dicho analito fue menor, registrándose la máxima concentración de DBT ($156,09 \pm 12,20$ ng Sn g⁻¹ p.s.). Estos resultados son consistentes con lo observado por otros autores en la columna de agua del estuario de Bahía Blanca y sugieren la existencia de procesos de degradación biológica del TBT, principalmente en invierno. Finalmente, se observó que a mayores valores de Eh en sedimentos se registraron mayores concentraciones de MBT (máx.: $292,62 \pm 8,44$ ng Sn g⁻¹ p.s.; otoño); esto podría sugerir que los procesos de oxidación directa de TBT hacia el compuesto monosustituido se ven favorecidos bajo estas condiciones.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Compuestos orgánicos de estaño, Sedimento Clorofila a, Puerto Rosales, Clorofila a



IV RAGSU



Procesos geoquímicos que controlan la distribución y concentración de metales en una marisma afectada por residuos mineros. San Antonio Oeste, Argentina

Idaszkin, Yanina Lorena¹; Carol, Eleonora²; Alvarez, M del Pilar¹; Bouza, Pablo José¹

1. IPEEC Bvd. Brown 2915 9120

2. Centro de Investigaciones Geológicas Diagonal 113 Nro. 275 +5402216441230 1900

Residuos mineros concentrados en escombreras que contienen pirita y otros sulfuros constituyen fuentes de contaminación que liberan por oxidación grandes cantidades de metales. Escorias originadas hace cuatro décadas por la extracción metalúrgica de Pb, Zn, Ag y V, de una mena compuesta principalmente por galena, esfalerita, pirita y calcopirita, se encuentran en depósitos próximos a la marisma de San Antonio Oeste. El objetivo del trabajo fue determinar los procesos geoquímicos que controlan la distribución y concentración de Cu, Zn, Pb y Fe en suelos de dicha marisma. Se extrajeron muestras de suelos de la marisma, en las que se determinó el contenido de Cu, Zn, Pb y Fe, así como también pH, conductividad eléctrica y porcentajes de materia orgánica y fracción granulométrica. En muestras de la marisma y de la zona de escoria también se efectuaron determinaciones mineralógicas por difracción de rayos X. Los resultados muestran que las lluvias ocasionan el lixiviado del Cu, Zn y Pb, los cuales se movilizan con el drenaje hacia la marisma. Dichos metales son adsorbidos por la fracción fina de los suelos observándose las mayores concentraciones en las muestras con mayor porcentaje de arcilla y materia orgánica. Asimismo, la concentración de esos metales en el suelo es mayor en el área de marisma próxima a los depósitos, donde también es mayor la salinidad producto de un menor periodo de inundación mareal y mayor evaporación. Por otra parte, en la zona de la marisma más alejada de los depósitos el flujo mareal con alta fuerza iónica favorecería la desorción de los metales, los que serían posteriormente removilizados con las mareas. Por su parte en las adyacencias a los depósitos de escoria el Fe es retenido en minerales de tipo jarosita y hematita los que derivarían principalmente de la oxidación de las fases sulfuradas.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: Suelo, Metales pesados, Dispersion geoquímica, Patagonia



Procesos tipo fenton en aguas acidas naturales (Lago Caviahue)

Nichela, Daniela Alejandra; Temporetti, Pedro; Pedrozo, Fernando L.

INIBIOMA (UNCo-CONICET) Quintral 1250 San Carlos de Bariloche 8400

Las técnicas de oxidación avanzadas constituyen una alternativa para el tratamiento de contaminantes en aguas. La descomposición de H_2O_2 catalizada por Fe(II) (procesos Fenton) o Fe(III) (procesos tipo Fenton) genera radicales $HO\bullet$ que reaccionan con compuestos orgánicos. La velocidad máxima de las reacciones se dan a pH cercano a 3,0 (2). Los cuerpos de agua naturales son mayormente neutros o alcalinos. En el Lago Caviahue (LC) los valores de pH (3) están dentro del rango óptimo para los procesos Fenton. Este hecho, así como la alta concentración de hierro, sugieren que el LC, en presencia de H_2O_2 , tiene la capacidad natural de degradar contaminantes mediante procesos Fenton y/o tipo Fenton. Este trabajo pretende evaluar y caracterizar la degradación de un compuesto orgánico aromático (fenol) utilizando agua del LC y H_2O_2 . Se realizaron experimentos utilizando agua del LC como solución de reacción y fuente de hierro, en presencia de H_2O_2 y fenol. Se siguió la evolución del proceso espectrofotométricamente y se obtuvieron los perfiles de concentración empleando HPLC. Los resultados sugieren que las condiciones del Lago son apropiadas para sostener procesos tipo Fenton y que el Lago se comporta como un reactor tipo Fenton en los que predomina el Fe(III) como catalizador. -

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Aguas ácidas naturales, Hierro, Degradación de contaminantes



Prospección geoquímica superficial y su relación con variaciones en la comunidad vegetal local, Cuenca Neuquina, Provincia de Mendoza, Argentina

Fernando, Larriestra¹, Periale, Santiago²; Fasola, Martín²; Claudio, Larriestra¹

1. YPF Tecnología S. A. Avenida Del Petróleo s/n (entre 129 y 143) - Berisso 1925
2. YPF S. A. Macacha Güemes 515 - Puerto Madero - CABA 011- 5441-0000 C1106BKK

El presente trabajo expone los resultados de una prospección geoquímica superficial realizada en el flanco norte de la cuenca Neuquina, sur de la provincia de Mendoza. Se obtuvieron valores de gas butano libre mediante cultivo de bacterias butanotróficas medidos en UFC/g de suelo (método MOST) y en ppm mediante la técnica de Soil Sorbed Gas (gases absorbidos en suelo) para caracterizar gases de C1 a C4. Esta última consiste en la disolución ácida de la matriz mineral para la liberación de hidrocarburos livianos. Conjuntamente se analizaron elementos traza presentes en el suelo mediante fluorescencia de rayos X en busca de elementos asociados a plumas reductoras en altas concentraciones, a fin de validar el modelo geoquímico de microburbujas ascendentes en solución coloidal a través de fracturas y poros hacia la superficie. Finalmente se realizó un estudio de diversidad sobre la comunidad vegetal para analizar la relación entre bacterias butanotróficas y plantas. Se constató presencia de elementos traza característicos y anomalías bacterianas, las cuales no coincidieron exactamente con los gases absorbidos, debido a que éste último procesamiento es altamente dependiente del contenido de cemento carbonático, arcillas y materia orgánica el suelo, donde los gases quedan ocluidos y/o adsorbidos. Las bacterias en cambio, sólo requieren de una película de agua sobre los clastos para desarrollarse. Conjuntamente se evidenciaron valores bajos de diversidad vegetal y riqueza específica en zonas con anomalías de bacterias butanotróficas, mientras que en zonas no afectadas por el gas butano libre, ambos índices aumentaron. Se plantea entonces la posibilidad de una competencia de recursos entre plantas vasculares y bacterias organotróficas por los nutrientes inorgánicos del suelo, que junto a otras alteraciones geoquímicas locales debidas a microfugas, dan como resultado una disminución en la diversidad vegetal. Este fenómeno puede aprovecharse como un método complementario de prospección hidrocarburífera superficial.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: Bacterias butanotróficas, Microfugas, Cuenca Neuquina, Gases absorbidos, Hidrocarburos



Prospección Microbiológica por Radioisótopos en la cuenca Neuquina

Scotti, Adalgisa; Rojas, Guillermo; Servant, Marcela

Comisión Nacional de Energía Atómica Padre Contreras 1300 Ciudad Mendoza 5500

El transporte y depósito de Uranio está relacionado con el potencial redox (Eh) y el pH existente en la celda geológica. Es sabido que la mineralización uranífera en presencia de hidrocarburos está vinculada con el potencial de reducción proveniente de la biodegradación del petróleo pesado. A nivel de superficie la composición bacteriana es modificada por la presencia de diversa concentración de gases provenientes de la biodegradación. El objetivo de este trabajo es incorporar un método microbiológico de prospección en superficie para aquellos depósitos de U, Th y K que se encuentren en profundidad y encontrar elementos inhibitorios del desarrollo microbiano que interfieran en la prospección. Nuestra hipótesis establece que la relación microbiana *Bacillus* sp / Mesófilas aeróbicas totales está vinculada con la biodegradación de petróleo pesado y la génesis del mismo está vinculada con la presencia de Eh y pH adecuados para la precipitación uranífera, haciendo de esta relación bacteriana un método complementario de prospección microbiológica de radioisótopos. Para nuestro diseño experimental se recolectaron 20 muestras de suelo en diversos puntos de la cuenca petrolífera Neuquina para el análisis: microbiológico, espectrométrico, radimétrico total y químico para U, Th y K radioactivo. Se realizó un análisis estadístico mediante componentes principales utilizando el programa Statistica 7 y se estudiaron las zoneografías correspondientes. El análisis estadístico mostró la correlación altamente significativa entre la relación *Bacillus* sp/ Bacterias mesófilas aeróbicas totales (R: B/MT) y las concentraciones de K (en %), U y Th radioactivos (en ppm). Se compararon las zoneografías de R: B/MT con otros elementos testeados en la zona de estudio a saber As, Cr, S, Cu, Ni, Zn, Pb, Fe, V, Mo para determinar posibles interferencias o sinergias en el crecimiento microbiano y su posible traducción en un análisis por regresión múltiple.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: Prospección, Microbiología, Radioisótopos, Cuenca Neuquina



IV RAGSU

Prueba piloto de un sistema biorremediador de aguas y suelos contaminados con metales pesados: módulo depurador vegetal

Scotti, Adalgisa¹; Reviglio, Hugo²; Cerioni, Juan²; Silvani, Vanesa³; Godeas, Alicia³; Visciglia, Mauricio⁴; Cuello, Mario⁴; Labbe, Julieta²; Tabanera, Giuliana²; Cisterna, Rocío²

1. Comisión Nacional de Energía Atómica Padre Contreras 1300 Ciudad Mendoza 5500
2. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael Urquiza y Adolfo Calle, San Rafael, Mendoza 02604421078 5600
3. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA Ciudad Universitaria Capital Federal 011 58945250 1428
4. GT Ingeniería Ambiental SA San Martín Sur 222 Godoy Cruz Mendoza 54 261 3709210 5500

El sistema biorremediador (SB) que planteamos en este trabajo es utilizado para la fitoextracción y/o fitoestabilización de metales pesados y radioisótopos como U, V, Mn, Cu, Cd, Cr, Mo, Ni, Sr, Zn, encontrados como contaminantes tanto en suelo como en agua, provenientes de fenómenos naturales y/o actividades antrópicas. El SB está compuesto por una especie vegetal, una micorriza arbuscular, un catalizador enzimático y un soporte de cenizas volcánicas y tierra. Este sistema se puso a punto mediante ensayos de laboratorio desde el año 2009 al 2013, con solicitud de patente de invención P-2013-01-00620. Actualmente se está desarrollando el escalamiento industrial del sistema mediante un Módulo Depurador Vegetal (MDV) con la participación de la empresa ambiental GT INGENIERIA SA. El MDV consiste en piletas conectadas a través de un mecanismo hidráulico a cámaras recolectoras con una pendiente de 5 % a las que se les incorpora el SB. En el diseño experimental se colocó Zn, Cr, Mn, Sr en suelo y Cu tanto en suelo como en agua se regó con agua con Cu con un caudal de 1,85 L/hs. Luego de 3 meses de prueba se extrajo la biomasa y se realizaron mediciones químico-biológicas. Se obtuvieron los coeficientes de bioacumulación aérea y radicular al inicio y final de la experiencia, los valores oscilaron entre 0,1 a 1,80, los porcentajes de translocación fueron mayores de 1 para el Sr, Cu y Mn. El porcentaje de colonización micorrízica fue del $62,98 \pm 2,19$, longitud del micelio 137 ± 80 cm micelio externo /g suelo seco, número de esporas 164 ± 52 esporas /10 g suelo seco y los porcentajes de extracción en suelo de los elementos fueron para el Zn 31%, Mn 50%, Cu 34%, Cr 45%, Sr 57%. El SB se comportó como bioacumulador extractivo para los elementos en estudio.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: Biorremediación, Módulo Depurador Vegetal, Escalamiento Ingenieril, Metales Pesados



Records of DDT, HCH and other organochlorinated pesticides in the southwest of Buenos Aires Province, Argentina

Tombesi, Normal¹; Pozo, Karla²; Alvarez, Mónica¹; Arias, Andrés¹; Pribylova, Petra²; Audy, Ondrej²; Klanova, Jana²

1. Depto. de Química. Universidad Nacional del Sur Avda. Alem 1253. Bahía Blanca 8000

2. Masaryk University, Faculty of Science, Research Center for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX) Kamenice 753/5, Brno, Czech Republic +420 549 49 3123 625 00

Thirteen superficial sediment/soil samples used in this study were collected from different sites along the Bahía Blanca Estuary and surrounding sites, located in the Buenos Aires Province southwest, Argentina, to assess the concentration levels and spatial distribution of 12 selected organochlorine pesticides (OCs). Despite the official ban and restriction on the usage of these pesticides, their presence was detected in all samples. Average concentration levels for \sum OCs in soil/sediments ranged between 0.20 and 1040.44 ng g⁻¹ dw (mean = 82.37 ng g⁻¹ dw) and from 0.08 to 1039.95 ng g⁻¹ dw (mean = 81.31 ng g⁻¹ dw), and 0.08 to 0.88 ng g⁻¹ (mean = 0.43 ng g⁻¹ dw) for DDTs and HCHs, respectively. DDT (OP and PP) was detected in significant concentrations in Bahía Blanca and Dorrego sampling locations; despite this, a major reductive dechlorination process of DDTs to DDEs under aerobic conditions was suggested to be in course. On the other side, HCHs were found in higher proportions at Cuatros, Maldonado, Galvan, and PBB locations. In comparison to other worldwide locations and to the world coastal sediment concentrations range, in general, soil/sediment DDTs and HCHs levels were in the low/medium range with exceptionally high DDT levels hotspot. An ecotoxicological risk assessment pointed industrial and agriculture catchment zones with intermediate probability of adverse effects to biota, while urban distant locations (La Chiquita, Alamitos, Napostá) were classified with none indication of an immediate threat.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: soil, sediments, pesticides, ecotoxicological risk



Relación entre $\delta^{18}O$ del agua y el NO_3 , como herramienta metodológica para analizar su concentración en un arroyo del sudeste bonaerense

Calvi, Carolina¹; Martínez, Daniel E.¹; Dapeña, Cristina²

1. CONICET e Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (CGCyC)-UNMDP Funes 3350. Mar del Plata, República Argentina (0223) 4754060 7600

2. Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET-UBA) Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, Ciudad Autónoma de Buenos Aires 1428

La contaminación por nitratos en el agua superficial es un problema global que pone en riesgo a la salud humana y al ambiente. El área de estudio comprende a la cuenca del Arroyo La Ballenera al SE de la provincia de Buenos Aires. En este trabajo se establece una relación entre las variaciones del $\delta^{18}O$ y NO_3 en el agua del arroyo. Durante 2013-2014 se tomaron 127 muestras en el puente sobre Ruta 77 (estación SLBA) y 51 en el puente sobre Ruta 11 (estación SLBB). Se midieron concentraciones de nitratos en un rango de 2 y 79,6 mg/L. En los intervalos de invierno- primavera (A y C) se determinaron ciclos de $\delta^{18}O$, que comienzan con valores de -5,5 ‰ en SLBA hasta -3 ‰ en SLBB, con concentraciones de nitratos variables. En el verano-otoño 2014 (B) los valores de $\delta^{18}O$ en SLBA se encuentran próximos a -5,5 ‰ y los NO_3 superan los 45 mg/L; mientras que en SLBB los valores de $\delta^{18}O$ son más variables que en SLBA y el nitrato promedia los 6 mg/L. El valor $\delta^{18}O = -5,5 ‰$ del arroyo y del acuífero confirman una mayor influencia del acuífero en ese periodo en relación a A y C.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: oxígeno-18, nitrato, agua superficial, La Ballenera



Remoción de fluoruros en solución por dolomías de la zona de Olavarría, provincia de Buenos Aires

Glok Galli, Melisa¹; Colasurdo, Viviana¹; Trezza, Mónica Adriana¹; Martínez, Daniel Emilio²

1. Facultad de Ingeniería (UNCPBA)-Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN. UNCPBA-CICPBA-CONICET) Av. del Valle 5737 02284451055 7400

2. Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMDP)-IIMyC (UNMDP-CONICET) Funes 3350 02234754060 7600

La contaminación por fluoruros (F⁻) de las aguas naturales es un problema detectado en muchas áreas del mundo, constituyéndose en una amenaza para la salud humana. Las concentraciones de este ión que superan los niveles máximos admisibles para el agua potable (1,5 mg/L; WHO 2004) son muy frecuentes en la llanura Pampeana argentina. Son varias las tecnologías de tratamiento aplicadas para la remoción de F⁻ de las aguas, siendo uno de los materiales utilizados con este fin la dolomita, un mineral natural presente en muchos países del mundo. El objetivo de este trabajo es estudiar la capacidad de defluorización de dolomías del partido de Olavarría, centro de la provincia de Buenos Aires, y desarrollar un método de aplicabilidad práctica usando materiales de bajo costo y disponibles naturalmente. Se llevaron a cabo 8 experimentos de tipo Batch de 2 horas de duración, poniendo en contacto en cada uno de ellos dolomía molida (100 % pasa tamiz 200): natural (DN) y calcinada durante 2 horas a 650 °C (D650), 800 °C (D800) y 850 °C (D850), con una solución de NaF conteniendo 3 mg/L de F⁻, siendo las proporciones de dolomía:solución de 1:10 (4 ensayos) y 1:50 (4 ensayos). En todos los casos se manifestó un aumento de pH y conductividad eléctrica en la solución resultante, directamente proporcional a la temperatura de calcinación. Esto se debe a la decarbonatación total de la dolomía calcinada a temperaturas mayores a 800 °C. Asimismo, se observó que cuando se pone en contacto la misma cantidad de dolomía con cantidades crecientes de F⁻ (1:10), la capacidad de retención es mayor que cuando se usa la proporción 1:50, haciéndose esta diferencia más notoria (alrededor de 3 veces superior) al utilizar la DN (14,0 % y 3,2 % de F⁻ removido para 1:10 y 1:50, respectivamente) y la D650 (46,6 % y 13,7 % de F⁻ removido para 1:10 y 1:50, respectivamente). La remoción es total o aproximadamente del 100 % cuando se emplean la D800 y la D850 en las proporciones 1:10 y 1:50, respectivamente, lo que podría atribuirse en parte a la mayor cantidad de partículas finas presentes en los materiales cuya temperatura de calcinación fue más alta (Islam y Patel 007). Se demuestra así una mayor eficacia de la técnica empleada a temperaturas de calcinación superiores a 800 °C.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Remoción, Fluoruro, Dolomía, Olavarría



Suelos del Sitio Piloto Ecotono Fueguino

Moretto, Alicia¹; Faythe, Duram²; Escobar, Julio¹

1. UNTDF-CADIC ONAS 450 9410
2. University North Arizona San Francisco St, Flagstaff, +1 928-523-9011 AZ 86011

El Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación, posee una red de 17 sitios de monitoreo ubicados a lo largo y ancho del país. El sitio piloto Ecotono Fueguino, es uno de ellos. Se encuentra entre las cuencas de los ríos Fuego y Ewan Sur en Tierra del Fuego. Este trabajo describe algunas características de los suelos vinculados a tres unidades de vegetación del sitio: la pradera, la estepa gramínea y la estepa subarborescente. Se seleccionaron tres sitios con cada una de estas unidades. Dentro de ellas se seleccionaron 5 puntos al azar y en cada uno de ellos se tomaron muestras compuestas de 5 puntos para los 10 primeros cm del suelo. Se determinaron el pH, la conductividad, la materia orgánica, la humedad a capacidad de campo, la textura, el N total del suelo. Los suelos de praderas presentaron significativamente ($p < 0.05$) para el pH en los suelos de las tres unidades de vegetación, como así también entre los suelos de estepas gramíneas y subarborescentes. Estos resultados constituyen los primeros datos de suelos de pastizales del ecotono fueguino y constituyen los primeros datos para la obtención de los indicadores de suelo del sitio piloto, en Tierra del Fuego.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: nutrientes, Tierra del Fuego, unidades de vegetación



Tasas de mineralización en bosques de *Nothofagus pumilio* intervenidos de Tierra del Fuego

Mansilla, Paula¹; Moretto, Alicia²; Pancotto, Verónica¹; Escobar, Julio¹

1. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET); Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e isls del Atlántico Sur (UNTDF) Houssay 200-Ushuaia 9410
2. Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur; Centro Austral de Investigaciones Científicas Av. Los Ñires 2382 901-446197 9410

La disponibilidad y el reciclado del N pueden alterarse por el manejo forestal, resultando frecuentemente en un incremento en la disponibilidad y mineralización neta del N y en la nitrificación después de la intervención, aunque las tendencias pueden variar de acuerdo al tipo de bosque. Los bosques andino-patagónicos, al igual que la mayoría de los bosques templados, parecen estar limitados por la disponibilidad de N. En Tierra del Fuego, los bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga), son aprovechados utilizando la práctica silvicultural corta de protección. Este trabajo tiene como objetivo cuantificar las tasas de mineralización de N en bosques intervenidos con manejo forestal (CP) y áreas de acopio (Canchones-Ca) a distintos años desde la intervención (1, 5-10 y más de 50 años de antigüedad) y compararlos con bosques primarios (control-BP). Se utilizaron 3 sitios para cada antigüedad y su control cercano, sin aprovechamiento. En el verano, otoño y primavera se determinó la mineralización neta de N in situ mediante la técnica de incubación con bolsas. Para cada fecha de muestreo se realizó un ANOVA de dos vías (tipo de intervención: CP, Ca y BP; y edad desde la intervención: 1, 5-10 y >50 años). Se observó que la inmovilización fue el proceso dominante durante el verano y otoño, mientras que la mineralización lo fue a partir de la primavera. Hubo interacción significativa entre los tratamientos durante los muestreos de verano ($F=4.26$, $P<0.01$) y otoño ($F=3.58$, $P<0.05$). En estas estaciones, los sitios intervenidos 1 año (CP y Ca) presentaron tasas de mineralización bajas ($0.02-0.66 \mu\text{g/g} \cdot \text{día}$), a diferencia de los BP y los sitios intervenidos 5-10 y > 50 años, donde predominó la inmovilización ($-0.87-0.61 \mu\text{g/g} \cdot \text{día}$). Las mayores tasas de inmovilización se encontraron en los sitios de 5-10 años (CP: $F_{\text{verano}}=33.60$ y $F_{\text{otoño}}=7.09$; $P<0.01$ para ambos; Ca: $F_{\text{verano}}=10.96$ y $F_{\text{otoño}}=8.90$, $P<0.01$ para ambos; y BP: $F_{\text{verano}}=5.13$, $P<0.01$). Durante la primavera, el proceso dominante fue la mineralización, sin diferencias entre los tratamientos ($F_{\text{tipo de intervención}}=0.72$; $F_{\text{edad desde la intervención}}=0.25$, $F_{\text{tipo de intervención} \times \text{edad desde la intervención}}=0.51$; $P>0.05$ en todos los casos). Los resultados obtenidos evidencian que la tasa de mineralización se ve afectada durante el verano y el otoño, siendo su efecto más notorio en los sitios intervenidos hace 5-10 años.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: mineralización, nitrógeno, lenga, intervención forestal



Transferencia de metales pesados a un suelo de bosque caducifolio a través de la caída de material senescente

Gómez-Armesto, Antía¹; Campillo-Cora, Claudia²; Pérez-Rodríguez, Paula²; Escobar, Julio³; Arias-Estévez, Manuel²; Nóvoa-Muñoz, Juan Carlos²

1. Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo As Lagoas, s/n, Ourense (España) 32004
2. Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo As Lagoas, s/n, Ourense +34988387070 32004
3. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC- CONICET) B. Houssay 200, Ushuaia, Argentina 02901422310 9410

En el presente trabajo se ha estudiado la contribución del material foliar senescente en la transferencia de metales pesados desde la atmósfera al suelo en una parcela de bosque caducifolio dominada por *Quercus robur* durante el año 2015. Para la recogida mensual de material senescente se instalaron 11 captadores de forma cónica en una parcela de 0.1 Ha situada al NO de Ourense (España). De la totalidad del material recogido, se seleccionaron un total de 66 muestras de hojas para el análisis de Cu, Zn, Ni y Cr. Los resultados obtenidos para los flujos mensuales de biomasa senescente son máximos en los meses correspondientes a las estaciones de caída habitual de litterfall en especies caducifolias del hemisferio norte (otoño e invierno). Ambos flujos difieren significativamente de los obtenidos para primavera y verano. El flujo anual de caída de material senescente fue de 393.25 g•m⁻², del mismo orden que valores obtenidos en otros trabajos. La distribución mensual de los flujos de metales pesados está claramente influenciada por el patrón de caída de material senescente a lo largo del año, de manera que son máximos en otoño e invierno. Finalmente, los flujos anuales de Cu y Zn (39.1 y 15.4 mg m⁻², respectivamente) son muy superiores a los de Ni y Cr (8.0 y 1.6 mg m⁻²), hecho indicativo del papel esencial que desempeñan Cu y Zn en los organismos vegetales.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: litterfall, metales pesados, flujos, *Quercus robur*, suelo



Trophic ecology of marine catfishes (Ariidae) off the northern coast of Rio de Janeiro, Brasil.

Gatts, Pedro¹; Franco, Marcos¹; Rezende, Carlos Eduardo¹; Costa, Paulo²; Zalmon, Ilana¹; Di Benedetto, Ana Paula¹

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Laboratório de Ciências Ambientais - CBB Av. Alberto Lamego 2000 Parque California, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro Brasil 28013600

2. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro Av. Pasteur, 458, Urca +5521 22756059 22290-255

In order to investigate the trophic structure and dynamics of the ichthyofauna off the northern coast of Rio de Janeiro state, Brazil, stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) and the total mercury (THg) concentration of three populations of marine catfishes were measured. Fish sampling ($n = 8$) was performed with gillnet at 9 meters deep every three months on 2009, 2010 and 2011. The samples were conducted to the Environmental Science Laboratory at UENF for species identification, isotopic and THg analysis. The isotopic signatures, as well as the concentration of THg were similar for *Aspistor luniscutis* ($n = 25$), *Bagre bagre* ($n = 21$) and *Genidens genidens* ($n = 19$) ($p > 0.05$). While the $\delta^{13}\text{C}$ ranged from -16.1 to -16.3 ‰ and $\delta^{15}\text{N}$ 13.8 to 14.7 ‰, THg ranged from 343.6 to 782.0 ng.g⁻¹. The proportion of preys calculated with siar model revealed that the three species feed predominantly on squids, crabs, shrimps and soft crabs, but *A. luniscutis* and *B. bagre* feed mainly on squids (34.5% and 35.3%, respectively) and crabs (30.7% and 26.1%, respectively), reflecting smaller isotopic niche areas (0.55 and 0.47 ‰², respectively) and higher food niche overlap compared to *G. Genidens* (1.88 ‰²), that feeds on squids, crabs, shrimps and soft crabs in similar proportions (15.0, 13.1, 23.0 and 19.3 %, respectively). Although the study area is located in an estuarine system close to the mouth of Paraíba do Sul and Itabapoana rivers, the base of the food chain (phytoplankton $\delta^{13}\text{C} = -19.02$ ‰) is sustained by marine resources. In conclusion, the similar feeding habit and higher isotopic niche overlap between *A. luniscutis* and *B. bagre* indicate they are generalist and share the same food resources. As expected *G. genidens* is the most generalist catfish.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: Marine catfish, Estuary, Stable isotopes, Isotopic niche



Valoración de parámetros geoambientales del río San Luis, San Luis - Argentina

Tello, Jesica; Perino, Ernesto; González, Patricia

INQUISAL- Área de Química Física- FQBYF- UNSL Chacabuco 917 5700

Resumen Los suelos, particularmente los urbanos, cumplen importantes funciones ambientales como el secuestro de contaminantes y pueden influir negativamente en la salud humana. En la pedogénesis de suelos urbanos a los factores naturales de formación se suman otros producidos por el hombre que afectan los ciclos biogeoquímicos, flujos de agua y factores ambientales. Los sedimentos han sido ampliamente utilizados como indicadores ambientales, ya que fácilmente se pueden utilizar para rastrear las fuentes de contaminación y para monitorear los contaminantes. Las sustancias tóxicas vertidas al agua, por ejemplo, tienden a depositarse en el sedimento y, si este se remueve, pueden volver a quedar suspendidas, permaneciendo nuevamente a disposición y afectando a los organismos de ese ambiente. El objetivo de este trabajo fue analizar los niveles de elementos mayoritarios y elementos traza en suelo y sedimento de corriente en el río San Luis, desde su nacimiento a unos pocos kilómetros del dique Cruz de Piedra, y durante su recorrido por las ciudades de Juana Koslay y San Luis. Las muestras de sedimento analizadas se corresponden con el fondo del lecho del río, mientras que, las muestras de suelo de ribera se ubican en zona no inundable, a una distancia de 20 a 50 mts, dependiendo del punto de muestreo. Estos parámetros fueron analizados mediante fluorescencia de rayos X (FRX) y espectroscopia de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). De los resultados obtenidos para el primer período de muestreo, (junio de 2015 - junio de 2016), se observó que en sedimentos algunos metales traza como Cu, Co, Cr, están presentes en concentraciones mayores que en suelo en el período estudiado, lo que indicaría que podrían haberse incorporado desde las aguas del río. Los aportes de estos metales pesados podrían deberse principalmente de fuentes antropogénicas, como desechos domésticos e industriales. Si bien la mayoría de las industrias cuentan con plantas de tratamiento, existen antecedentes de basurales y vertidos directos al río, constituyendo un peligro para la biota acuática y el ser humano, así como un factor de deterioro ambiental.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Suelo, Sedimento, FRX, Contaminación



Variabilidad espacial de la concentración de Cd, Cu, Pb y Cr en el material particulado en suspensión y algunas fracciones del plancton en el Estuario de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.

Villagran, Diana; Fernández Severini, Melisa; Biancalana, Florencia; Marcovecchio, Jorge

Instituto Argentino de Oceanografía Camino la Carrindanga km 7,5 B8000FWB

Los estuarios son zonas altamente productivas que ofrecen refugio y alimento a innumerables organismos y dónde confluye además una creciente presión antrópica. Son cuerpos de agua receptores de residuos altamente contaminantes y se comportan como una trampa geoquímica para los materiales disueltos. Los metales se consideran contaminantes persistentes, y en exceso, son tóxicos. Por este motivo, para caracterizar la variabilidad espacial, se determinaron las concentraciones de Cd, Cu, Pb y Cr en el Material Particulado en Suspensión (MPS), en la fracción del plancton menor de 20 μm , en el microplancton (20-200 μm) y en el mesozooplancton (200 μm -2mm) en tres sitios del Estuario de Bahía Blanca: uno en la zona más interna (Puerto Cuatrerros), otro en la zona próxima a la descarga cloacal de la ciudad de Bahía Blanca (Canal La Vieja) y otro en la boca del estuario (Boya 17). Los muestreos fueron mensuales, desde agosto de 2014 a enero de 2015, y las determinaciones se realizaron con un ICP-OES Optima 2100 DV Perkin Elmer. A continuación se detallan los rangos ($\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco) para cada metal en el MPS, la fracción menor de 20 μm , el microplancton y el mesozooplancton respectivamente: Cd: 0.11 - 0.99; 0.11 - 4.09; 0.02 - 0.83; 0.17 - 2.73; Cu: 12.55 - 42.04; 13.28 - 34.34; 11.66 - 54.93; 8.71 - 259.00; Pb: 5.14 - 30.50; 5.42 - 67.96; 4.12 - 29.72; 1.57 - 34.75; Cr: 10.60 - 43.51; 5.99 - 52.49; 5.90 - 51.15; 2.62 - 28.69. Estos resultados preliminares muestran que los mayores valores de todos los metales se encontraron en Canal La Vieja, excepto para el mesozooplancton que muestra los mayores valores de Cd y Cu en la Boya 17. Esto indicaría, por un lado, que el mesozooplancton, actuaría como agente transportador de estos contaminantes; y por otro, que el efluente cloacal estudiado, que recibe descargas de algunas industrias radicadas en el Polo Industrial de la ciudad así como ejido urbano, sería una fuente puntual de los metales analizados.

Geoquímica marina (GM)

Palabras clave: Metales pesados, Material Particulado en suspensión, Mesozooplancton, Microplancton, Fracción del plancton, Estuarios, Contaminación, Residuos cloacales



Variabilidad espacio-temporal de las concentraciones de oxígeno disuelto en Bahía Ushuaia y Canal Beagle (Tierra del Fuego)

Martin, Jacobo¹; Colloca, Cristina²; Diodato, Soledad¹; Malits, Andrea¹; Kreps, Gastón¹

1. Centro Austral de Investigaciones Científicas Houssay 200, Ushuaia V9410CAB
2. Universidad Nacional de Tierra del Fuego Darwin s/n 2901 434163 9410

Se presentan en este trabajo resultados de un estudio de distribución espacio-temporal de oxígeno disuelto como posible indicador de calidad ambiental en las aguas del Canal Beagle, con particular énfasis en Bahía Ushuaia como punto de intersección de procesos naturales pre- industriales y perturbaciones recientes de origen antrópico. Perfiles verticales de concentración de oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica del agua, fueron obtenidos mediante un CTD auto-contenido Rinko ASTD-102 equipado con un sensor de oxígeno Optode Rinko III (tiempo de respuesta 0.4ms 63%). Una amplia malla de estaciones oceanográficas en Bahía Ushuaia y zonas adyacentes del Canal Beagle fue visitada con periodicidad al menos mensual durante dos ciclos anuales (julio 2014 a julio 2016). Durante las campañas se tomaron muestras de agua con botellas Niskin a diferentes profundidades a fin de determinar analíticamente su contenido en oxígeno disuelto mediante el método Winkler. Los resultados indican un amplio rango de concentraciones de oxígeno (3-12 mg/L) con un fuerte control estacional, reflejo de los ciclos anuales hidrometeorológicos (temperatura del aire y escorrentía notablemente). En particular para Bahía Ushuaia, las concentraciones de oxígeno cerca del fondo en los sectores más profundos de la Bahía decrecen sostenidamente durante la estación estratificada (verano- otoño) alcanzándose situaciones de hipoxia (30% saturación) antes de que se produzca la mezcla de la columna de agua por convección en invierno. Se discuten las posibles causas de las condiciones hipóxicas observadas en Bahía Ushuaia, tanto naturales como derivadas del rápido crecimiento demográfico e industrial de la ciudad de Ushuaia.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: oxígeno disuelto, oceanografía costera, hipoxia, Tierra del Fuego, Canal Beagle, oxígeno disuelto



Variabilidad geoquímica y magnética de sedimentos de cauce del río Suquía (Córdoba, Argentina): técnica de extracción secuencial

L. D. Sepúlveda¹, K. L. Lecomte¹, A. I. Pasquini¹, M. A. E. Chaparro^{2, 3}, E. G. Mansilla²

¹ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), UNC, CONICET, Córdoba, Argentina.

² Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) Tandil, Argentina.

³ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN – CONICET) Tandil, Argentina.

En el marco de un estudio sobre el estado ambiental del río Suquía (que discurre sobre regiones urbanizadas, ~1.500.000 habitantes), se midieron las propiedades magnéticas y se analizó la geoquímica de sedimentos de cauce. Además, se determinó el contenido de metales extraíbles mediante la técnica de extracción secuencial (Ure et al. 1993). Los elementos asociados a los carbonatos son Sn, As, Zn, Mn, Sb, Cd, Zr, Co (~11 ppm en total); los oxihidróxidos de Fe y Mn concentran Fe, Se, V, Pb, Sn, Cd, As, Zn, Ni y Cu (~51 ppm); mientras los elementos asociados a materia orgánica y sulfuros son Fe, Co, Ni, Zn, As, Cd, Sn, U, Pb, Zr, Hf, Cu, Ti y ETR (~41 ppm). La mayor proporción de metales adsorbidos a los sedimentos se registra en la cuenca alta, donde el As extraíble alcanza un 2% de la concentración total del sedimento, mientras el Pb es el único elemento que se encuentra más disponible en la región urbanizada (3%). La susceptibilidad magnética específica (χ) presenta valores máximos en sitios próximos a una cantera (hasta $1002,4 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$) en la fracción granulométrica gruesa (500-250 μm), mientras que en el área urbana, el máximo corresponde a la fracción $<63 \mu\text{m}$ (hasta $379,8 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$). Como mineral magnético se destaca magnetita ($H_{cr} = 30-33 \text{mT}$), con tamaños de granos finos en el área urbana ($\kappa_{MRA}/\kappa = 1.9-3.3$; 0.2-1 μm) y gruesos en la cantera ($\kappa_{MRA}/\kappa = 0.8$; 1-25 μm). El Fe, Hf, V, Mn, Zr, Ti, P, Sc y ETR muestran una correlación positiva estadísticamente significativa con la χ y negativa con κ_{MRA}/κ ; mientras que $\kappa_{FD}\%$ se correlaciona positivamente con Pb. Los resultados indican que las propiedades magnéticas están controladas por la composición de las fracciones granulométricas y se infiere la presencia de minerales magnéticos como resultado de actividades antropogénica con características distintivas

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: geoquímica de sedimentos, extracción secuencial, parámetros magnéticos



Variación estacional y espacial de metales particulados en el estuario de Bahía Blanca. integración en un SIG

Fernández Severini, Melisa Daiana; Carbone, M. Elizabeth; Villagran, Diana; Marcovecchio, Jorge Eduardo

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET) Camino La Carrindanga km 7,5 291-4861107 interno 174-175 B8000FWB

Se evalúan los niveles de metales pesados tóxicos tales como Cd, Cr, Ni y Pb en el material particulado en suspensión (MPS) de la columna de agua en el Estuario de Bahía Blanca (EBB), ecosistema costero ubicado al SO de la provincia de Buenos Aires, en el cual los usos del suelo predominante derivan de las ciudades, de las industrias y áreas portuarias cercanas a esta zona costera. Se realizaron muestreos de agua subsuperficial (0,5-1m) y se midieron parámetros oceanográficos (T° pH, salinidad/conductividad, oxígeno disuelto y turbidez) por medio de una sonda multiparamétrica HORIBA U-10 a lo largo de 21 sitios en forma estacional durante el período Noviembre de 2008-Septiembre de 2010. Las muestras de MPS fueron analizadas por espectrofotometría de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES, Optima DV 2100 Perkin Elmer) previa mineralización con mezcla de ácidos fuertes (HNO₃:HClO₄). Los datos de las variables físicas y químicas fueron integrados en un Sistema de información Geográfica (Arc Gis 10) para obtener los mapas temáticos de distribución espacio temporal. Los resultados indican que las mayores concentraciones de todos los metales se observan en las estaciones intermedias y externas del EBB (Cd: 8,9; Cr: 256,49; Ni: 27,02 y Pb: 78,43 µg g⁻¹ p. s.) y los niveles más elevados se registraron durante la primavera (Cd: 2.65; Cr: 19.35; Ni: 19.95 y Pb: 9 µg g⁻¹ p. s.), en coincidencia con estudios previos. Dado que los valores más significativos se registraron en estaciones intermedias y externas, estos podrían estar asociados directamente con las descargas continentales correspondientes a las industrias y a las redes domésticas que desaguan en el área de estudio.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: metales pesados, sistema de información geográfica, material particulado en suspensión



Variaciones de procesos geoquímicos en sistemas acuáticos por acción de fenómenos climáticos o ambientales: análisis de series temporales de datos

Marcovecchio, Jorge¹; Spetter, Carla¹; De Marco, Silvia²

1. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO - CONICET / UNS) CCT CONICET Bahía Blanca, Florida 7000, Edificio E-1, Bahía Blanca. 8000
2. Depto.de Biología, Fac.Cs.Exactas y Naturales, Univ.Nac.Mar del Plata Dean Funes 3350, 3o piso, Mar del Plata 0223 - 4714200 7600

Los procesos geoquímicos que caracterizan a muchos ambientes marinos costeros están significativamente influenciados por los efectos de las cuencas hidrográficas que desaguan en ellos, de las condiciones ambientales y de las climáticas del sistema. En este sentido procesos que naturalmente se desarrollan en cualquier ambiente de este tipo (por ej., transporte de materia orgánica o de nutrientes inorgánicos desde el continente hacia la costa) pueden modificarse a lo largo del tiempo como consecuencia de cambios producidos en otros ámbitos, y generar perturbaciones o variaciones de diferente magnitud en el acoplamiento del sistema. En este sentido se pueden considerar a las modificaciones en el uso del suelo de la cuenca involucrada (por ej., tipo de producción, condiciones de laboreo, grado de ocupación, tasa de consumo, etc), cambios en las condiciones climáticas (por ej., precipitaciones/sequía, cambios en la temperatura y/o grado de insolación, variación en el régimen de vientos dominantes, etc), y cambios en las condiciones ambientales (por ej., cambios en la cobertura vegetal/deforestación, modificación de patrones físico-químicos típicos, variaciones significativas de la biodiversidad, etc) entre las más importantes. Para analizar consistentemente este fenómeno se estudiaron 3 series largas de datos que permiten observarlo e identificar cambios en las condiciones de manera objetiva. Estas series corresponden a los siguientes ambientes: (1) zona interna del estuario de Bahía Blanca; (2) arroyos que desembocan en el estuario de Bahía Blanca; (3) laguna costera Mar Chiquita y su cuenca de drenaje. El análisis realizado permite atribuir a algunos de los procesos mencionados el gobierno de los cambios que se observan en los mencionados sistemas, así como descartar a otros. Este tipo de análisis, basado en una larga serie de datos, puede resultar una herramienta de muy alta sensibilidad para evaluaciones ecosistémicas futuras.

Geoquímica ambiental (GAm)

Palabras clave: Ambientes marinos costeros, procesos geoquímicos, materia orgánica, nutrientes inorgánicos, control climático y ambiental, transporte, largas series de datos



Variaciones geoquímicas en las aguas ácidas del Volcán Copahue asociadas al inicio del ciclo eruptivo 2012-2016

Szentiványi, Juliana Marial; Augusto, Mariano²; Nogués, Victoria²; Llano, Joaquin¹; Trinelli, María Alcira³; Caselli, Alberto Tomás⁴; Dos Santos Afonso, María⁵

1. GESVA, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires Intendente Güiraldes 2160 C1428EGA CABA
2. IDEAN - Instituto de Estudios Andinos "Don Pablo Groeber" (UBA - CONICET) Intendente Güiraldes 2160 4576-3300 C1428EGA CABA
3. IGEBA (UBA - CONICET), Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 4576-3300 C1428EGA CABA
4. LESVA, Inst. de Invest. en Paleobiología y Geología. Universidad Nacional de Río Negro Estados Unidos 750 0298 442-2577 Gral. Roca, Río Negro
5. Universidad de Buenos Aires, Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física Intendente Güiraldes 2160 4576-3300 C1428EGA CABA

A fines del año 2011 se observaron signos de reactivación con importante aumento de la emisión gaseosa, la actividad sísmica y deformación inflacionaria. En 2012 estas señales se incrementaron, con un primer pulso explosivo en julio y finalmente, una erupción freatomagmática mayor en diciembre. Particularmente durante el pulso eruptivo de febrero del 2016, el río Agrio mostró valores de conductividad eléctrica (SC) que variaban entre 4600 a 1380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ desde su nacimiento hasta el ingreso al Lago Caviahue, debido a los aportes de aguas de deshielo de varios tributarios menores, mientras que el incremento de pH fue solo desde 2,6 a 3,1. En este trabajo se analizan las modificaciones producidas en el sistema a partir del inicio del actual ciclo eruptivo. Las aguas involucradas en este sistema Volcánico Hidrológico son aguas ácidas sulfato- cloruradas con altas concentraciones de las especies de origen magmático (SO_4^{2-} , Cl^- y F^-), muy altos valores de conductividad y con una relación $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ entre 1 y 7. La laguna cratérica, durante el periodo intereruptivo 2000-2012, presentaba altas concentraciones de SO_4^{2-} , Cl^- y F^- (hasta 20000, 8000 y 800mg/L, respectivamente), similares a las de las vertientes calientes (concentraciones de SO_4^{2-} , Cl^- y F^- de hasta 18000, 6000 y 350 mg/L, respectivamente). A partir del incremento de la actividad durante el 2012, se observó un marcado descenso en el nivel de la laguna que continuó hasta el evento eruptivo principal durante el mes de diciembre. Sin embargo, la composición de las aguas mostraron el mayor aumento en las concentraciones de SO_4^{2-} , Cl^- y F^- (400000, 175000 y 3000 mg/L respectivamente) durante el mes de julio, asociado a los eventos explosivos. En los años siguientes, todo el sistema de aguas ácidas presentó variaciones composicionales relativamente menores, aún con distintos pulsos eruptivos que ocasionaban la desaparición de la laguna cratérica. Las variaciones identificadas en la geoquímica de las aguas durante julio del 2012, estarían relacionadas con el pulso magmático que habría favorecido la liberación del conducto, señalando el inicio del actual ciclo eruptivo. Esto es consistente con el material juvenil y azufre piroclástico emitido durante estos eventos.

Hidrogeoquímica (HG)

Palabras clave: volcán, Copahue, hidrotermal, erupción



IV RAGSU

Variación en la forma de la hoja de *Cressa truxillensis* en relación a la concentración de metales en el suelo

Pollicelli, Maria¹; Idaszkin, Yanina Lorena²; Márquez Federico³

1. Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco, Sede Puerto Madryn Bv. Almirante Brown 3051, 9120 Puerto Madryn, Chubut 9120

2. IPEEC CONICET, Puerto Madryn, Argentina. Bv. Almte Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut 0280 488-3184

3. Instituto de Biología de Organización Marinos (IBIOMAR) - CONICET, Puerto Madryn, Argentina. Bv. Almte Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut 0280 488-3184 9120

Las plantas halófitas poseen un rol fundamental en las marismas, ya que no sólo influyen en su estructuración sino también en su dinámica y en el ciclado de nutrientes y minerales. Estas plantas poseen la capacidad de retener metales en el suelo o absorberlos y transpórtalos a estructuras subterráneas o aéreas. El objetivo del presente trabajo es estudiar la variación en la forma de las hojas de *Cressa truxillensis* en la marisma de San Antonio Oeste según la cercanía a una fuente de metales y su concentración en el suelo. Para esto se colectaron las primeras hojas (3 a 5) totalmente desplegadas más cercanas a la inflorescencia de 40 plantas, en tres estaciones dentro de la marisma, estableciéndose un gradiente de cercanía a la potencial fuente de contaminantes. Se escaneó in situ la cara adaxial de cada hoja. Se obtuvieron los contornos de las hojas mediante la digitalización de las coordenadas cartesianas (x,y) de un conjunto de 3 landmarks y 10 semilandmarks. El estudio de la forma de la hoja se realizó a través del uso de Morfometría Geométrica. Se determinó la concentración pseudototal de metales (Cu, Pb y Zn) en el suelo (<2mm) asociado a las raíces de *Cressa truxillensis*, por digestión con HNO₃ ultrapuro en horno de micro-ondas y medición por Espectrofotometría Óptica de Plasma Inductivamente Acoplado (ICP- OES). Se observó que las hojas del sitio más alejado a la fuente de contaminación, poseen una forma de hoja oval mientras que en los sitios más cercanos presentan forma lanceolada. En el suelo se observó un gradiente marcado de concentración de metales, que va en disminución desde la fuente al punto más alejado, siendo en todos los sitios el Zn el metal más abundante seguido por el Pb y Cu. Por lo tanto estos resultados sugieren que las condiciones de estrés asociadas a la concentración de metales en el suelo estarían generando cambios en la forma de la hoja.

Problemas a escala local, regional y/o global, impacto antrópico y remediación (IA)

Palabras clave: *Cressa truxillensis*, Marisma, Metales Pesados, Morfometría Geométrica



Variación temporal de la concentración de material particulado en la región norte de Patagonia.

Crespi-Abril, Augusto César¹; De Cian, Antonella²; Soria, Rodrigo Gaspar²

1. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET) Bvd. Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina 9120

2. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Boulevard Brown 2930 9120

El material particulado presente en la atmósfera juega un rol importante en los procesos climáticos, ciclos biogeoquímicos y en la vida humana, además de ser importante para la evolución del medioambiente en la tierra. El objetivo de este trabajo es analizar la composición granulométrica y elemental del material particulado presente en la atmósfera y su variación temporal en la región norte de Patagonia. Se tomaron muestras del material particulado mediante un colector activo de alto volumen, la granulometría se determinó mediante la retrodispersión láser y la composición elemental de las partículas fue analizada con EDX. La variación temporal se estudió con una serie de datos de 13 años (2004-2016) de concentración diaria de material particulado obtenida de la red de monitoreo ambiental de Puerto Madryn. El valor medio de las partículas suspendidas fue de $10,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ y su composición elemental fue principalmente Sílice y Oxígeno presentes como el mineral cuarzo. La variación temporal de la concentración de material particulado fue altamente variable. A lo largo de los años se identificaron 3 periodos. El primer periodo fue previo a erupciones volcánicas de la Cordillera de los Andes (2004-2006) y los valores de material particulado alcanzaron un máximo de $0,06 \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. El segundo periodo fue durante las erupciones (2007-2012) donde los valores de material alcanzaron $2,3 \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. El tercer periodo posterior a las erupciones (2013-2016) donde los valores fueron similares al primer periodo con un máximo de $0,06 \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Biogeoquímica (BG)

Palabras clave: ciclo biogeoquímico, oceanografía biológica, aerosoles minerales