



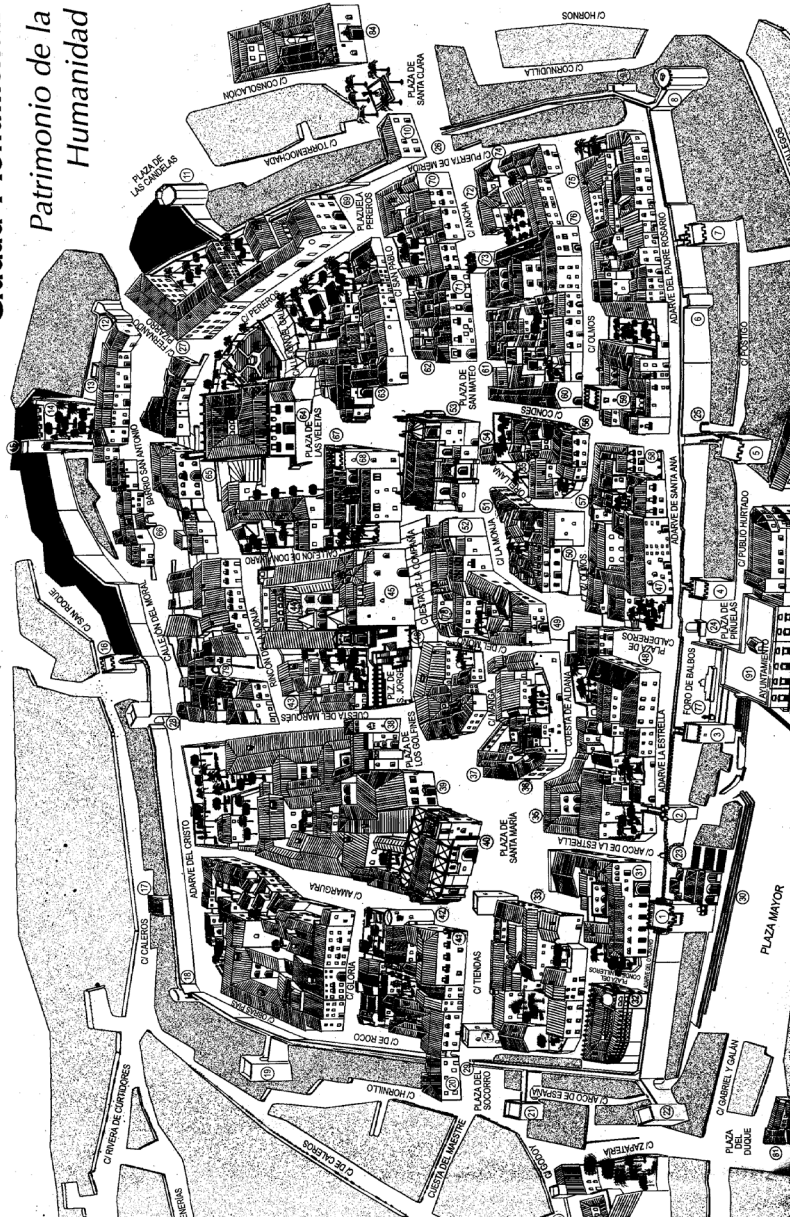


**IV CONGRESO IBEROAMERICANO  
DE FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL**

**(IV CiFyQA)**

**ACTA DE RESÚMENES**

*Patrimonio de la  
Humanidad*



**IV CONGRESO IBEROAMERICANO  
DE FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL  
(IV CiFyQA)**

**ACTA DE RESÚMENES**

**Sociedad Iberoamericana  
de Física y Química Ambiental  
<[www.sifyqa.org.es](http://www.sifyqa.org.es)>**

Cáceres, Mayo de 2006  
Complejo Cultural “San Francisco”  
Diputación Provincial de Cáceres  
CÁCERES (España)

**Juan F. Gallardo Lancho**  
(compilador)

APOYO TÉCNICO:

Lorena Alonso López  
(Becaria CSIC)

Jesús Hernández Pombero  
(Técnico CSIC)

© **SiFyQA** <[www.sifyqa.org.es](http://www.sifyqa.org.es)>

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTA  
OBRA POR CUALQUIER PROCEDIMIENTO, INCLUIDA  
LA FOTOCOPIA, SIN PERMISO ESCRITO DEL EDITOR

I.S.B.N.: 84-611-0875-2  
Depósito legal: S. 587-2006

GRÁFICAS CERVANTES, S.A.  
Ronda de Sancti-Spíritus, 9-11  
37001 SALAMANCA (España)

Impreso en España  
*Printed in Spain*



## **Comité de Honor**

Presidente: S.A.R. El Príncipe de Asturias

Excmo. Sr. Presidente de la JUNTA DE EXTREMADURA (España)  
Excmo. Sr. Ministro de ASUNTOS EXTERIORES Y DE COOPERACIÓN (España)  
Excmo. Sr. Ministra de EDUCACIÓN Y CIENCIA (España)  
Excmo. Sr. Ministra de MEDIO AMBIENTE (España)  
Mgco. Sr. Rector de la UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (España)  
Excmo. Sr. Presidente de la DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE BADAJOZ (España)  
Excmo. Sr. Presidente de la DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CÁCERES (España)  
Excmo. Sr. Presidente del C.S.I.C. (España)

## **Comité Científico Internacional**

Presidente: Prof. Dr. Mario MOLINA (M.I.T., Boston, EE.UU.), Premio Nobel

Dra. Cristina AMEZQUITA (<m.amezquita@cgiar.org>, C.I.A.T., Cali, Colombia)  
Prof. Dr. José BARRETO (<barreto@uel.br>, U.E.L., Londrina, Brasil)  
Prof. Dr. Miguel Angel BLESA (<miblesa@cnea.gov.ar>, C.N.E.A., La Plata, Argentina)  
Prof. Dr. Winfried E.H. BLUM (<winfried.blum@boku.ac.at>, B.O.K.U., Viena, Austria)  
Profª. Ing. Marta E. CONTI (<conti@agro.uba.ar>, U.B.A., Buenos Aires, Argentina)  
Prof. Dr. Juan F. GALLARDO (<jgallard@usal.es>, CSIC, Salamanca, España)  
Prof. Dr. Felipe GARCIA OLIVA (<fgarcia@oikos.unam.mx>, C.I.E.C.O., U.N.A.M.,  
Morelia, Méjico)  
Prof. Dr. Danilo LOPEZ HERNANDEZ (<dlopez@strix.ciens.ucv.ve>, U.C.V., Caracas,  
Venezuela)  
Prof. Dr. Manuel MADEIRA (<mavmadeira@isa.utl.pt>, I.S.A., U.T.L., Lisboa, Portugal)  
Dr. Raúl S. MORALES (<raulgem@uchile.cl> C.Q.A., U. Chile, Santiago, Chile)  
Profª. M.C. Laura B. REYES (<lbrs@servidor.unam.mx>, FES, U.N.A.M., Cuautitlán, (Méjico)  
Prof. Dr. Hugo Alberto RUIZ (<hruiz@ufv.br>, U.F.V., Viçosa, Brasil)  
Prof. Dr. Itilier SALAZAR (<itilier@ufro.cl>, U.FRO., Temuco, Chile)  
Prof. Dr. Nicola SENESI (<senesi@agr.uniba.it>, Università di Bari, Italia)  
Profª. Dra. Teresa VASCONCELOS (<mtvascon@fc.up.pt>, U.P., Oporto, Portugal)  
Dr. Rafael VILLEGAS DELGADO (<villegas@inica.edu.cu>, I.N.I.C.A., Boyeros, Cuba)

## **Comité Científico Nacional**

Vicepresidente: Prof. Dr. Jerónimo LORENTE CASTELLO  
(<jeroni@am.ub.es>, UB, Barcelona)

Prof. Dr. Ricardo AMILS PIBERNAT (<ramils@cbm.uam.es>, UAM, Madrid)  
Prof. Dr. Jaime BECH BORRAS (<jbech@ub.edu>, UB, Barcelona)  
Dr. Juan CEGARRA ROSIQUE (<jcegarra@cebas.csic.es>, CSIC, Murcia)  
Dr. José L. FERNANDEZ TURIEL (<jlfernandez@ija.csic.es>, CSIC, Barcelona)  
Profª. Drª. Maite GARCIA VALLES (<maitegarciavalles@ub.edu>, UB, Barcelona)  
Dr. José Manuel MURILLO CARPIO (<murillo@irnase.csic.es>, CSIC, Sevilla)  
Prof. Dr. Federico J. VELAZQUEZ (<fjvelazquez@wanadoo.es>, UGR, Granada)

## **Comité Organizador**

Coordinador general: Prf. Dr. Juan F. GALLARDO LANCHO  
<jgallard@usal.es>

Prof. Dr. José A. EGIDO (Secretario SiFyQA <jaero@usal.es>)  
Prof. Dr. Julio SAAVEDRA (Tesorero <saavedra@usal.es>)  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. M. Isabel GONZALEZ (Vocal <mimg@usal.es>)  
Dr<sup>a</sup>. Engracia MADEJON (Vocal <emadejon@irnase.csic.es>)  
Prof. Dr. Gerardo MORENO (Vocal <gmoreno@unex.es>)  
Prof. Dr. Eduardo PINILLA (Vocal <epinilla@unex.es>)  
Dr. José M. RIVERO (Vocal <joseromi@teleline.es>)  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Pilar RUBIO (Vocal <pilar@unex.es>)  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Susana SCHNABEL (Vocal <schnabel@unex>)  
Prof. Dr. Rosendo VILCHEZ (Vocal <vilchez@unex.es>)

## **Secretaría de organización**

Secretario local: Prf. Dr. Rosendo VILCHEZ <vilchez@unex.es>

Lorena ALONSO (Becaria CSIC <lorenarevolso@yahoo.es>)  
Sara COVALEDA (Becaria CSIC <wrozkax@colpos.mx>)  
Silvia PAJARES (Becaria CSIC <spajares@colpos.mx>)  
Jesús HERNANDEZ (Técnico CSIC <jhpombero@usal.es>)

Agencia de Congresos  
OREXCO <orexco@orexco.net>  
<www.orexco.net>

## PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Este volumen recoge todos los resúmenes enviados al IV Congreso. Esto significa que algunas de estas comunicaciones pudiera ser que no sean expuestas durante el Congreso por razones diversas que impidan la asistencia de sus coautores a la cita de Mayo (2006) en Cáceres (España). De igual manera es posible que no recoja alguna comunicación enviada a última hora. Pero, dada la prudente antelación de la impresión de los resúmenes al Congreso, ambos hechos se hacen inevitables.

En todo caso considero que ello tiene su parte positiva. Al recoger todos los resúmenes enviados, este volumen sirve al lector de útil base de datos para conocer quiénes están trabajando en Iberoamérica en Física y Química Ambiental, sobre qué y dónde están ubicados. De ahí que nos hayamos cerciorado que en cada resumen haya, al menos, un <e-mail> para poder efectuar un rápido contacto.

Por otra parte, en el Programa del Congreso se detallarán las comunicaciones que se expondrán y los horarios correspondientes, por lo cual se descarta toda posible confusión.

Este libro de Actas, como el propio Congreso, se encuentra dividido en doce sesiones; dado que no se repite ningún primer autor, la búsqueda de cada comunicación es relativamente fácil. Se advierte que, en cada Sesión, el orden es, en primer lugar, la Ponencia introductoria de la Sesión correspondiente y, luego, el resto de las comunicaciones por estricto orden alfabético del primer autor.

Al final del libro de Actas se expone el listado de congresistas preinscritos con su correspondiente <e-mail>, con objeto de complementar su utilidad como base de datos de “quién es quién” en Iberoamérica en el campo de la Física y Química Ambiental.

Por último, deseamos agradecer profundamente a CAJA DUERO la impresión de estos resúmenes.

El Presidente de la SiFyQA  
Juan Fernando GALLARDO.



## RESUMENES RECIBIDOS

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Sesión Inaugural.</b> ARTAXO, P., T. PAULIQUEVIS, L. V. RIZZO, L. L. LARA, C. PIRES JR., M. PAIXÃO y S. DE LUCCA: Mudanças climáticas globais e a Amazônia .....                             | 31 |
| <br><b>Sesión I. PROCESOS EN FÍSICA Y QUÍMICA ATMOSFÉRICA</b>                                                                                                                                   |    |
| MORALES, R. G. E., C. H. GONZÁLEZ-ROJAS, M. MERINO Th. y A. LLANO E.: Pronóstico de episodios de contaminación atmosférica en la ciudad de Santiago de Chile ( <i>Ponente</i> ).....            | 37 |
| ACERO DÍAZ, F. J., V. L. MATEOS MASA, E. M. CABRERA FERNÁNDEZ, y J. A. GARCÍA GARCÍA: Estudio de la concentración de ozono troposférico en un emplazamiento rural de Extremadura (España) ..... | 38 |
| ALFONZO, Y. y E. SANHUEZA: Formaldehído en aire y lluvias de la Gran Sabana .....                                                                                                               | 39 |
| ALONSO, M. <sup>a</sup> S., M. <sup>a</sup> R. FIDALGO y J. L. LABAJO: Evolución temporal de la isla de calor de Salamanca (España) .....                                                       | 40 |
| ANTÓN, M., A. SERRANO, M. L. CANCELO, J. M. VAQUERO y J. A. GARCÍA: Mini-agujeros de ozono sobre Extremadura durante el año 2004: Influencia sobre la radiación UV.....                         | 42 |
| CALVO BLÁZQUEZ, L., M. <sup>a</sup> R. PALOMO, P. VALIENTE, F. VINAGRE y E. PINILLA: Monotorización de plomo en muestras de material atmosférico de Extremadura (España) .....                  | 44 |
| CASARTELLI, M. R., N. MIRLEAN, M. C. PERALBA, M. X. GÓMEZ y M. MADEIRA: Deposição húmida e seca na área de influência das industrias de Rio Grande do sul, Brasil .....                         | 46 |
| CASAS, M. C., R. RODRÍGUEZ, J. LORENTE y A. REDAÑO: Análisis de la lluvia extrema en Barcelona mediante una red pluviométrica de microescala ....                                               | 48 |
| DÍAZ, G. C., M. C. CASTAÑÓN, G. BALLESTEROS y J. RAMÍREZ: Caracterización de material particulado en zonas urbanas de Baja California (México).....                                             | 49 |
| DOMÍNGUEZ MARTÍN, S., C. SIMAL PIERNA y E. L. GARCÍA DÍEZ: El fuego como problema meteorológico .....                                                                                           | 50 |
| DONOSO, L., J. ALVARADO, A. ROJAS y T. PÉREZ: Relaciones entre ozono y monóxido de C en diferentes sitios del litoral central de Venezuela ....                                                 | 52 |
| ESTELLÉS, V., J. A. MARTÍNEZ-LOZANO y M. P. UTRILLAS: Influencia del transporte regional sobre las propiedades de los aerosoles atmosféricos en Valencia (España) .....                         | 53 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FALCÓN BRISEÑO, Y., E. MARTÍNEZ y L. CORTÉS: Correlación entre la masa de las partículas finas PM <sub>2,5</sub> recolectadas utilizando un muestreador de bajos volúmenes y la composición química de los aerosoles ácidos PM <sub>2,5</sub> recolectados con un muestreador de separación anular en el noroeste de la zona metropolitana de la ciudad de México ..... | 55 |
| GALLEGO, M. <sup>a</sup> C., J. A. GARCÍA y J. M. VAQUERO: Distribución espacial de índices de intensidad de precipitación diaria en la Península Ibérica .....                                                                                                                                                                                                         | 57 |
| GRANADOS, J., J. R. VARELA y J. H. GARCÍA: Perfil vertical del viento sobre la ciudad de México en la campaña 2003 MIT CAM (México).....                                                                                                                                                                                                                                | 58 |
| GUTIÉRREZ, O. L., M. HEVIA S., C. GODOY V., L. DA SILVA M. y L. MORALES S.: Alternativa de pronóstico del material particulado PM10 en Santiago de Chile .....                                                                                                                                                                                                          | 60 |
| HANDT, H., R. FERNÁNDEZ, Z. BENZO, C. GÓMEZ y E. MARCANO: Distribución química de Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, V, Pb y Zn en muestras de polvo en ambientes escolares de la ciudad de Caracas (Venezuela) .....                                                                                                                                                                  | 61 |
| HERNÁNDEZ, E., S. QUERAL, ITURRIOZ, R. HERRERA y F. CORREOSO: Análisis de la inestabilidad atmosférica y su relación con la precipitación en la Península Ibérica .....                                                                                                                                                                                                 | 62 |
| LEIVA, M. A., R. MORALES y S. RODRIGO: Caracterización de compuestos orgánicos volátiles en la ciudad de Santiago (Chile) .....                                                                                                                                                                                                                                         | 63 |
| LORENTE CASTELLO, J., Y. SOLA, E. CAMPMANY, J. RODRÍGUEZ y J. F. OLMO: Influencia de los aerosoles atmosféricos en la irradiancia solar ultravioleta incidente en el suelo.....                                                                                                                                                                                         | 64 |
| MAGALDI, A., J. BECH, J. DELGADO y J. LORENTE: El uso de las imágenes del satélite METEOSAT 8 para corregir las observaciones del radar meteorológico.....                                                                                                                                                                                                              | 66 |
| MORENO, N., A. ALASTUEY, X. QUEROL, M. VIANA, A. GUERRA, J. A. LUACES y J. BASORA: Contribución de fuentes y estimación del impacto de las operaciones con graneles en los niveles de PM10 en el puerto de Tarragona (Proyecto HADA: España) .....                                                                                                                      | 68 |
| MORENO, T., X. QUEROL, A. ALASTUEY, S. GARCIA DOS SANTOS y W. GIBBONS: Variaciones temporales en las concentraciones y material atmosférico particulado en Puertollano (España) .....                                                                                                                                                                                   | 70 |
| ORTEGA, S., M. ALARCÓN, M. R. SOLER, D. PINO y J. GRASA: Cálculo y análisis de las emisiones relevantes en la modelización fotoquímica mesoescalar .....                                                                                                                                                                                                                | 72 |
| PALOMO MARÍN, M. <sup>a</sup> R., L. CALVO, E. PINILLA, T. MORENO y X. QUEROL: Variación estacional de los niveles de partículas en suspensión en la Región de Extremadura (España) .....                                                                                                                                                                               | 74 |
| PEY, J., A. ALASTUEY y X. QUEROL: Perfil químico del material particulado atmosférico en el mediterráneo durante episodios de recirculación regional e intrusiones de masas de aire de origen norteafricano .....                                                                                                                                                       | 76 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PINILLA GIL, E., F. J. DELFA, M. <sup>a</sup> R. PALOMO, C. MARTÍN y M. BASTOS: Distribución y evolución del ozono troposférico en áreas urbanas y rurales de Extremadura, España, durante el año 2004 .....                                                                                                                               | 78 |
| QUEROL, X., A. ALASTUEY, T. MORENO, M. VIANA, S. CASTILLO, J. PEY, B. ARTIÑANO, S. GARCIA DOS SANTOS, R. FERNÁNDEZ, M. J. SANZ, M.C. MINGUILLÓN, E. MONFORT, R. PALOMO y E. R. PINILLA: Variaciones químicas, temporales y espaciales, del material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en estaciones urbanas en España ..... | 80 |
| RICO, A. E., A. CORREA-GARCÍA y M. M. CORONADO: Patrones diurnos del ozono en invierno: Ciudad de México .....                                                                                                                                                                                                                             | 82 |
| RODRÍGUEZ, R., M. C. CASAS y A. REDAÑO: Análisis fractal de la distribución temporal y espacial de la lluvia en Barcelona (España) .....                                                                                                                                                                                                   | 83 |
| ROJAS-AVELLANEDA, D.: Importancia de la estacionariedad para la interpolación espacial de variables aleatorias. Caso del pico de ozono en la atmósfera de la Ciudad de México .....                                                                                                                                                        | 85 |
| RUIZ LEO, M., E. HERNÁNDEZ: Predicción de temperaturas máximas extremas en función de la radiación .....                                                                                                                                                                                                                                   | 86 |
| SCHIAPPACASSE, N., F. CERECEDA-BALIC, V. VIDAL y P. OYOLA: Distribución de fases de HAPs en aerosoles atmosféricos de la comuna de Pudahuel, Santiago de Chile: Influencia sobre la evaluación del riesgo en salud .....                                                                                                                   | 87 |
| SIMAL PIERNA, C., S. DOMÍNGUEZ MARTÍN y E. L. GARCÍA DÍEZ: Mesoescala e incendios forestales .....                                                                                                                                                                                                                                         | 89 |
| TORMO MOLINA, R., E. PINILLA, I. SILVA, y A. F. MUÑOZ: Relaciones entre la distribución de partículas aerobiológicas aerovagantes (Granos de polen y esporas) y la dispersión de gases y partículas inorgánicas contaminantes en la atmosfera de Badajoz (España) .....                                                                    | 91 |
| VALENZUELA, H.: Modelos de emisión de contaminantes en zonas urbanas en el Estado de Baja California (México) .....                                                                                                                                                                                                                        | 93 |

## Sesión II. AGUA Y AMBIENTE

|                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VALERO CERVERA, F.: El abastecimiento de agua de consumo en el área mediterránea de España ( <i>Ponente</i> ) .....                                                                                                                             | 97  |
| ALVARADO, J., A. GIULIANTE, L. DONOSO y T. PÉREZ: Composición química de lluvias en el litoral Central de Venezuela .....                                                                                                                       | 99  |
| AMADO ÁLVAREZ, J., E. RUBIÑOS PANTA, C. RAMÍREZ AYALA, E. HERNÁNDEZ, F. GAVI REYES, E. MEJÍA SÁENZ, L. TIJERINA y E. NICOLÁS: Calidad del agua en almacenamientos de la cuenca hidrológica del río Tulancingo, Estado de Hidalgo (México) ..... | 100 |
| BERNAL, M., C. DURÁN: Modelo modificado de extracción en fase sólida (MMEFS) para el monitoreo de aguas superficiales .....                                                                                                                     | 102 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DA SILVA, A. M., A. HENRIQUE, R. WAGNER, D. GOVEIA y I. CORRÊA: Uso da terra, processos erosivos e impactos na qualidade da água do rio Sorocaba, Sorocaba (S.P., Brasil) .....                                                                                                                                     | 104 |
| GALINDO, G., M. A. GIRAUT, J. L. FERNÁNDEZ TURIEL, V. MEDINA y D. GIMENO: Valores de arsénico en aguas en dos cuencas de la llanura pampeana (Buenos Aires, Argentina) .....                                                                                                                                        | 106 |
| GEISSLER, G., F. FERNÁNDEZ ALDANA: Tratamiento foto-oxidativo de aguas sulfurosas para su posible potabilización .....                                                                                                                                                                                              | 108 |
| GIANCOLI BARRETO, S. R., I. S. SCARMINIO, M. C. SOLCI, D. N. ISHIKAWA, M.T. OGASAWARA, S. N. NOMI, W. J. BARRETO: Determinação da origem das águas na formação da represa de Capivara (Brasil) usando métodos estatísticos multivariados.....                                                                       | 110 |
| GIMENO, D., J. L. FERNÁNDEZ y F. VALERO: Factores determinantes de la calidad del agua superficial en una cuenca mediterránea: El caso del río Llobregat, nordeste de la Península Ibérica (España) .....                                                                                                           | 112 |
| IORIO, A. DE, L. DE CABO, S. ARREGHINI, A. GARCÍA, M. BARGIELA, M. J. BARROS, A. MAGDALENO, V. GEMINI, S. ROSSI, M. S. FORTUNATO, R. SERAFINI, S. KOROL, J. MORETTON, A. RENDINA: Contaminantes en el riachuelo y en el estuario del Río de la Plata (Buenos Aires, Argentina): Efecto de las precipitaciones ..... | 113 |
| MARTÍNEZ, M. V., F. E. TRUJILLO, J. A. LOZA y C. L. FLORES: Comparación fisicoquímica y microbiológica del agua profunda y superficial de una presa que abastece a granjas truchícolas (México) .....                                                                                                               | 115 |
| MIRÓ, C., R. PERIÁÑEZ: Estudio de la dispersión de radionúclidos en el Canal de la Mancha mediante modelos numéricos acoplados con técnicas de series temporales.....                                                                                                                                               | 117 |
| NUNES, A.: Implicações hidrológicas do abandono de terras em Portugal: Um caso de estudo na Região Interior Centro .....                                                                                                                                                                                            | 119 |
| RAMÍREZ AYALA, C., E. RUBIÑOS, J. AMADO, E. HERNÁNDEZ, F. GAVI, E. MEJÍA y F. PEDRERO: Cantidad y calidad química del agua en el río Amajac (Estado de Hidalgo, México) .....                                                                                                                                       | 121 |
| RODRÍGUEZ, F. J., L. A. NÚÑEZ: Evaluación global del uso del ozono en el proceso de potabilización del agua .....                                                                                                                                                                                                   | 123 |
| RODRÍGUEZ, S., G. C. MARTÍNEZ GLORIA y H. M. CURRIE: Evaluación de nitratos en aguas de arrocera de corrientes (Argentina).....                                                                                                                                                                                     | 125 |
| RUBIÑOS PANTA, E., J. AMADO, C. RAMÍREZ, E. HERNÁNDEZ, F. GAVI, E. MEJÍA, A. TORRECILLAS y J. J. ALARCÓN: Aforo y calidad química del agua en el río Tulancingo, Estado de Hidalgo (México) .....                                                                                                                   | 127 |
| RUBIO MONTERO, M. P., A. CARRASCO LOURTAU: Radiactividad en aguas embotelladas procedentes de países europeos y americanos: Control del agua para consumo público .....                                                                                                                                             | 129 |
| TRUJILLO, F. E., M. V. MARTÍNEZ y C. N. FLORES: Adecuación de la calidad química del agua potable para la infraestructura hidráulica con apoyo informático.....                                                                                                                                                     | 131 |

### Sesión III. PROCESOS ANTROPOEDÁFICOS Y AMBIENTE

|                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BLUM WINFRIED, E. H.: La estrategia europea para la protección del suelo: Nuevos conceptos en la investigación edafológica ( <i>Ponente</i> ).....                                                                                                | 135 |
| ALMEIDA, S. D. B., E. A. D. COSTA, M. A. F. GOMES, L. C. LUCHINI y M. B. MATALLO: Sorção de triazinas em solos tropicais. I. Pré seleção para recomendação de uso na região de Ubatuba, São Paulo, (Brasil) .....                                 | 137 |
| ÁLVAREZ, M. <sup>a</sup> F., L. F. MONTTI, M. L. OSTERRIETH y J. L. DEL RÍO: Estabilidad, morfología y rugosidad de agregados como indicadores de calidad de suelo en el sudeste bonaerense (Argentina) .....                                     | 139 |
| ÁLVAREZ VILLANUEVA, F., A. RICARDO, A. ENEDI, T. MURAOKA, C. HAMILTON, V. DE NASCIMENTO, H. GIMENES, K. VALVERDE y A. C. SANTOS: Valor-L de cadmio y efecto del pH en suelo tratado con lodo de aguas albañales ..                                | 141 |
| ANDRADE, M. L., E. F. COVELO y F. A. VEGA: Factores limitantes para la producción agrícola en Argiustoles típicos del Sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina) .....                                                                   | 142 |
| APARICIO, V., J. L. COSTA y MARTÍN ZAMORA: Pérdidas de nitratos por lixiviación en un suelo del Partido de Balcarce. (Provincia de Buenos Aires, Argentina) .....                                                                                 | 144 |
| BARROS, M. <sup>a</sup> J., A. E. RENDINA y A. F. DE IORIO. Repelencia al agua de suelos y de perfiles artificiales arenosos sometidos a tratamientos térmicos.....                                                                               | 146 |
| BECH, J., P. I. TUME, P. SÁNCHEZ, F. REVERTER, L. LONGAN, T. OLIVER y A. PUENTE: Plomo y Zinc en suelos de la provincia de Barcelona (España).....                                                                                                | 147 |
| BEDMAR, F., J. L. COSTA y P. E. DANIEL: Transporte de atrazina y bromuro en horizontes superficiales y subsuperficiales de dos suelos de Argentina ....                                                                                           | 149 |
| BRAVO-ESPINOSA, M., F. GARCÍA, C. PRAT, L. MEDINA, B. SERRATO, M. NAVA, R. VELASQUEZ y J. M. GUERRERO: Degradación química y biológica del suelo y agua en la cuenca principal que abastece agua a la ciudad de Morelia (Michoacán, México) ..... | 151 |
| BROSSARD, M. H. Le MARTRET y A. BEAUDOU: Base de datos georreferenciados de suelo y medio ambiente. La Experiencia de VALSOL (IRD, Francia) .....                                                                                                 | 153 |
| CASTRO BARRALES, C., A. TRINIDAD, L. I. BAUER y R. CARRILLO: Contenido de elementos potencialmente tóxicos en suelos del parque recreativo y cultural desierto de los Leones (México) .....                                                       | 154 |
| COVALEDA, S., J. F. GALLARDO, C. PRAT y J. D. ETCHEVERS: Calidad del suelo en una toposecuencia afectada por deforestacion en Atécuaro (Michoacán, México) .....                                                                                  | 156 |
| COVELO, E. F., F. A. VEGA y L. ANDRADE COUCE: Adsorción y desorción competitiva de metales pesados por óxidos de hierro y manganeso ....                                                                                                          | 158 |

|                                                                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DE FIGUEIREDO, T., F. FONSECA, A. GUERRA, C. NOGUEIRA y A. MARTINS: Erosão hídrica em povoamentos florestais recentemente instalados: aspectos quantitativos e qualitativos .....                                | 160 |
| DE MELLO PRADO, R., W. NATALE, F. MAXIMINO FERNANDES: Liberação de micronutrientes de uma escória de siderurgia aplicada em um latossolo Vermelho-Amarelo (Brasil).....                                          | 162 |
| DE PETRE, A.: Características del reservorio edáfico de los suelos de la región fitogeográfica del espinal entrerriano (Argentina).....                                                                          | 163 |
| DÍAZ N., W. MELÉNDEZ y A. DE OJEDA: Patrón de acumulación de P orgánico en un ultisol de sabana fertilizado con enmiendas orgánicas .....                                                                        | 165 |
| EGIDO RODRÍGUEZ, J. A., M. I. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ: Impacto de una explotación minera de uranio en la distribución de metales pesados en suelos .....                                                              | 166 |
| ESCOBAR-LEÓN, M. C., E. MANZANARES-ACUÑA, H. R. VEGA-CARRILLO, M. A. SALAS LUEVANO y C. LETECHIPIA: Contaminación por plomo de los suelos de la Comunidad de Vetagrande.....                                     | 168 |
| FADIC RUIZ, X., F. CERECEDA, A. L. LLANOS y M. SEEGER: Degradación y movilidad del herbicida simazina en suelo: Estudio en un huerto de paltos en Chile.....                                                     | 169 |
| FERNÁNDEZ LOPEZ, C. y S. VÁZQUEZ: Efecto del cultivo y fertilización sobre las fracciones de P en suelos de Corrientes (Argentina) .....                                                                         | 171 |
| FERNÁNDEZ MARCOS, M. L., J. J. VÁZQUEZ, G. LEBORONI, M. J. FERNÁNDEZ, E. ÁLVAREZ, F. DÍAZ, T. C. FERREIRA y C. LÓPEZ: Lixiviación de metales pesados de columnas de suelo tratadas con purín de vacuno.....      | 172 |
| FREGOSO-TIRADO, L.: Efecto de sistemas de labranza y manejo de residuos de cosecha sobre indicadores de calidad química de un vertisol (México)....                                                              | 174 |
| GARCES, A., M. X. GÓMEZ-REY, E. VASCONCELOS, y M. MADAIIRA: Influência da árvore e da pastagem melhorada na distribuição espacial de C orgânico e N e na mineralização de N em solos de Montado (Portugal) ..... | 175 |
| GIUFFRÉ, L., R. ROMANIUK, M. E. CONTI y A. OBERTI: Sistemas de producción hortícola orgánica vs. Convencional: variables edafológicas que los caracterizan.....                                                  | 177 |
| GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M. <sup>a</sup> I., L. R. MARTINS DIAS: Acumulación de cobre en suelos de viñedos .....                                                                                                      | 179 |
| HERNÁNDEZ, A. J., C. VIZCAYO, S. ALEXIS y J. PASTOR: Procesos antropoedáficos frecuentes en la reserva de la biosfera Jaragua-Bahoruco-Enriquillo (Rep. Dominicana).....                                         | 181 |
| HIDALGO, M., L. TREJO y J. D. ETCHEVERS: Efecto de la contaminación con hidrocarburos en la determinación de C orgánico del suelo.....                                                                           | 183 |
| HURTADO, M. D., A. DELGADO y L. ANDREU: Pérdidas de fósforo en suelos de la marisma de Lebrija enmendados con fosfoyeso.....                                                                                     | 185 |

|                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÍNIGO, V., M. ANDRADES, A. MARÍN y J. I. ALONSO: Determinación de los niveles de fondo de cinc, cobre y níquel en los suelos naturales de La Rioja (España) .....                                                                  | 186 |
| IRISARRI, P., S. GONNET, V. DOMÍNGUEZ y G. ARRARTE: Emisiones de óxido nítrico por suelos cultivados con arroz .....                                                                                                               | 188 |
| LEICACH, S., A. DELLA PENNA, N. SZTARKER y M. OLLOQUIEGUI: Efectos alelopáticos de residuos de <i>Chenopodium album</i> sobre soja sembrada bajo la modalidad siembra directa .....                                                | 189 |
| LONGO, R. M., A. I. RIBEIRO, W. J. MELO y G. M. P. MELO: Macro e micro nutrientes em espécies utilizadas na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica (Brasil) .....                                     | 191 |
| LÓPEZ HERNÁNDEZ, D., A.Y. LÓPEZ, I. HERNÁNDEZ-VALENCIA, A. OJEDA y C. HERNÁNDEZ: Impacto de la fertilización orgánica sobre indicadores de calidad de suelos en granjas agroforestales localizadas en el Amazonas Venezolano ..... | 192 |
| MATOS, M. A., D. S. ANDRADE, A. COLOZZI-FILHO, E. L. BALOTA y I. LOBO: Fósforo, amonificação e nitrificação após longo tempo de aplicações consecutivas de chorume de suínos em solo cultivado no sul do Brasil ....               | 193 |
| MOYANO, A., E. CHARRO, P. MAYORGA, P. CIRIA y S. PLAZZA: Determinación de radionúclidos para la discriminación de suelos destinados a cultivos ecológicos .....                                                                    | 195 |
| NATALE, W., R. DE MELLO PRADO: Desenvolvimento inicial e estado nutricional do maracujazeiro em resposta à aplicação de lodo textil .....                                                                                          | 196 |
| OBATA, R., ILZA LOBO: Adsorção de herbicidas iônicos (2,4-D e atrazina) em latossolos brasileiros .....                                                                                                                            | 197 |
| PADILLA, J., S. COVALEDA, S. PAJARES, J. F. GALLARDO, J. D. ETCHEVERS y L. ALONSO: Disponibilidad de nutrientes en suelos cultivados del eje neovolcánico mexicano .....                                                           | 199 |
| PAJARES, S., R. FERRERA-CERRATO y J. F. GALLARDO: Influencia de la degradación de los suelos volcánicos mejicanos en la población microbiana ....                                                                                  | 201 |
| PAOLINI, J., E. SAN BLAS y H. RAMOS: Actividad de la enzima proteasa en suelos cafetaleros del sector vitú (Estado Trujillo, Venezuela) .....                                                                                      | 202 |
| PESSAGNO, C., M. <sup>a</sup> DOS SANTOS AFONSO: Estudio comparativo del impacto ambiental de tres herbicidas de uso común en cultivos de soja y trigo....                                                                         | 203 |
| PRADO, B., C. DUWIG, M. ESCUDEY, C. HIDALGO y J. PADILLA: Adsorción de nitrato en un suelo volcánico mexicano: competencia con el cloruro y efecto de la materia orgánica .....                                                    | 205 |
| RODRÍGUEZ, P. y S. GONZÁLEZ y M. <sup>a</sup> J. LEMA: Acumulación en suelos agrícolas de cobre, níquel, plomo y zinc procedentes de lodos de depuradora urbana .....                                                              | 206 |

|                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RODRÍGUEZ-NEAVE, F., J. PINEDA-PINEDA, M. A. VERGARA-SÁNCHEZ, R. GARCÍA-PÉREZ y A. VÁZQUEZ-ALARCÓN: Efecto de un gel hidrofílico fertilizante sobre el suelo y la producción de jitomate y trigo .....                                     | 207 |
| RUIZ HUGO, A., A. TADEU, V. H. ÁLVAREZ, P. ALONSO, R. BERTOLA y G. KANGUSSU: Lixiviação de amônio, nitrato, potássio e fósforo quando aplicados na forma de fertilizantes formulados por fertirrigação .....                               | 209 |
| SAMPAIO, E. P.: Influencia das práticas culturais na gestão das relações agricultura/natureza .....                                                                                                                                        | 211 |
| SÁNCHEZ-BRITO, C., A. ROLDÁN, M. TISCAREÑO, F. CARAVACA, M. T. HERNÁNDEZ, C. GARCÍA y M. VELASQUEZ: Impactos de la rehabilitación sobre indicadores de la calidad del suelo en la cuenca hidrológica de Zirahuén, Michoacán (México) ..... | 213 |
| TOLEDO, D. M., H. C. DALURZO y S. VÁZQUEZ: Cambios edáficos producidos por el uso citrícola en un oxisol de Misiones (Argentina) .....                                                                                                     | 215 |
| TORRES, R. M., P. NARANJO, M. FARFÁN y E. SHAM: Adsorción de Cu y Zn, en Bentonita Argentina y sus productos de tratamiento térmico y mecánico .....                                                                                       | 217 |
| TRELLES REINOSO, S. M. <sup>a</sup> , J. E. LÓPEZ, M. ARIAS y J. SIMAL: Efecto de la temperatura, pH y cosolvente en la adsorción del cyprodinil en un suelo de cultivo .....                                                              | 219 |
| VERGARA-SÁNCHEZ, M. A., J. D. ETCHEVERS: Evaluación de la calidad del suelo en sistemas agrícolas tradicionales e introducidos en la Sierra Norte de Oaxaca (México).....                                                                  | 220 |
| ZAMORA M., J. L. COSTA, H. ECHEVARRÍA y A. BÁEZ: Nitratos en agua de drenaje en un maíz fertilizado en el centro sur de la pampa húmeda (Argentina) .....                                                                                  | 222 |

#### **Sesión IV. CICLO Y CAPTURA DE C EN IBEROAMÉRICA**

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AMEZQUITA, M. <sup>a</sup> C., E. MURGUEITIO, M. IBRAHIM y B. L. RAMÍREZ: Captura de carbono en sistemas de pasturas y silvopastoriles en cuatro ecosistemas de Iberoamérica Tropical ( <i>Ponente</i> ) .....                                                    | 227 |
| BÁEZ, A., J. D. ETCHEVERS, C. HIDALGO y C. PRAT: Emisión de CO <sub>2</sub> en Tepetates (materiales volcánicos endurecidos) habilitados para la agricultura en Tlaxcala (México) .....                                                                           | 229 |
| DE LA ROSA, J. M., J. A. GONZÁLEZ-PÉREZ, R. GONZÁLEZ-VÁZQUEZ, B. SALES-DÁVILA, A. TERÁN, T. VERDEJO-ROBLES, E. LÓPEZ-CAPEL, F. J. GONZÁLEZ-VILA, y O. POLVILLO: Implicaciones ambientales de formas refractarias de materia orgánica en suelos y sedimentos ..... | 231 |
| ETCHEVERS, J., A. BÁEZ, C. PRAT y C. HIDALGO: Distribución de C en fragmentos y agregados de materiales volcánicos endurecidos habilitados para la agricultura .....                                                                                              | 233 |
| FONSECA, F., A. MARTINS, T. DE FIGUEIREDO, A. GUERRA y C. NOGUEIRA: Avaliação do efeito de operações de preparação do terreno no armazenamento e distribuição de carbono em jovens povoamentos florestais ....                                                    | 235 |

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FRANCO MAASS, S.: Estimación de C almacenado en el bosque templado de un parque nacional de México.....                                                                         | 237 |
| HERNÁNDEZ, G., I. IZQUIERDO, M. M. ALGUACIL y F. CARAVACA: Captura de carbono e indicadores de la rehabilitación edáfica de áreas degradadas por la minería en Moa (Cuba) ..... | 239 |
| LEMONS DE SOUSA, M. J.: CO <sub>2</sub> sequestration in coal seams: Are iberian pilot projects feasible? .....                                                                 | 241 |
| VALDÉS-VELARDE, E., J. I. VALDÉS-HERNÁNDEZ, J. F. GALLARDO LANCHO, V. M. ORDAZ-CHAPARRO y J. PÉREZ-NIETO: El C edáfico en manglares de Nayarit (México) .....                   | 243 |

## Sesión V. PROCESOS Y CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| OSTERRIETH, M.: Ciclo biogeoquímico del Silicio: Biomineralizaciones silíceas ( <i>Ponente</i> ) .....                                                                                                                                                                                                   | 247 |
| ACEÑOLAZA, P. G., L. P. ZAMBONI y J. F. GALLARDO: Ciclos biogeoquímicos de bosques de la llanura de inundación del río Paraná (Argentina): Aporte de hojarasca.....                                                                                                                                      | 249 |
| BORRELLI, N., F. OYARBIDE, M. OSTERRIETH y J. MARCOVECCHIO: Efecto de la cobertura vegetal y la producción de biominerales cálcicos sobre el ciclo biogeoquímico del calcio .....                                                                                                                        | 250 |
| CHARRO, E., A. MOYANO y P. MAYORGA: Uso de modelos para estudiar la dinámica del carbono en el sistema suelo-atmósfera .....                                                                                                                                                                             | 252 |
| CONTI, M. E., I. CIAMPITTI y E. CIARLO: Emisiones de óxido nitroso: Efecto de la interacción fertilización inoculación en cultivo de soja ( <i>Glycine max</i> (L.) Merrill) .....                                                                                                                       | 253 |
| ENEDI BOARETTO, A., M. LUCIO ROQUE, F. C. ALVAREZ y V. FRANCO: Absorção pelo feijoeiro de cézio-137 de solos de região tropical (Brasil) .....                                                                                                                                                           | 255 |
| GONZÁLEZ CASCÓN, M. R., I. GONZÁLEZ GONZÁLEZ, A. C. DE LA CRUZ CALLEJA, M. SERRANO JATIVA y J. M. GRAU CORBI: Modificación de la composición química de la precipitación incidente al atravesar el dosel arboreo de una repoblación de <i>Pinus pinaster</i> en la provincia de La Coruña (España) ..... | 257 |
| MELO, W. J., L. RENATA, J. ANDREIA, G. MELO, P. MELO y P. VALERIA: Chumbo em solo contaminado por diferentes fontes do metal e em plantas de amendoim .....                                                                                                                                              | 259 |
| MURILLO, J. M., T. MARAÑÓN, P. MADEJÓN y M. <sup>a</sup> T. DOMÍNGUEZ: Patrones de acumulación de elementos traza en plantas superiores: implicaciones para la red trófica .....                                                                                                                         | 261 |
| OYARZUN, C. E., C. ARACENA, R. GODOY, P. RUTHERFORD y J. C. PROSCHLE: Retención de nitrógeno en cuencas con bosque nativo y plantaciones de <i>Eucalyptus</i> en el Sur de Chile.....                                                                                                                    | 263 |

## Sesión VI. PROCESOS Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

|                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MARTÍNEZ MANENT, S.: Vitrificación de lodos de EDAR ( <i>Ponente</i> ) .....                                                                                                                                                                                  | 267 |
| ALEXANDRE-FRANCO, M., M. D. GUTIÉRREZ, M. L. GODINO, R. LÓPEZ y V. GÓMEZ: Modificación de un carbón activado comercial para su utilización en el tratamiento de aguas .....                                                                                   | 269 |
| ALONSO BORBALÁN, A., J. LÓPEZ RUIZ: Zeotecnología: Protección ambiental (amonio) .....                                                                                                                                                                        | 271 |
| AVENDAÑO, J. R., E. U. HERNÁNDEZ y J. M. DEL RÍO: Dispersion y estabilidad de una resina epoxy bajo la forma de una emulsión <i>o/w</i> . Substitución solventes orgánicos volátiles por medio de agua como fase dispersante ..                               | 272 |
| BERNAL GONZÁLEZ, R., L. A. CAMPA MACÍAS y R. LIMAS BALLESTEROS: Oxidación de clorobenceno adsorbido en carbón activado mediante ozono/ultravioleta en un lecho fluidizado sólido-líquido-gas .....                                                            | 274 |
| CERECEDA BALIC, F., N. SCHIAPPACASSE, V. VIDAL y P. OLAYA: Desarrollo de un nuevo sistema de extracción de <i>puf</i> para la determinación de HAPs presentes en aerosoles atmosféricos.....                                                                  | 275 |
| CRAMEZ, C. y M. J. LEMOS DE SOUSA: Salt tectonics in gas storage & radioactive waste disposal .....                                                                                                                                                           | 277 |
| ESTÉVEZ, A. M., A. ÁLVARO, J. M. <sup>a</sup> RODRÍGUEZ, J. R. SÁNCHEZ y P. A. AUGUSTO: Limpieza de gases I: Filtración magnética de un aerosol de óxido de hierro mediante parrillas magnetizables.....                                                      | 279 |
| FERNÁNDEZ TURIEL, J. L., V. MARÍN y D. GIMENO: Utilización de zeolitas para la remoción de arsénico en aguas .....                                                                                                                                            | 281 |
| GARCÍA, A. R. y A. F. DE IORIO: Adsorción de P en roca calcárea no consolidada utilizada como medio de sostén en corrales de engorde de ganado vacuno .....                                                                                                   | 282 |
| GARCÍA VALLES, M., J. M. NOGUES, G. ÁVILA y S. MARTÍNEZ: Obtención de pantallas acústicas a partir de residuos industriales .....                                                                                                                             | 284 |
| GARRIDO, O. B., E. R. SILVA: Modelo de célula electroquímica para estudos da remediação de solos .....                                                                                                                                                        | 285 |
| GONZÁLEZ, M., J. FLORES, E. ADUNA y M. MAUBERT: Retención de ion amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) por zeolitas naturales mexicanas (clinoptilolitas) .....                                                                                              | 287 |
| MASSOBRIO, M. J., A. R. GARCÍA, E. PALACÍN, A. SFEIR y M. PISCITELLI: Incidencia de las características geoambientales sobre los niveles de nutrientes y sales presentes en la escorrentía superficial generada en suelos con usos ganaderos intensivos ..... | 289 |
| NAVNTOFT, C., E. WOLFRAM, A. PALADINI, L. DAWIDOWKI y M. A. BLESÁ: Irradiancia e irradiación UV-A a partir de medidas con radiómetros a 380 nm para aplicaciones ambientales de la energía solar .....                                                        | 290 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| NÚÑEZ, L. A., F. J. RODRÍGUEZ y O. J. GRAIEB: Eliminación de arsénico en agua de consumo para pobladores de bajos recursos del Norte Argentino .....                                                                                                            | 291 |
| OLIVARES-MARÍN, M., C. FERNÁNDEZ, A. MACÍAS y V. GÓMEZ: Retención de mercurio por carbón activado preparado a partir de residuos agroindustriales .....                                                                                                         | 293 |
| PARDO, J. I., E. LANGA, A. M. MAINAR, F. GIBANEL, M. I. TERUEL, J. BURILLO y J. S. URIETA: Extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico de aceites esenciales de plantas aromáticas ( <i>Salvia lavandulifolia</i> VAHL.).....                                   | 295 |
| POWELL, P. A., M. LITTER, M. A. BLESÁ y M. C. APELLA: Desinfección solar de aguas por fotólisis y fotocátalisis: aplicación en Tucumán (Argentina) .....                                                                                                        | 297 |
| POZNYAK, T., T. CHAIREZ, A. GARCÍA y A. POZNYAK: Aplicación de una red neuronal dinámica para la estimación de la dinámica de la degradación de antraceno por ozonación simple en un modelo de suelo contaminando..                                             | 299 |
| PRÉNDEZ, M., H. PERALTA y R. PALMA: Cuantificación de elementos pesados en un potencial biomonitor de la calidad del aire en la Península Antártica .....                                                                                                       | 300 |
| PUNTA, A., M. PRÉNDEZ y P. MEDINA: Emisión de material particulado desde vehículos diesel livianos y medianos nuevos .....                                                                                                                                      | 302 |
| RODRÍGUEZ, J. M. <sup>a</sup> , A. ÁLVARO, J. M. <sup>a</sup> RODRÍGUEZ, J. R. SÁNCHEZ, P. A. AUGUSTO y A. M. ESTÉVEZ: Limpieza de gases II: Filtración magnética de un aerosol de óxido de hierro mediante un lecho granular estabilizado magnéticamente ..... | 304 |
| SEPÚLVEDA SÁNCHEZ, J. D., S. BLANCO JIMÉNEZ, R. BERNABÉ CABANILLAS y B. CÁRDENAS GONZÁLEZ: Determinación del perfil morfoquímico mediante microscopía electrónica y análisis de Rayos X en una fuente industrial metalmecánica (México).....                    | 306 |
| STUCCI SILVA, L. F., W. PICKINA, I. SPACINO, S. GIANCOLI y W.J. BARRETO: Substituição de Fe(III) por Ni(II) em um sideróforo modelo: Um estudo cinético e espectroscópico .....                                                                                 | 308 |
| VÍLCHEZ GÓMEZ, R., J. M. BARRIGÓN, M. MELLADO, D. GUZMÁN, V. GÓMEZ, J. A. MÉNDEZ y M. A. GÓMEZ: Modelización del campo sonoro en ambientes urbanos.....                                                                                                         | 310 |

## **Sesión VII. SALUD Y AMBIENTE**

|                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BARRIGÓN, J. M.: Ambientes sonoros, ambientes urbanos, sonido, ruido y salud ( <i>Ponente</i> ) .....                                                             | 313 |
| COSTA, J. L., F. BEDMAR, V. APARICIO y P. DANIEL: Transporte de atrazina desde un cultivo de maíz en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) ..... | 314 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CRUZ, A., M. JUÁREZ, P. MIRANDA y I. ARELLANO: Determinación de metales en atún enlatado por espectroscopía de absorción atómica.....                                                                                                                             | 316 |
| DE MESQUITA FILHO, M. V., A. F. SOUZA: Produção de couve e teores de metais pesados em decorrência da aplicação de cama-de-suíno proveniente da asa alimentos (Brasil) .....                                                                                      | 318 |
| FERNÁNDEZ FEAL, M., M. FERNÁNDEZ LEAL, J. SANESTEBAN, P. ESCUDERO, S. BOUZA, J. R. PÉREZ PRADO y R. CHAO: Evolución del contenido de azufre en la gasolina comercializada en Galicia (España) como consecuencia de la aplicación del Real Decreto 1700/2003 ..... | 319 |
| FERNÁNDEZ FEAL, M. L., M. C. FERNÁNDEZ LEAL, J. SANESTEBAN, P. ESCUDERO, S. BOUZA, J. R. PÉREZ PRADO y R. CHAO: Determinación del contenido de partículas sólidas en gasóleo (Clase A) .....                                                                      | 321 |
| GAMBOA RODRÍGUEZ, M. T. y R. GAMBOA ALDECO: Efectos genotóxicos en una población infantil expuesta a hidrocarburos policíclicos aromáticos en el aire de regiones con actividad petrolera en el sureste de México ....                                            | 323 |
| GARCÍA GÓMEZ, R. S., P. CASTILLO, F. G. RUIZ, L. R. VALENCIA y C. DURÁN: Determinación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en muestras de ostiones frescos y en mejillones y pollo ahumados .....                                                            | 325 |
| GONZÁLEZ-VALDEZ, E., E. MANZANARES, H. RENÉ, C. LETCHIPIA, G. MERCADO, M. SALAS y L. GUZMÁN: Nivel de plomo en sangre en los grupos de alto riesgo en la comunidad de Vetagrande, Zacatecas (México).....                                                         | 327 |
| GROISS BUIZA, J., R. BAJO GÓMEZ, J. F. SÁNCHEZ CANCHO y J. M. RAMOS ACEITERO: Estudio epidemiológico de intoxicación por plomo (Satur-nismo) en 102 personas de una misma ciudad española .....                                                                   | 328 |
| HERNÁNDEZ ACOSTA, E., E. RUBIÑOS PANTA, J. AMADO ÁLVAREZ, C. RAMÍREZ AYALA y F. GAVI REYES: Contaminación del agua en el río Tulancingo (Hidalgo, Estado de México) .....                                                                                         | 330 |
| JUÁREZ JUÁREZ, M., A. CRUZ, P. MIRANDA y E. TINAJERO: Análisis de conta-minantes metálicos en alimentos enlatados .....                                                                                                                                           | 332 |
| MAGAZ, G. E.: Calidad del agua y servicios sanitarios en Argentina: Estado actual y desafíos futuros.....                                                                                                                                                         | 334 |
| MARTINS, S. S. y M. <sup>a</sup> T. VASCONCELOS: Níveis de benzeno e tolueno no fumo inalável de cigarros .....                                                                                                                                                   | 335 |
| MAYORGA, P., A. MOYANO, A. GARCÍA SÁNCHEZ, H. ANAWAR y E. CHARRO: Efecto del riego con agua contaminada por arsénico sobre los cultivos en un área del sur de la cuenca del Duero (España).....                                                                   | 337 |
| MÉNDEZ SIERRA, J. A., J. M. BARRIGÓN, A. TALAMINOS, V. GÓMEZ, J. M. VAQUERO y R. VÍLCHEZ: Estudio del ruido urbano en Zafra (Badajoz, España) .....                                                                                                               | 338 |
| PRIETO GARCÍA, F., O. A. BÁEZ, W. SCOTT, A. J. GORDILLO y A. ZÚÑIGA: Toxicidad y teratogénesis por arsénico en aguas en el pez cebra ( <i>Danio rerio</i> ).....                                                                                                  | 339 |

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SEBALLOS PALMA, S.: Contaminación de aulas y problemas auditivos evitables.....                                                   | 341 |
| TORO, R., M. A. LEIVA y R. G. E. MORALES: Concentraciones críticas de MP-10 en la atmósfera de la ciudad de Santiago (Chile)..... | 343 |

## **Sesión VIII. PROCESOS EN PROTECCIÓN Y BIORREMEDIACIÓN AMBIENTAL**

|                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MUCHA, A. P., C. MARISA, R. ALMEIDA, E. M. TERESA y S. D. VASCONCELOS: Reposta de uma planta de sapal ( <i>Juncus maritimus</i> ) a contaminação por cobre ( <i>Ponente</i> ) .....                                                    | 347 |
| ABREU, M. M., M. C. FERREIRA MAGALHÃES y C. ANJOS: Fitoestabilização da área mineira do braçal, sever do vouga, Portugal: Realidade ou mito? ....                                                                                      | 349 |
| ARCOS RAMOS, R., C. GONZÁLEZ SÁNCHEZ y F. ROSAS INCLÁN: Macrofitas acuáticas: ¿Contaminantes o soluciones de la contaminación por metales pesados? .....                                                                               | 351 |
| BERMÚDEZ, F.: Evaluación de comportamiento de metales pesados en suelos representativos del valle del Ebro tras la aplicación de lodos de depuradora.....                                                                              | 353 |
| CASTELO BRANCO, M. A., O. MOREIRA, S. A. SOUSA, F. CALOURO, M. P. FARELEIRA, A. DOMINGUES, A. S. ARAUJO, F. PEREIRA PIRES, A. GUERREIRO y O. R. MONTEIRO: Estudo da redução do impacto ambiental por modificação da dieta animal ..... | 355 |
| DE LA FUENTE, C., R. CLEMENTE y M. P. BERNAL: Utilización de alperujo y azufre como enmiendas de suelos contaminados: efectos sobre el pH y disponibilidad de metales pesados .....                                                    | 357 |
| DE SANTIAGO R., A. y A. DELGADO: Utilización de subproductos de la obtención de azúcar en la corrección de la clorosis férrica de plantas ....                                                                                         | 359 |
| ESPINOSA-VALDEMAR, R. M., I. DELFÍN-ALCALÁ, S. TURPÍN-MARIÓN, M. JUÁREZ-NAJERA y A. CISNEROS-RAMOS: Los pañales desechables usados: De un residuo urbano a un recurso potencial .....                                                  | 360 |
| FERNÁNDEZ BAYO, J. D., R. NOGALES y E. ROMERO: Adsorción de Diurón en suelos enmendados con vermicomposts de residuos agroindustriales.....                                                                                            | 361 |
| FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, C., F. PARRA, G. HIDALGO, M. OLIVARES y V. GÓMEZ: Utilización de residuos procedentes de la poda de la vid para la obtención de carbón vegetal .....                                                               | 362 |
| GÓMEZ REY, M. X., E. VASCONCELOS y M. MADEIRA: Efeito da aplicação de cinza de biomassa florestal na dinâmica do N e nas características químicas do solo de uma plantação de <i>Pinus pinaster</i> de Portugal ....                   | 364 |
| GÓMEZ SÁNCHEZ, M. A., M. I. GONZÁLEZ y M. R. MORALES: Valoración de residuos de industrias apícolas para su utilización como fertilizantes de liberación lenta .....                                                                   | 366 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| GUEVARA, J. A., M. NETZAHUAL, F. PÉREZ, A. DOMÍNGUEZ, V. MONTIEL y A. L. VÁZQUEZ: Estudio de la planta de nopal <i>Opuntia ficus indica</i> en la biorremediación de suelos contaminados por plomo, cadmio, cromo y arsénico en el Estado de Tlaxcala (México) ..... | 368 |
| HERNÁNDEZ SORIANO, M. C., M. D. MINGORANCE: Movilización de metales en suelos inducida por la presencia de tensioactivos .....                                                                                                                                       | 370 |
| LOEWE, V. y M. GONZÁLEZ: Efecto en la composición química del suelo de la asociación de pino oregón ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ) y aramo australiano ( <i>Acacia melanoxylon</i> ) respecto a plantaciones puras de ambas especies en el Sur de Chile .....      | 372 |
| MACÍAS GARCÍA, A., M. OLIVARES, M. F. ALEXANDRE, C. FERNÁNDEZ y V. GÓMEZ: Aprovechamiento de la goma de neumático para la preparación de adsorbentes carbonosos .....                                                                                                | 374 |
| MADEJÓN, E., A. PÉREZ DE MORA, F. MADRID, P. BURGOS, y F. CABRERA: Efecto de la recuperación natural asistida en la distribución de elementos traza en un suelo contaminado .....                                                                                    | 376 |
| MARQUÉS, P., D. MOTA y M. F. ROSA: Bio-remoção de Cu(II), Zn(II) e Fe(II) de soluções aquosas ácidas por macroalgas .....                                                                                                                                            | 378 |
| MEDINA, L., M. BLETRÁN y M. VACA: La fitorrestauración como alternativa en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos .....                                                                                                                             | 380 |
| MORALES-ROBLEDO, R. y M. NAVARRO-CLEMENTE: Extracción de metales pesados en muestras de tierras contaminadas mexicanas .....                                                                                                                                         | 382 |
| MORENO, G., L. LÓPEZ: Los sistemas agroforestales como mecanismo de control de la lixiviación de nitratos .....                                                                                                                                                      | 384 |
| MORENO-JIMÉNEZ, E., E. ESTEBAN, R. CARPENA-RUIZ y J. M. PEÑALOSA: Resistencia al arsénico en especies arbustivas silvestres utilizadas en revegetación. Posible aplicación en fitorrecuperación de suelos .....                                                      | 386 |
| MUÑIZ, O., J. ESTÉVEZ, S. QUICUTE, A. MONTERO, T. FRASER y E. VEGA: Extracción de níquel y cadmio por la patata cultivada sobre suelo Ferrasol ródico de la provincia de La Habana (Cuba).....                                                                       | 388 |
| MURCIEGO, A., M. RODRÍGUEZ, E. PINILLA, J. CABEZAS, T. BUYOLO y A. GARCÍA: Distribución y movilidad del antimonio en suelos y plantas de áreas mineras contaminadas de Extremadura (España) .....                                                                    | 389 |
| NIQUI-ARROYO, J. L. y J. J. ORTEGA-CALVO: Influencia del uso combinado de la técnica electrocinética y del tensioactivo BRIJ 35 en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos aromáticos policíclicos .....                                         | 390 |
| PARDO GIMÉNEZ, A., M. <sup>a</sup> A. PERONA y J. PARDO: Producción de hongos comestibles a partir de subproductos agrícolas y agroindustriales .....                                                                                                                | 392 |
| PARRA RODRÍGUEZ, F., M. OLIVARES, C. FERNÁNDEZ y V. GÓMEZ: Preparación y caracterización de carbón activado a partir de sarmientos de la vid .....                                                                                                                   | 394 |
| PEREIRA, J., F. GONZÁLEZ y ÓSCAR VALBUENA: Estudio de la posible vía de utilización de dibenzotiofeno (DBT) por bacterias termófilas sulforreductoras.....                                                                                                           | 396 |

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PREMUZIC, Z., E. PALMUCCI, J. TAMBORENEA y M. NAKAMA: Desinfección química de la solución recirculante: Efectos de la aplicación de cloro sobre un cultivo de lechuga .....                                       | 397 |
| RIBEIRO, A. I., R. M. LONGO, W. J. MELO y G. M. P. MELO: Aspectos químicos de solos degradados após recobrimento com “top soil” .....                                                                             | 399 |
| RIVERA CRUZ, M. C., J. C. SILVA y E. HERNÁNDEZ: Biofertilizante: Una alternativa para la fertilización orgánica para el cultivo de limón persa ( <i>citrus aurantifolia</i> L.) .....                             | 400 |
| ROBLEDO, E., L. CORLAY, J. PINEDA, E. HERNÁNDEZ, B. ORTIZ, A. PONCE, R. MALDONADO, E. ÁLVAREZ y D. CRISTÓBAL: Absorción nutrimental del <i>Ballico perenne</i> establecido en suelos mejorados con biosólidos.... | 401 |
| SALAS LUÉVANO, M. A., E. MANZANARES, H. RENÉ, C. LETECHIPA y G. MERCADO: Inspección de flora para fitorremediación en jales de Francisco I. Madero, Zacatecas (México) .....                                      | 403 |
| SANTIBÁÑEZ, C., M. <sup>a</sup> T. VARNERO y R. GINOCCHIO: Mineralización de C y N en relaves mineros acondicionados con biosólidos .....                                                                         | 404 |
| TRINELLI, A., M. <sup>a</sup> DOS SANTOS AFONSO: Fotodegradación de pesticidas organofosforados. Clorpirifós: un caso en estudio .....                                                                            | 405 |
| TRUJILLO NARCIA, A., M. C. RIVERA y E. MANDONADO: Efecto de la restauración de suelo contaminado con petróleo en el suelo y en la vegetación en Tabasco (México) .....                                            | 407 |
| VARNERO, M. <sup>a</sup> T., R. ORELLANA, C. ROJAS y C. SANTIBÁÑEZ: Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación .....                                           | 409 |

## Sesión IX. CIENCIAS SOCIALES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BALLESTER, F.: Relación entre la contaminación atmosférica y la salud. Estudios en España y Europa ( <i>Ponente</i> ) .....                                                                                                                                                                             | 413 |
| BLESA, M.: La ruptura del dique de colas de porco, Potosí (Bolivia), en 1996.....                                                                                                                                                                                                                       | 415 |
| FERNÁNDEZ POZO, L.: Oficinas universitarias de medio ambiente .....                                                                                                                                                                                                                                     | 416 |
| IRAZOQUE REYES, L. A.: Problemática de la producción, manejo e importación de residuos tóxicos y peligrosos de las industrias en México.....                                                                                                                                                            | 417 |
| RIVERO SIVERIO, O., C. E. CARBALLO, M. B. BARBARA y A. ZAMORA: La empresa azucarera Enrique Varaona González: Por una posición proactiva ante la dimensión ambiental de la responsabilidad social empresarial ....                                                                                      | 418 |
| RZONCA, J., R. POSPISIL, P. MICOVÁ, M. SVOZILOVÁ y J. POZDÍSEK: Estudio del balance energético en los prados en la Región Jeseníky (República Checa).....                                                                                                                                               | 420 |
| SÁNCHEZ LEYVA, J. I., D. SÁNCHEZ, J. M. SÁNCHEZ, C. WISE, L. R. LEO, Y. RODRÍGUEZ, M. SÁNCHEZ, G. SOLER, J. R. FERNÁNDEZ, A. I. VILIER y J. S. Fonseca: Preliminares sobre fitocarbono en agroentorno: <i>Almacén natural</i> de CO <sub>2</sub> . Salud ecológica, humana y ambiental sostenible ..... | 422 |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VALDÉS GONZÁLES, L., Y. JIMÉNEZ y Y. PÉREZ: Experiencias en la realización de diagnósticos ambientales..... | 424 |
| ZAPATA E. y B. M. GUTIÉRREZ GARZA: Mujeres y deterioro ambiental .....                                      | 426 |

## **Sesión X. EDUCACIÓN, DIDÁCTICA, EXTENSIÓN Y DIVULGACIÓN AMBIENTAL**

|                                                                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| REYES, L. B.: Una enseñanza sustentable de las Ciencias Naturales para la sostenibilidad del ecosistema global ( <i>Ponente</i> ) .....                                                                                        | 431 |
| BORJÓN-APAN, G., R. GÓMEZ-BALDERAS, J. AQUINO-CABALLERO, G. CRUZ y A. SÁNCHEZ: Adaptación del trabajo experimental de electroquímica de macro a microescala .....                                                              | 433 |
| BORSESE, A. y R. PEDRONI: Hacia una educación ambiental consciente ....                                                                                                                                                        | 434 |
| DOMÍNGUEZ, A. E., M. <sup>a</sup> C. DOMÍNGUEZ y G. RUVALCABA: “Desastre ambiental en la primavera”: Estudio de caso .....                                                                                                     | 436 |
| ESTEVEZ OSTOLAZA, C.: Diseñar modelos de estrategias de aprendizaje de algunos tópicos de la Física que influyen en el medio ambiente, para el nivel de la Educación Secundaria (Perú) .....                                   | 437 |
| ESTRADA VALLÉS, M. <sup>a</sup> E., E. PÉREZ LÓPEZ y G. ZUBIATE CABANILLAS: Uso de <i>Phanerochaete chrysosporium</i> en el aprovechamiento de desechos agrícolas en el Valle del Yaqui, Sonora (México) .....                 | 438 |
| FEREGRINO, V., C. REZA, L. R. ORTIZ y M. <sup>a</sup> E. NAVARRO: Las pilas desechables en México: su mercado y disposición .....                                                                                              | 440 |
| GÓMEZ MOLINE, M. y L. BERTHA: La educación ambiental en la enseñanza profesional de las Ciencias Químicas.....                                                                                                                 | 442 |
| GONZÁLEZ SALGADO, M. E.: Valoración del efecto de macronutrientes en un suelo mejorado con composta en Azcapotzalco (México D.F.).....                                                                                         | 444 |
| GUZMÁN, T. y C. CHARPENTIER: Propuesta educativa ambiental del doctorado en ciencias naturales para el desarrollo .....                                                                                                        | 445 |
| LLANOS ROJAS, J. A., O. BRAVO, L. CALEYA, M. <sup>a</sup> J. GORDILLO, P. ZAMBRANO, J. DUARTE, E. CUELLAR y A. CANGAS: Calentando la atmósfera .....                                                                           | 447 |
| MARTÍN RODRÍGUEZ, A., D. PEÑAFIEL y M. M. <sup>a</sup> HUERTAS: Influencia del color y de la inclinación en el rendimiento de equipos solares .....                                                                            | 449 |
| MEJUEIRO, M. <sup>a</sup> M., M. RODRÍGUEZ y M. BARRAGÁN: Contaminación del medio ambiente y efectos sobre la salud del hombre .....                                                                                           | 450 |
| MIRANDA REYES, P., M. JUÁREZ, A. CRUZ y M. PALACIOS: Análisis de contaminantes metálicos en vegetales comestibles.....                                                                                                         | 452 |
| MORALES GALICIA, M. L., L. B. REYES SÁNCHEZ, M. GÓMEZ MOLINÉ, S. ZAMBRANO MARTÍNEZ, B. E. CASTRO CHÁVEZ, B. ZOMOZA ESPINA: Empleo del aprendizaje basado en problemas (ABP) para la apropiación de un problema ambiental ..... | 454 |

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MORENO BRAVO A., N. MORENO GARCÍA y R. D. BASCO LÓPEZ DE LERMA:<br>Biorremediación microbiana de suelos tratados con herbicidas y<br>pesticidas .....                                                     | 456 |
| OROZCO, C., A. PÉREZ y N. GONZÁLEZ: Una motivación para el aprendizaje<br>de la Química en las enseñanzas técnicas: su dimensión ambiental.....                                                           | 457 |
| ORTIZ, L., C. REZA, V. M. FERREGRINO y A. E. DOMÍNGUEZ: Catálogo de<br>desastres ecológicos en México (2000-2005) .....                                                                                   | 459 |
| PALACIOS MÉNDEZ, E., A. RODRÍGUEZ ALCÁNTARA, S. SANTANO BORREGA<br>y R. D. BASCO LÓPEZ DE LERMA: Ecología microbiana de aguas<br>ferruginosas .....                                                       | 461 |
| PRAUSE, J., M. J. MARINICH, C FERNÁNDEZ y P. ANGELONI: Manejo de los<br>residuos de cosecha del algodón y su impacto en la sanidad y<br>los suelos .....                                                  | 462 |
| RAYGOZA-MACEDA, M. <sup>a</sup> I., I. DELFIN-ALCALÁ y R. M. ESPINOSA-VALDEMAR:<br>Cuantificación de los residuos generados en un laboratorio de enseñanza<br>de análisis instrumental.....               | 464 |
| REBOLLADA CASADO, E., F. J. FERNÁNDEZ AMO y R. MERINO MÁRQUEZ:<br>La mina de La Jayona: aplicación didáctica de la Física y Química<br>geológicas a un yacimiento de hierro del suroeste peninsular ..... | 466 |
| REZA GARCÍA, J. C., L. R. ORTIZ, M. <sup>a</sup> E. NAVARRO y V. M. FERREGRINO:<br>El contexto ambiental en los libros de química de nivel superior de<br>México .....                                    | 468 |
| RODRÍGUEZ PÉREZ, M. y M. <sup>a</sup> M. M. MEIJUEIRO MOROSINI: Guía para el<br>manejo de residuos químicos inorgánicos.....                                                                              | 470 |
| ROMERO CORONEL, G. y A. LÓPEZ ANDRADE: Aplicación en docencia de una<br>planta piloto de tratamiento de agua para eliminar iones de plomo ....                                                            | 472 |
| TOROSI, F. y M. CABALLERO: Análisis de ilustraciones en internet que<br>refuerzan concepciones alternativas sobre el ozono estratosférico .....                                                           | 474 |
| VIDAL JIMÉNEZ, L., L. REYES y T. VIDAL: Generación de módulos de educa-<br>ción ambiental para educación parvularia.....                                                                                  | 476 |

## **Sesión XI. QUÍMICA VERDE Y AMBIENTE**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MESTRES, R.: Química sostenible: Una química para la calidad ambiental<br>( <i>Ponente</i> ).....                                                                                                                                               | 481 |
| ÁLVAREZ TOLEDANO, C., G. MENDOZA, A. FLORES, H. CANTÓN y J. G.<br>PENIERES: Síntesis de b-caprolactama mediante la filosofía de la química<br>verde.....                                                                                        | 484 |
| BARCELÓ QUINTAL, M., J. A. MANZANILLA, R. RENDÓN y J. FLORES: Degrada-<br>ción abiótica de un (Metilparatión) plagicida organofosforado: Estudio<br>químico con catalizadores metálicos y fotoquímico en presencia de<br>sensibilizadores ..... | 486 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BARDAJÍ, E. y G. ALBESA: Nuevos materiales de corcho químicamente modificado .....                                                                                                       | 488 |
| MIRANDA RUVALCABA, R., M. G. MONTES DE OCA YEMHA, L. B. REYES SÁNCHEZ y O. MANERO BRITO: Síntesis de sulfato de bario de tamaño nanoscópico vía una fase orgánica-inorgánica .....       | 489 |
| NÓGUEZ CÓRDOVA, M. O., M. I. NICOLÁS, H. RÍOS, R. MIRANDA y A. CABRERA: Síntesis de <i>bis</i> -Biginelli en el contexto de la química verde ..                                          | 490 |
| PENIERES CARRILLO, J. G., J. G. GUADALUPE, J. L. RAMÍREZ, F. GARCÍA LÓPEZ y C. ÁLVAREZ TOLEDANO: Obtención de un compuesto anticancerígeno usando el protocolo de la química verde ..... | 492 |
| PÉREZ, L., A. PINAZO, M. T. GARCÍA y M. R. INFANTE: Lipoaminoácidos derivados del glicerol .....                                                                                         | 494 |
| VELASCO BEJARANO, B., G. MARTINES, R. MIRANDA y M. MARTÍNEZ: Ciclación intramolecular de lactonas sesquiterpénicas mediante el uso de una arcilla: Una opción verde .....                | 495 |
| VILCHIS ARGUETA, M. B., E. HERNÁNDEZ, C. ARTEMISA, R. C. OSNAYA, G. A. ARROYO y R. MIRANDA: Manual de prácticas de laboratorio de química orgánica verde y a microescala .....           | 496 |

## Sesión XII. SUSTANCIAS HÚMICAS Y AMBIENTE

|                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TOMATI, U., F. DI MARIO y E. GALLI: Recycling of organic matter from wastes to restore soil fertility ( <i>Ponente</i> ).....                                                                                                     | 499 |
| ARCE, F., B. VASILADIS, D. GONDAR, A. IGLESIAS, J. ANTELO, R. LÓPEZ y S. FIOL: Análisis de la carga variable de dos suelos orgánicos mediante el modelo NICA-Donnan .....                                                         | 500 |
| BAIGORRI, R., M. FUENTES, G. GONZÁLEZ-GAITANO y J. M. GARCÍA-MINA: Estudio estructural de sustancias húmicas: Complementariedad de cromatografía de exclusión por tamaño, ultrafiltración y dispersión de luz dinámica .....      | 501 |
| BARGIELA, M. y A. F. DE IORIO: Contenidos de Cu y Pb en ácidos húmicos y fúlvicos de sedimentos del cauce del río Matanza Riachuelo (Argentina)..                                                                                 | 503 |
| CARRASQUERO, A. e I. FLORES: Estudio de la interacción $Pb^{2+}$ -Vermicompost por medio de isothermas de adsorción y espectroscopía <i>FTIR</i> .....                                                                            | 505 |
| CARRIÓN, C., M. ABAD, F. FORNES, A. MAQUIEIRA y R. PUCHADES: Disminución del impacto ambiental de los residuos de cultivos hortícolas: Compost. Caracterización química y adecuación para la producción de planta ornamental..... | 506 |
| CEGARRA, J., J. A. ALBURQUERQUE y G. TORTOSA: El compostaje como método para detoxificar y valorizar agronómicamente el orujo de oliva de dos fases (alperujo) .....                                                              | 508 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DE ALCÁNTARA, S., L. AS MELO, D. VIDAL, N. DO A. MENEGUELLI, F. PESSANHA y G. DA SILVA: Efeito da aplicação de lodo de esgoto em argissolo vermelho-amarelo cultivado com banana ( <i>Musa sp</i> ) .....                                                                            | 509 |
| GALLARDO, J., S. COVALEDA, S. PAJARES, J. F. GALLARDO y J. D. ETCHEVERS: Caracterización de sustancias húmicas en suelos cultivados de origen volcánico del eje neovolcánico mexicano .....                                                                                          | 511 |
| GARCÍA-OLIVA, F., N. M. MONTAÑO, M. NAVA y A. M. NÓGUEZ: Dinámica del carbono y nitrógeno del suelo de un bosque tropical estacional mexicano: Procesos a diferentes niveles de la estructura del suelo .....                                                                        | 513 |
| MORAES TAVARES R. L. y C. A. CORDEIRO: Interferencia das substâncias húmicas extraídas de diferentes ambientes no processo de ciclagem biogeoquímica.....                                                                                                                            | 515 |
| OMIL, B., V. PIÑEIRO, R. MOSQUERA y A. MERINO: Evaluación ambiental y nutricional en una plantación forestal tratada con biosólidos con bajas concentraciones de metales pesados .....                                                                                               | 517 |
| QUINTERO LIZOALA, R., R. FERRERA, J. ETCHEVERS, N. GARCÍA, G. ALCÁNTARA y R. RODRÍGUEZ: Dinámica enzimática en el proceso de vermicompostaje y compostaje .....                                                                                                                      | 518 |
| RENDINA, A. E., M. J. BARROS, A. F. DE IORIO, S. KOROL, M. S. FORTUNATO, A. DE LOS RÍOS y G. FERNÁNDEZ: Reducción de cromo hexavalente en un suelo argentino inducido por enmiendas orgánicas y su acumulación en <i>Melissa officinalis L.</i> y <i>Begonia semperforens</i> .....  | 520 |
| REY F. y P. PERLO: Simulación de equilibrios de complejación metales-sustancias húmicas.....                                                                                                                                                                                         | 522 |
| ROPAIN, K., F. PICÓN, R. DURÁN y J. TABORDA: Producción de compost a partir de residuos de poda para reducir el impacto ambiental en la ciudad de Valledupar (Colombia) .....                                                                                                        | 523 |
| SALAZAR I. y C. RIVAS: Estabilización mediante compostaje de biosólido proveniente de una depuradora de aguas servidas (IX Región, Chile) ....                                                                                                                                       | 525 |
| SALES-DÁVILA, B., F. J. GONZÁLEZ-VILA, J. A. GONZÁLEZ-PÉREZ, H. KNICKER, A. TERÁN, J. M. DE LA ROSA, O. Polvillo, T. VERDEJO y R. GONZÁLEZ: La materia orgánica como bioindicador ambiental de la influencia del manejo sobre las propiedades de suelos de la amazonía peruana ..... | 526 |
| SENESE, N.: The role of humic substances in environmental protection from organic and inorganic contaminants .....                                                                                                                                                                   | 528 |
| VEGA, F. A., E. F. COVELO y M. L. ANDRADE COUCE: Adsorción y desorción simultánea de metales pesados en el horizonte superficial de un podsol haplico y un histosol fábrico.....                                                                                                     | 530 |
| <b>Índice de autores</b> .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 533 |



## ***SESIÓN INAUGURAL***

*Presidente: Dr. Juan F. GALLARDO <jgallardo@usal.es>*  
*Secretario: Dr. Jorge D. ETCHEVERS <jetchev@colpos.mx>*



## MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AMAZÔNIA

**Paulo Artaxo, Theotonio Pauliquevis, Luciana V. Rizzo, Luciene L. Lara,  
Carlos Pires Jr., Melina Paixão y Silvia de Lucca**

*Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, Travessa R, 187, São Paulo 05508-900 (S.P., Brasil). <artaxo@if.usp.br>.*

A Região amazônica está passando por um forte processo de mudança de uso do solo, com profundas alterações em seu ecossistema. Anualmente são desmatados cerca de 25.000 km<sup>2</sup> de florestas que são convertidos para áreas de pastagens ou cultivo. As emissões de queimadas resultantes deste processo alteram profundamente a química atmosférica da região, tanto em termos de gases traços como nas emissões de partículas de aerossóis. A componente de química atmosférica do experimento *LBA* (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia) lida com a compreensão dos processos básicos que regulam a composição da atmosfera amazônica, bem como as alterações atmosféricas advindas do processo de ocupação. Partículas de aerossóis são emitidas naturalmente pela vegetação, como partículas biogênicas, e estas são críticas nos mecanismos de produção de nuvens, no balanço de radiação solar e na ciclagem de nutrientes, entre outros processos. A floresta também é responsável por parte do controle de processos que regulam a concentração de gases traços críticos como o ozônio, monóxido de C, óxidos de N, óxido nitroso, metano, compostos orgânicos voláteis, e muitos outros.

Entender os processos naturais que regulam a composição da atmosfera é crítico para que se possa desenvolver uma estratégia de desenvolvimento sustentável na região amazônica. As grandes emissões de gases e partículas durante a estação seca provenientes das queimadas alteram profundamente a composição da atmosfera amazônica na maior parte de sua área. As concentrações de partículas de aerossóis e gases traços aumentam por fatores de 2 a 8 em grandes áreas, afetando os mecanismos naturais de uma série de processos atmosféricos na região Amazônica. Concentrações de PM<sub>10</sub> da ordem de 600 ug m<sup>-3</sup> e *black carbon* da ordem de 80 ug m<sup>-3</sup> são frequentemente observadas em largas regiões fortemente impactadas por queimadas. Os mecanismos de formação de nuvens são profundamente alterados quando a concentração de núcleos de condensação de nuvens (CCN – do inglês “*Cloud Condensation Nuclei*”) passa de 200 a 300 CCN mL<sup>-1</sup> na estação chuvosa para 5.000-10.000 CCN mL<sup>-1</sup> na estação seca. As gotas de nuvens sofrem uma redução de tamanho de 18 a 25 micrometros para 5 a 10 micrometros, diminuindo a eficiência do processo de precipitação e suprimindo a formação de nuvens. A concentração de ozônio, passa de cerca de 12 mg Mg<sup>-1</sup> (concentração típica ao meio do dia na estação chuvosa) para valores

em regiões fortemente impactadas por queimadas de até 100 Mg<sup>-1</sup>, nível que pode estar sendo fitotóxico para a vegetação. O balanço de radiação atmosférica é fortemente afetado, com uma perda líquida de até 70% da radiação fotossinteticamente ativa na superfície.

O fluxo de C e o processo fotossintético são fortemente influenciados pela alteração no balanço de radiação da floresta. Observamos um aumento de cerca de 50% na absorção de C quando a espessura ótica de aerossóis (EOA) em 500 nanômetros aumenta de 0.1 a 1.2, devido ao aumento da radiação difusa. Para cargas maiores de aerossóis na atmosfera a absorção de C diminui até obtermos valores de *NEE* (*Net Ecosystem Exchange*) de zero para EOA de 3 a 4 em 500 nm.

Outros efeitos importantes das emissões de queimadas ocorrem em regiões fora da Amazônia, com potenciais impactos no ciclo hidrológico de grandes regiões da América do Sul.

**Palavras chaves:** Amazônia, Aerossóis, Nuvens, Precipitação, Química atmosférica, Gases traços, Ozônio.

## *Sesión I*

# ***PROCESOS EN FÍSICA Y QUÍMICA ATMOSFÉRICA***

*Presidente: Dr. Raúl S. MORALES <raulgem@uchile.cl>*  
*Secretario: Dr. Jerónimo LORENTE <jeroni@am.ub.es>*



## PRONÓSTICO DE EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE

**Raúl G. E. Morales, C. H. González-Rojas, M. Merino Th. y A. Llano E.**

*Centro de Química Ambiental, Facultad de Ciencias. Universidad de Chile, Casilla 653 (Chile). <raulgem@uchile.cl>.*

La ciudad de Santiago de Chile localizada a 520 m s.n.m. (a los pies de la ladera andina occidental de la Cordillera de los Andes) y a 33.5° S y 70.8° O es una de las ciudades más contaminadas del mundo a nivel atmosférico durante los períodos de otoño-invierno. Por ello el pronóstico de episodios críticos de contaminación atmosférica en la cuenca atmosférica de Santiago resulta ser una materia de gran importancia para establecer alertas tempranas a la población en la toma de medidas de protección ciudadana. La ciudad cuenta con estaciones meteorológicas en varios puntos de la urbe, todas a nivel de superficie, a 520 m s.n.m. y una estación en altura, en un cordón montañoso al Poniente de la ciudad a 1065 m s.n.m.

Durante el inicio de un episodio meteorológico de tipo A se suceden una serie de cambios en las variables meteorológicas en la estación en altura (Estación Lo Prado), iniciándose con un brusco aumento de la temperatura, un descenso de la humedad relativa y una disminución de la componente Este del viento, dando origen a un incremento sustancial de la concentración de material particulado en el sector poniente de la ciudad. Al final del episodio el proceso se revierte, produciéndose una disminución de los contaminantes. Las variables meteorológicas antes descritas también se han seguido en Pudahuel ubicada en el centro de la cuenca y Las Condes, ubicada en el sector Este, ambas a nivel de superficie; sus comportamientos se han comparado con determinaciones automáticas de concentración horaria de partículas de PM10 en el sector de la ciudad de mayor concentración de estos contaminantes atmosféricos. La brecha dejada entre la estación meteorológica en altura y las situadas a nivel de superficie se ha cubierto complementariamente incorporando los análisis de perfiles verticales de dirección, velocidad y temperatura del viento, provenientes de un sondeador acústico que monitorea en función del tiempo en modo continuo. Como consecuencia de este análisis se ha propuesto un parámetro empírico derivado de la humedad relativa que, conjuntamente con la proyección sinóptica y el aumento del ICAP, permitirían establecer el probable inicio de un episodio crítico de contaminación atmosférica en una escala de 17 a 53 horas.

Con este análisis se ha dado una nueva visión a la caracterización del inicio y fin de episodios críticos de contaminación, asociadas a la variación de concentración de contaminantes atmosféricos a nivel urbano bajo condiciones meteorológicas de escala regional que determinan episodios de tipo A en latitudes entre 32° y 34° (Sur).

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, Modelización, Episodios críticos, Santiago de Chile.

## ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO TROPOSFÉRICO EN UN EMPLAZAMIENTO RURAL DE EXTREMADURA (ESPAÑA)

F. J. Acero Díaz, V. L. Mateos Masa,  
E. M. Cabrera Fernández y J. A. García García

*Departamento de Física. Universidad de Extremadura. Avda. Elvas s/n. Badajoz 06071 (España). <fjacero@unex.es>.*

El ozono troposférico es un constituyente atmosférico con categoría de contaminante si supera ciertas concentraciones. Así, en las instalaciones de medida de contaminación atmosférica se registran datos de ozono, junto con los de otros agentes como óxidos de azufre, de N o de C.

En Europa, la Directiva 2002/3/CE, relativa al ozono en el aire de espacios abiertos, regula la fijación de objetivos de calidad del aire a largo plazo. En este trabajo, se presentan los valores registrados en un emplazamiento rural en Extremadura, lejos de cualquier foco antropogénico emisor de precursores de ozono. Así, se estudian las concentraciones de ozono troposférico registradas en los veranos de los años 2003, 2004 y 2005 haciendo uso de un analizador de ozono DASIBI que emplea el método de absorción ultravioleta; se indica si dichas concentraciones cumplen los valores establecidos por la citada Directiva. Se considera la situación meteorológica en aspectos tales como la radiación, temperatura y el régimen de vientos que se presenta para analizar la influencia sobre la concentración de ozono troposférico.

En general, para algunos de los veranos analizados, se superan los valores objetivos para la protección de la salud humana, así como los valores establecidos como protección de la vegetación. Además, a partir del estudio de la relación entre temperatura y producción de ozono se observa que hay una alta relación entre ambas magnitudes.

Al estudiar la influencia de la situación meteorológica, se analizan las trayectorias que caracterizaron dicha situación. A partir de este análisis se puede concluir que las máximas concentraciones de ozono no coinciden en el tiempo con los máximos de temperatura registrados, sino que parecen coincidir con los días en los que la situación meteorológica provoca la casi nula renovación de aire en la baja troposfera.

**Palabras clave:** Ozono troposférico, Contaminación atmosférica, Extremadura.

## FORMALDEHÍDO EN AIRE Y LLUVIA DE LA GRAN SABANA

Yarima Alfonzo<sup>1</sup> y Eugenio Sanhueza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Oriente (UDO) e Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas. (Venezuela). <yarimaalfonzo@yahoo.es

<sup>2</sup> Universidad de Chile e IVIC (Venezuela). <esanhuez@quimica.ivic.ve>.

El formaldehído (HCOH) es el compuesto carbonilo más abundante en la atmósfera.

Se determinó los niveles del formaldehído atmosférico en lluvias de la región de la Gran Sabana venezolana, lugar considerado escasamente contaminado. Las muestras de formaldehído fueron tomadas en forma gaseosa mediante una cámara de niebla y se analizaron de inmediato mediante la técnica de Nash.

La concentración media ponderada ( $1,1 \pm 0,5$  ppb, en volumen) encontrada en la mayoría de las lluvias del mismo orden que otros lugares de la Tierra, considerados no contaminados. Por tanto, la principal fuente de formaldehído es, sin duda, de origen natural; además, se observó que el HCHO presenta un ciclo diurno.

**Palabras clave:** Formaldehído, Gran Sabana, Carbonilo, Venezuela.

## EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA ISLA DE CALOR DE SALAMANCA (ESPAÑA)

**M.<sup>a</sup> Salud Alonso García, M.<sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez  
y José Luis Labajo Salazar**

*Dpto. Física General y de la Atmósfera. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca (España). <mrf@usal.es>.*

La ciudad es sin duda un paisaje fabricado por la mano del hombre. La actividad del ser humano influye en aspectos tan diferentes como pueden ser el clima o la composición del aire, con graves consecuencias que llegan a afectar al bienestar social y que, en la actualidad, se están intentando atenuar. Una vez determinada la existencia de la isla de calor en Salamanca, en este trabajo se pretende mostrar la evolución de dicha isla de calor urbana (ICU). Salamanca (España) es una ciudad de tamaño medio, con un clima extremado y focos industriales de poca actividad. Con ello se puede comprobar cómo afecta el calentamiento urbano a ciudades de estas características, pudiendo influir en los seres vivos de la zona.

La isla de calor depende, entre otros factores, de las condiciones meteorológicas. Por tanto, su intensidad no va a ser una magnitud constante, sino que variará en función de la hora del día o la época del año.

El fenómeno de la isla de calor ya fue descrito por Oke (1973) y, en el caso que nos ocupa, se ha observado su existencia y su evolución en el tiempo comparando los datos de temperatura registrados en una estación meteorológica situada fuera del radio de acción de la urbe, con los datos registrados en dos estaciones meteorológicas situadas en puntos urbanos pero con diferentes características. La denominada estación urbana E1 está situada en uno de los que consideramos puntos de más alta contaminación, en pleno casco urbano, zona de mucho tráfico y alta densidad de edificación, mientras que la estación urbana E2 está situada próxima a una zona verde, en un barrio residencial con menor densidad de edificación.

En el estudio diario se han detectado dos fenómenos: la isla de calor nocturna y la diurna. La primera, cuando la diferencia térmica entre la ciudad y la zona rural es positiva, presenta sus valores medios más altos en otoño, tanto para la estación urbana E1 como a la estación urbana E2. La isla de calor diurna es una inversión de la isla de calor, siendo la diferencia térmica entre la temperatura de la ciudad y la temperatura de la zona rural negativa; en este caso la intensidad de la isla de calor relativa a la estación urbana E1 presenta, en promedio, valores negativos durante todas las épocas del año, mientras que la inversión de la isla de calor relativa a la estación E2 se atenúa, e incluso llega a desaparecer en el invierno. Esto puede deberse,

principalmente, a que el fenómeno de inversión de la isla de calor tiene su origen en la densidad de edificación. Los edificios hacen sombra e impiden que la radiación solar llegue de forma directa y rápida a la superficie.

Aunque la evolución, mes a mes, de la isla de calor nocturna suele ser similar a lo largo de los años estudiados en las dos estaciones E1 y E2, la situación atmosférica reinante determina, al final, la intensidad que alcanza la isla de calor. Realizando un estudio estadístico de la evolución anual de la isla de calor nocturna en Salamanca, podemos establecer unos valores de intensidad media para Salamanca comprendidos entre 2 °C y 4 °C.

**Palabras clave:** Isla de calor urbana, clima urbano, inversión de la isla de calor, morfología urbana, Salamanca.

## MINI-AGUJEROS DE OZONO SOBRE EXTREMADURA DURANTE EL AÑO 2004: INFLUENCIA SOBRE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

M. Antón<sup>1</sup>, A. Serrano<sup>1</sup>, M.L. Cancillo<sup>1</sup>, J.M. Vaquero<sup>2</sup> y J.A. García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Física, F. Ciencias (UEX). Avda. de Elvas s/n, Badajoz 06071 (España)

<sup>2</sup> Dpto. de Física, E. Politécnica (UEX). Avda. de la Universidad s/n, Cáceres 10071 (España). <mananton@unex.es>.

En 1985, científicos británicos informaron por primera vez acerca del alarmante descenso de la cantidad de ozono estratosférico registrada sobre la Antártida. Así, la cantidad de ozono medida ese año fue un 35% más baja que la media registrada en la década de los años 60. Así mismo, durante los últimos 20 años se ha observado un progresivo descenso de la cantidad de ozono en torno al 3% cada década.

La comunidad científica ha establecido el valor de 220 Unidades Dobson (UD) como umbral por debajo del cual se considera episodio de agujero de ozono. En principio, estos valores bajos se producían exclusivamente durante determinadas semanas de la primavera antártica. Posteriormente, en la década de los años 90, en determinadas regiones del Norte de Europa se comenzaron a contabilizar episodios de corta duración en los que los valores de ozono registrados eran inferiores a 220 UD. Estos episodios han sido denominados mini-agujeros de ozono. La disminución de la capa de ozono experimentada en las últimas décadas, está provocando la llegada de una mayor cantidad de radiación ultravioleta (UV) a la superficie terrestre. Así, el aumento de la exposición a este tipo de radiación resulta muy dañino para la salud humana pudiendo favorecer el desarrollo de distintas enfermedades como cataratas y cánceres de piel.

El objetivo principal de este trabajo es analizar la influencia de los episodios de mini-agujeros ocurridos en Extremadura durante el año 2004 sobre los valores de radiación UV eritemática registrados en las ciudades de Badajoz, Cáceres y Plasencia. Para ello, por un parte, se han utilizado los datos registrados por tres radiómetros de banda ancha (280-400 nm) de la firma Kipp&Zonen. Estos radiómetros utilizan un filtro de alta calidad para aproximar la respuesta espectral de cada aparato a la respuesta que presenta la piel humana a los efectos de la radiación UV. Por otra parte, los valores de ozono estratosférico correspondientes a los tres emplazamientos se obtienen mediante las estimaciones proporcionadas por el instrumento satelital TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer*).

Se han cuantificado tres episodios de mini-agujeros de ozono sobre Extremadura durante el año 2004. El primero y más intenso ocurrió el 10 de enero. En este día se registraron 200 DU en Badajoz, 190 DU en Cáceres y 189 DU en Plasencia. Como se puede comprobar estos valores son muy

inferiores al umbral de 220 DU y entre un 40%-50% más bajos que los valores registrados el 10 de enero de 2003: 339 DU (Badajoz), 339 (Cáceres) y 377 (Plasencia). Este episodio provocó un importante incremento en los valores de radiación UV eritemática. Así, respecto al valor radiativo medido el 10 de enero de 2003 a las 12 horas UTC, se constató un aumento del 53% en Badajoz, del 93% en Cáceres y del 109% en Plasencia. Los días 20 de noviembre y 18 de diciembre de 2004 se produjeron nuevos mini-agujeros sobre Extremadura, al registrarse valores en torno a 220 DU. Estos eventos provocaron, de nuevo, una subida en los valores de radiación UV eritemática. Finalmente, el índice ultravioleta (UVI) registrado durante los episodios de mini-agujeros de ozono no superó, en ninguna ocasión, el valor  $UVI=3$ . Este valor es muy inferior al  $UVI=11$ , valor máximo registrado en Badajoz, Cáceres y Plasencia durante el año 2004.

Al igual que en otras regiones de nuestras latitudes, hemos comprobado como los mini-agujeros ocurren en Extremadura durante los meses de otoño-invierno, en los que se registran valores menores de radiación solar que en otros meses del resto del año. Por ello, aunque este tipo de episodios anómalos supone un importante descenso en la cantidad de ozono existente en la estratosfera y esto provoque un notable aumento en la radiación UV recibida en términos relativos, la cantidad absoluta de radiación recibida es pequeña. Por tanto, estos fenómenos no suponen un riesgo importante para la salud humana.

**Palabras clave:** Mini-agujero estratosférico, ozono, radiación ultravioleta.

## MONITORIZACIÓN DE PLOMO EN MUESTRAS DE MATERIAL ATMOSFÉRICO DE EXTREMADURA (ESPAÑA)

**Lorenzo Calvo Blázquez, M.<sup>a</sup> Rosario Palomo Marín, Pablo Valiente González, Francisco Vinagre Jara y Eduardo Pinilla Gil**

*Departamento de Química Analítica y Electroquímica. Universidad de Extremadura. Badajoz 06071 (España). <lorcalvo@unex.es>.*

El Pb es un contaminante típico del aire, principalmente debido al empleo generalizado (hasta fechas muy recientes) de aditivos de Pb en las gasolinas en forma de compuestos organometálicos (tetraetil y tetrametilplomo). Aunque este problema tiende a solucionarse con la implantación progresiva de las gasolinas sin Pb en los vehículos a motor existen otras fuentes de emisión de plomo a la atmósfera, tales como las instalaciones industriales de producción de energía a partir de combustibles fósiles, explotaciones mineras y fundiciones, y las incineradoras de residuos. El material atmosférico en suspensión puede contener también cantidades significativas de Pb como resultado de la resuspensión a partir del suelo donde este elemento puede encontrarse tanto por emisiones humanas como por causas naturales. El Pb se incluye en diversas regulaciones legales de protección medioambiental. En el aire ambiental, el contenido máximo permitido por la legislación europea, de aplicación en España, es 0,5 mg m<sup>-3</sup> como valor medio anual (Directiva 1999/30/CE).

El objetivo de este Trabajo fue estudiar los niveles de Pb en muestras de material particulado (PM10) en la comunidad autónoma de Extremadura (España), y evaluar su correlación con otras características físico químicas.

Las muestras de PM10 se tomaron en dos estaciones fijas de vigilancia atmosférica pertenecientes a la red regional de vigilancia atmosférica ubicadas en las ciudades más pobladas de la región, Badajoz capital (latitud 38° 53' 12" N, longitud 6° 58' 15" W; 140.000 habitantes) y Cáceres capital (latitud 39° 28' 22" N, longitud 6° 21' 37" W; 84.000 habitantes). El intervalo temporal de estudio corresponde a los meses de Marzo a Septiembre de 2005.

Las concentraciones de Pb obtenidas en el material particulado atmosférico de las ciudades de Cáceres y Badajoz presentaron valores muy inferiores al nivel legal de protección a la salud humana estipulado por la normativa europea. No se detectó diferencia significativa entre ambas series de datos. Los valores están en el orden de los obtenidos en estudios anteriores para ubicaciones de fondo rural en España y son inferiores a los registrados previamente en ubicaciones de mayor concentración urbana y/o industrial. Existe correlación entre las concentraciones de PM10 y Pb en el periodo estudiado tanto en Cáceres como en Badajoz. La relación existente entre la

concentración media de Pb y las trayectorias de los vientos predominantes parece indicar que las mayores concentraciones de Pb se presentan para las trayectorias *SMOKE* (combustión de biomasa), REG (Regional), EU (Europeo) y NA (Norteafricano); siendo la trayectoria AA (Atlántico) la que menor concentración de Pb presenta.

**Palabras clave:** Material particulado atmosférico, Plomo, Contaminación atmosférica, Extremadura, España.

## DEPOSIÇÃO HÚMIDA E SECA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS INDÚSTRIAS DE RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

M. R. Casartelli<sup>1,3</sup>, N. Mirlean<sup>2</sup>, M. C. Peralba<sup>1</sup>,  
M. X. Gómez-Rey<sup>3</sup> y M. Madeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (RS, Brasil).  
<rcasart@vetoria.net>.

<sup>2</sup> Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande (RS, Brasil).

<sup>3</sup> Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa 1349-017 (Portugal).  
<mavmadeira@isa.utl.pt>.

Estudou-se durante um ano a composição química da precipitação bruta e da precipitação interna de três sítios (rural, urbano e industrial) nas áreas de Rio Grande e Porto Alegre (Estado de Rio Grande, Brasil), com coberto florestal semelhante, com o fito de estudar a geoquímica ambiental da baixa atmosfera e avaliar a deposição húmida e seca.

Os sítios foram considerados de modo a expressar diferentes níveis de influência antropogénica, e escolhidos na base da representatividade, facilidade de acesso e ocorrência de florestamentos semelhantes. A precipitação bruta e a precipitação interna foram amostradas mensalmente fora e sob florestamentos de *Eucalyptus* spp. Determinaram-se os valores de pH e os teores de cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{NH}_4^+$ ) e de ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ ) por cromatografia iônica (*Dionex 120*). Descriminou-se a origem marinha de cada elemento utilizando-se o Cl como íon traçador e identificaram-se as possíveis fontes que determinam a composição química da precipitação por uma Análise dos Componentes Principais (PCA). Calculou-se a deposição seca de Ca, Mg, K, N- $\text{NO}_3$ , N- $\text{NH}_4$  e P- $\text{PO}_4$ , a circulação interna devido à cobertura florestal e a deposição total.

O pH médio da precipitação bruta dos sítios rurais foi menor (5,0-5,1) do que o observado nas áreas urbanas (5,4-5,7) e nos industriais (5,4-6,1), sendo o determinado na precipitação interna da mesma ordem de grandeza. As concentrações das espécies catiónicas e aniónicas apresentaram os menores valores nos sítios rurais e aumentaram nos urbanos e, sobretudo, nos industriais destacando-se o sítio de Rio Grande, onde as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $73,3 \mu\text{E L}^{-1}$ ) e de  $\text{PO}_4^{3-}$  ( $97,3 \mu\text{E L}^{-1}$ ) foram muito elevadas, originando uma elevadíssima deposição anual (respectivamente 45,4 e 32,4 kg ha<sup>-1</sup>). Na área de Porto Alegre, as concentrações médias de  $\text{NH}_4^+$  (17,2-21,1  $\mu\text{E L}^{-1}$ ) e de  $\text{NO}_3^-$  (21,0-22,3  $\mu\text{E L}^{-1}$ ) foram semelhantes nos três sítios. Este padrão não se verificou para o  $\text{NH}_4^+$  no Rio Grande, cuja concentração subiu de 12,9 para 39,2  $\mu\text{E L}^{-1}$  do sítio rural para o industrial. As concentrações de  $\text{SO}_4^{2-}$  também aumentaram do primeiro (4,9-6,8  $\mu\text{E L}^{-1}$ ) para o segundo (19,6-23,0  $\mu\text{E L}^{-1}$ ), em qualquer das áreas. A deposição anual de N foi muito

maior nos sítios industriais (20,2 e 30,6 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente em Porto Alegre e Rio Grande) do que nos rurais (8,8-11,8 kg N ha<sup>-1</sup>). A deposição de S foi de 1,7-2,6 kg ha<sup>-1</sup> nos sítios rurais e de 10,4-10,9 kg ha<sup>-1</sup> nos industriais, estando neste caso longe do observado em áreas fortemente poluídas. Sublinha-se finalmente a ocorrência de absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pela folhagem, assim como de P no sítio em que a deposição do mesmo é diminuta.

Os resultados mostram claramente o acréscimo de deposição nas áreas de influência das concentrações industriais de Rio Grande e de Porto Alegre. Contudo, essa deposição não é acompanhada de acentuada acidificação da precipitação. Aliás, na área industrial de Rio Grande até se verifica o aumento do respectivo valor de pH, o que se atribui ao efeito neutralizante das espécies iônicas alcalinas devido às emissões da indústria de fertilizantes. A elevada deposição de P sugere a possível ocorrência de eutrofização nas áreas de influência.

**Palavras chave:** Precipitação bruta, Precipitação interna, Deposição seca, Circulação interna, Brasil.

## ANÁLISIS DE LA LLUVIA EXTREMA EN BARCELONA MEDIANTE UNA RED PLUVIOMÉTRICA DE MICROESCALA

M. C. Casas<sup>1</sup>, R. Rodríguez<sup>1</sup>, J. Lorente<sup>2</sup> y A. Redaño<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departament de Física i Enginyeria Nuclear, EPSEVG, Universitat Politècnica de Catalunya, Víctor Balaguer s/n, Vilanova i la Geltrú 08800 (España). <m.carmen.casas@upc.edu>.

<sup>2</sup> Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal, 647, Barcelona 08028 (España).

El conocimiento de la relación existente entre las cantidades de precipitación máxima registradas por una red pluviométrica en intervalos de tiempo de distinta duración para un mismo episodio lluvioso aporta una importante información sobre su estructura fina y su organización temporal y espacial y, en consecuencia, acerca de su origen. Con este fin se ha efectuado un análisis de dicha relación para episodios lluviosos particularmente intensos registrados en Barcelona, de cara a caracterizar cada chubasco y obtener una clasificación objetiva que ponga de manifiesto la escala a la que pertenece y el proceso meteorológico que lo ha originado, así como para establecer algún indicativo de la severidad de la lluvia. De manera similar a lo realizado en un trabajo anterior con el pluviógrafo *Jardí del Observatori Fabra de Barcelona* (1927-1992), a partir de los registros de la red pluviométrica urbana de CLABSA (1994-2001) se ha seleccionado un conjunto de 45 episodios lluviosos que han mostrado cantidades de precipitación de período de retorno igual o superior a los 5 años para alguna de las diferentes duraciones consideradas entre 5 minutos y 24 horas. El conjunto de 45 casos registrados por la red de microescala corresponde en realidad a 11 chubascos diferentes que han superado el umbral impuesto para varios de los 23 pluviómetros que constituyen la red. Haciendo uso de la técnica de análisis de conglomerados (*clusters*), los episodios lluviosos han sido caracterizados y clasificados en 4 grupos claramente diferenciados, coincidiendo con la clasificación obtenida para las lluvias registradas por el pluviógrafo Jardí. Los tres primeros corresponden a la escala local, la mesoescala y la escala sinóptica, mientras que el cuarto grupo de clasificación lo constituyen episodios lluviosos extremadamente intensos asociados a procesos de varias escalas actuando conjuntamente. Se trata, por ejemplo, de situaciones sinópticas productoras de precipitaciones a gran escala que permiten además la formación en su interior de sistemas convectivos de mesoescala con lluvias muy intensas o, también, de células convectivas muy activas inmersas en complejos organizados más extensos. Estas situaciones constituyen la principal causa de las inundaciones en Barcelona. Se ha calculado para todos los casos un índice de intensidad que refleja la contribución de las diferentes escalas en el origen de la lluvia y que es una medida de su severidad. El conjunto de los valores obtenidos de dicho índice presenta una distribución prácticamente coincidente a la que se obtuvo a partir de los registros del pluviógrafo Jardí.

**Palabras clave:** Método estación-año, Red pluviométrica, Microescala, Lluvia extrema.

## CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN ZONAS URBANAS DE BAJA CALIFORNIA (MEXICO)

G. C. Díaz<sup>1</sup>, M.<sup>a</sup> C. Castañón<sup>1</sup>, G. Ballesteros<sup>2</sup> y J. Ramírez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California.

<sup>2</sup> Fac. de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

<sup>3</sup> Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. Calzada Tecnológico 14418, Mesa de Otay, Tijuana, B.C., c.p. 22390, Tel. (664) 682-1033, Fax (664) 682-2790. <gerardodiaz@uabc.mx>.

La necesidad de evaluar el material particulado es urgente en áreas densamente pobladas, donde los problemas de la calidad del aire se ven influenciados por un creciente número de vehículos, muchos de los cuales corresponden a modelos de los 70' u 80', aunado a una falta de mantenimiento apropiado; también contribuyen a ello el incremento en la actividad industrial y en otras fuentes generadoras de problemas de polvos y visibilidad, como es el caso de las calles no pavimentadas, incendios de basura ó pastizales comunales en los meses de verano. En particular, la región de Baja California está conformada por cinco municipios: Ensenada, Mexicali, Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana. Cada ciudad está asentada en diversa topografía que les dan una característica específica diferente una a la otra. Se puede decir que se tiene información sobre la composición química de las partículas suspendidas en la zona de la Mesa en la ciudad de Tijuana (Baja California, Mexico). Dados los resultados favorables de la metodología implementada, la experiencia se extiende hacia las otras regiones del Estado de Baja California, para poder conocer la naturaleza del material particulado. De esta manera se está generando información estatal concerniente a Calidad de Aire con el fin de poder ofrecer con mayor claridad la importancia de conjugar cinco técnicas, y realizar el estudio toxicológico del material particulado. Al igual estimar la implementación de estaciones de monitoreo en el Estado. Se ofrecen los primeros resultados obtenidos en áreas urbanas altamente pobladas de la ciudad de Tijuana, específicamente en las zonas Surdeste, Suroeste y Noroeste, de tal forma que al concluir el trabajo se tenga conocimiento de la morfología que guarda el material particulado y conocer la calidad del aire.

El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro de del proyecto titulado: "Monitoreo de los niveles de contaminación de material particulado en zonas rurales y urbanas del estado de Baja California" apoyado por la Universidad Autónoma de Baja California dentro del programa Institucional de 9na Convocatoria Interna para Investigación y por CONACYT dentro del Fondo Sectorial de SEMARNAT 2004-2005.

**Palabras clave:** Partículas atmosféricas, Zonas urbanas, Contaminación, Baja California.

## EL FUEGO COMO PROBLEMA METEOROLÓGICO

**Santiago Domínguez Martín, Cristina Simal Pierna y Eulogio Luis García Díez**

*Área de Tecnologías del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Avda. Filiberto Villalobos, 119-129. Salamanca 37007 (España). <elga@usal.es>.*

La relación entre la meteorología y el fuego ha venido siendo estudiada en las últimas décadas en términos de incendios forestales. Progresivamente a lo largo de los últimos años se ha ido considerando el fuego en términos de cubierta vegetal total y, más recientemente en términos de interfase. De esta manera, se va describiendo el fuego en términos de interacción sociedad-combustible. En este trabajo nos adelantamos con una concepción del fuego en sentido espacial generalizado: Incendios de bosques, de interfase e incluso incendios urbanos. Este grupo de investigación ha desarrollado desde hace más de una década el modelo GD que, de forma simplificada, viene a probar que condiciones meteorológicas particulares del lugar como la estabilidad atmosférica y el déficit de saturación condicionan la aparición del fuego. La estabilidad viene expresada en términos de variación vertical de la energía estática seca y el déficit de saturación se expresa en términos de energías estática húmeda y saturante. A diferencia de otros muchos índices muy heterogéneos en dimensiones y unidades este modelo los unifica en términos de energía. Los datos requeridos se obtienen a partir de la información TEMP de las 00:00 UTC, por ser esta la hora en la que la atmósfera se encuentra menos perturbada por el heterogéneo caldeo solar de superficie.

Para justificar dicha tesis se presentan dos eventos meteorológicos de interés: El primero de ellos fue el terrible incendio de Guadalajara iniciado el 16 de julio de 2005, que se prolongó varios días, y que conllevó desgraciadas pérdidas; y el segundo el llamativo incendio acontecido en la Torre Windsor de Madrid la noche del 12 al 13 de febrero de 2005. En ambos casos los tipos de día definidos por el modelo GD eran del máximo riesgo, con estratos atmosféricos inferiores caracterizados por una estabilidad al límite de la indiferencia adiabática. Por ello, en ambos casos las llamas se desarrollaron verticalmente con una altura espectacular. La convección de calor fue fuerte y con ello fue muy apreciable el forzamiento de convergencia horizontal en la superficie. Las fotografías del incendio de la Torre Windsor presentan un penacho absolutamente vertical aproximadamente hasta casi 905 hPa (1068 m). Bien distinto del presentado por el incendio de las Torres Gemelas de Nueva York, en el que apenas se registró movimiento ascendente. Fue por, ello sin duda, por lo que el incendio se desarrolló a tal velocidad.

En relación al incendio de Guadalajara se puede observar que curiosamente no aconteció en los días de más temperatura (escasos días antes las temperaturas fueron muy superiores), lo que viene a probar que la temperatura de superficie en sí misma no es significativa de riesgo de fuego. La estructura vertical de la columna atmosférica, concretamente en los bajos niveles, también fue muy próxima a la indiferencia adiabática, con lo cual el forzamiento vertical dio paso a vientos muy irregulares que produjeron un desarrollo errático del fuego.

Todo lo anterior debe ser considerado en términos de una concepción generalizada del fuego. En sentido temporal ambos incendios vinieron a coincidir sincronamente con otros muchos (Palencia, Zamora, etc.). Esta aparición simultánea, sincronismo de fuego en nuestro modelo, viene a probar que la aparición de fuego es meteorológicamente hablando un fenómeno de escala mesoescalar.

**Palabras clave:** Tiempo de fuego, Meteorología e incendios, Riesgo meteorológico de fuego.

## RELACIONES ENTRE OZONO Y MONÓXIDO DE CARBONO EN DIFERENTES SITIOS DEL LITORAL CENTRAL DE VENEZUELA

Loreto Donoso<sup>1</sup>, José Alvarado<sup>2</sup>, Alcides Rojas<sup>1</sup> y Tibisay Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Atmosférica, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Altos de Pipe, Edo. Miranda, (Venezuela). <edonoso@ivic.ve> y <tperez@ivic.ve>.

<sup>2</sup> Universidad Marítima del Caribe, Catia La Mar, Estado Vargas (Venezuela). <jalvaradoacuna@yahoo.com>.

Las concentraciones de O<sub>3</sub> a las horas de máxima insolación (11:00 a 15:00), en ppbv, fueron de  $38 \pm 1$  (n=2287),  $33 \pm 4$  (n=60),  $48 \pm 3$  (n=431) y  $21 \pm 1$  (n=26) en Catia Se midieron las concentraciones ambientales de ozono (O<sub>3</sub>) y monóxido de carbono (CO) en tres sitios del Litoral Central venezolano en diferentes períodos del año 2005, a saber: Catia La Mar (área urbana costera), Osma (área costera turística con muy poca actividad antropica) e Isla de Aves (área prístina oceánica).

El ozono se determinó usando un analizador fotométrico (Dasibi) y el CO usando un detector de reducción de gas en combinación con una columna de tamiz molecular de 5A (Trace Analytical), a una altura aproximada de 3,5 m.

La Mar, Osma en mayo, Osma en septiembre e Isla de Aves, respectivamente. La concentración de Isla de Aves corresponde a los valores de la capa de mezcla regional medida en otros lugares prístinos de Venezuela.

La concentración de Catia La Mar se corresponde con la obtenida por otros autores en la ciudad de Caracas. Los valores obtenidos para el CO, en ppbv, son  $280 \pm 10$  (n=844),  $170 \pm 20$  (n=147),  $270 \pm 20$  (n= 193) y  $130 \pm 20$  (n=16) en Catia La Mar, Osma en Mayo, Osma en Septiembre e Isla de Aves, respectivamente. La relación [var O<sub>3</sub>/var CO] fue  $0,110 \pm 0,006$  calculada en Osma permitiría afirmar que el aire de Osma está influenciado por aire contaminado que, sin embargo, ha recorrido larga distancia hasta alcanzar esa localidad.

**Palabras clave:** Ozono troposférico, CO, Relación [var O<sub>3</sub>/var CO], Litoral tropical, Venezuela.

## INFLUENCIA DEL TRANSPORTE REGIONAL SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS AEROSOLLES ATMOSFÉRICOS EN VALENCIA (ESPAÑA)

V. Estellés, J. A. Martínez-Lozano y M. P. Utrillas

*Grupo de Radiación Solar, Dpt. Física de la Terra i Termodinàmica, Universitat de Valencia. C/ Dr. Moliner, 50. Burjassot, Valencia 46100 (España). <jmartine@uv.es>.*

El estudio de los aerosoles atmosféricos ha cobrado gran interés en los últimos años debido a la evidencia del papel desempeñado por estos en el forzamiento radiativo del clima. A pesar de que los aerosoles merecen la misma consideración que los gases de efecto invernadero a los que se refieren las actuales directivas internacionales se ha avanzado relativamente poco en su conocimiento. Es fundamental por ello realizar un seguimiento global de sus propiedades. Una aproximación experimental consiste en la creación de redes de estaciones de medida fotométrica a nivel de suelo. Ejemplos de ellas son las redes internacionales *AERONET* (*Aerosol Robotic Network*) y *Skynet*. A partir de la caracterización local de las propiedades de los aerosoles en cada una de las estaciones se puede componer una imagen global útil en la mejora de las predicciones de los actuales modelos climáticos.

En este trabajo se estudia la relación existente entre las masas de aire que afectan una determinada región del Levante peninsular español y las propiedades de los aerosoles atmosféricos, aprovechando una base de datos experimental de casi 4 años obtenida mediante fotometría solar. Este tipo de estudio permite comprender mejor la dinámica del transporte regional de las partículas atmosféricas y el efecto del origen de las masas de aire dominantes sobre las propiedades ópticas de la atmósfera. Existen antecedentes en los cuales se estudia este efecto en otras regiones europeas. Sin embargo, la mayoría de ellos realizan una clasificación y análisis visual de las masas de aire. En este caso se propone una metodología muy sencilla de clasificación de las masas de aire para el caso del Mediterráneo occidental que permite automatizar objetivamente el proceso de clasificación y analizar cuantitativamente el carácter de las masas de aire dominantes, facilitando el estudio de las relaciones con los aerosoles.

Para realizar esta tarea se ha trabajado con una base de datos de casi 4 años, obtenida experimentalmente con un fotómetro solar *Cimel CE318-2*, instalado en la localidad de Burjassot, situada en la (zona metropolitana de Valencia), una ciudad de alrededor de 800.000 habitantes, influenciada por tanto por fuentes locales de tipo antropogénico y, dada su cercanía al mar, también por partículas de origen marino.

Los resultados permiten comprobar cómo la región se encuentra sometida a diferentes clases bien diferenciadas de masas de aire que afectan las propiedades ópticas atmosféricas. Según la definición manejada en el trabajo

las masas de carácter norteafricano (aquellas que se desplazan sobre la región fuente del Sáhara y alrededores) muestran características evidentes de polvo mineral desértico: Altas concentraciones, parámetros de Ångström pequeños, con un mayor aporte de partículas de tipo grueso, con un índice real ligeramente mayor y un índice imaginario y albedo de dispersión simple indicativo de partículas poco absorbentes. Por el contrario, las masas de aire desplazadas sobre el continente europeo muestran el efecto de la polución urbana e industrial, con una concentración media de partículas, valores máximos del exponente de Ångström, mayor influencia del modo de partículas finas y un índice imaginario de refracción y albedo de dispersión simple típico de aerosoles absorbentes. Por último, las masas originadas en el Atlántico Norte muestran una concentración muy baja de aerosoles, con valores medios del parámetro de Ångström, una parte imaginaria del índice de refracción casi nula que apunta al dominio de partículas no absorbentes. Adicionalmente se definen otras clases que poseen características intermedias entre las anteriores. Las clases marítimas se muestran especialmente sensibles a las mezclas con las masas europeas y norteafricanas.

**Palabras clave:** Climatología, Aerosoles, Fotometría solar, Masas de aire, Mediterráneo.

**CORRELACIÓN ENTRE LA MASA DE LAS PARTÍCULAS FINAS  $PM_{2,5}$  RECOLECTADAS UTILIZANDO UN MUESTREADOR DE BAJOS VOLÚMENES Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS AEROSOLÉS ÁCIDOS  $PM_{2,5}$  RECOLECTADOS CON UN MUESTREADOR DE SEPARACIÓN ANULAR EN EL NOROESTE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**Yolanda Falcón Briseño, Esther Martínez Gómez y Leticia Cortés López**

*Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, México D. F. 02200 (México). <fby@correo.azc.uam.mx>.*

**Objetivo del proyecto.-** Correlacionar los datos de concentraciones de aerosoles ácidos obtenidos con el muestreador de separación anular, con la masa de partículas  $PM_{2,5}$  recolectadas con el muestreador de bajos volúmenes.

**Situación Actual.-** Una de las ciudades más contaminadas del mundo es la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, con más de 20 millones de habitantes, aproximadamente 3 millones de vehículos y más de 4000 industrias. Monitorear la contaminación atmosférica y realizar una vigilancia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares es esencial para medir los efectos de las partículas en la salud.

**Método empleado.-** El muestreo de aerosoles ácidos se realizó con un sistema de separadores anulares (SSA) y el muestreo de la masa de las partículas con un muestreador de bajos volúmenes (MBV); la técnica analítica utilizada para determinar la concentración de sulfatos fue turbidimétrica, para nitratos colorimétrica y para la masa de las partículas gravimétrica. La duración de cada muestreo fue de 24 h, de lunes a martes y de jueves a viernes. El muestreo se realizó con ambos equipos simultáneamente.

**Resultados.-** La campaña de monitoreo de las  $PM_{2,5}$  abarcó el período de Enero a Julio del 2004. La concentración de bióxido de S fue mayor respecto a la concentración de sulfatos durante los meses de Enero y Febrero (época seca); en los meses de Junio y Julio (época lluviosa) la concentración de sulfatos fue mayor a la concentración de bióxido de S. En los meses de Enero y Febrero se registraron las máximas concentraciones de nitratos, así como las concentraciones más bajas de ácido nítrico de toda la campaña de monitoreo. En la correlación realizada entre Especie Química/Masa (Nitratos/Masa y Sulfatos/Masa) la relación que presentó mayores valores fue Sulfatos/Masa. Para la cantidad de masa se presentaron dos períodos de concentración uniforme; en el primero que abarcó de Enero a Marzo se colectó una mayor cantidad de masa que en el comprendido de Abril a Julio.

**Conclusiones.-** Durante los meses de Junio y Julio las condiciones meteorológicas de alta humedad relativa y baja velocidad del viento favorecieron

la formación de sulfatos; mientras que en los meses de Enero y Febrero la humedad relativa favoreció la presencia de nitratos. El resultado de la correlación realizada muestra que la especie química predominante en la masa de las partículas recolectadas son los sulfatos. La baja velocidad del viento registrada de Enero a Marzo (promedio de  $7,8 \text{ Km h}^{-1}$ ) no favoreció la dispersión de las partículas, por lo que se recolectó una mayor cantidad de masa en este periodo. El valor de  $65 \mu\text{g m}^{-3}$  (promedio de 24 h) referido en el Proyecto de norma para las partículas atmosféricas  $\text{PM}_{2,5}$  no fue rebasado durante toda la campaña de monitoreo.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, Aerosoles, Sulfatos, Nitratos, México D.F.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÍNDICES DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN DIARIA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

M. C. Gallego<sup>1</sup>, J. A. García<sup>1</sup> y J. M. Vaquero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Avda. de Elvas, s/n. Badajoz 06071 (España). <maricruz@unex.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Física, Escuela Politécnica, Avda. de la Universidad, s/n. Cáceres 10071 (España).

La gran variabilidad de la precipitación sobre la Península Ibérica y la irregularidad de su régimen hídrico hacen muy interesante cualquier estudio sobre la precipitación en nuestra geografía, influenciada, entre otros aspectos, por la variabilidad climática del Atlántico Norte. Este trabajo se centra en el estudio de la precipitación diaria, obteniendo información acerca de su estructura y distribución en la Península Ibérica en cada una de las estaciones del año. Se estudiaron un conjunto de 35 series de precipitación diaria en dicha región durante el periodo 1958-1997. Los observatorios elegidos constituyen una muestra representativa de la orografía y diversidad geográfica presente en la península. Fijándonos en uno de los aspectos de la precipitación (su intensidad), se han construido series de índices de intensidad de precipitación previa definición de cuatro categorías de lluvia en nuestra península: lluvia total ( $>0$  mm), lluvia ligera ( $>0$  mm y  $<2,5$  mm), lluvia moderada ( $\geq 2,5$  mm y  $<7,5$  mm), lluvia intensa ( $\geq 7,5$  mm) y lluvia muy intensa ( $\geq 15$  mm). Los índices estudiados son: Cantidad de lluvia acumulada estacional en cada una de las categorías definidas anteriormente; proporción de lluvia estacional caída en cada categoría respecto de la lluvia total en dicha estación y cantidad de lluvia media por día en cada categoría también para una estación determinada. El estudio espacial de los campos medios asociados a cada uno de los índices dará una idea acerca de la distribución de la precipitación en la Península Ibérica.

De especial interés sería un posterior análisis de la evolución temporal de dichos índices en el periodo seleccionado. Los resultados muestran regiones de comportamiento similar a lo largo de la Península Ibérica para los valores medios de los índices estudiados.

**Palabras clave:** Precipitación diaria, Intensidad de la precipitación, Distribución espacial, Península Ibérica.

## PERFIL VERTICAL DEL VIENTO SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO EN LA CAMPAÑA 2003 MIT CAM (MÉXICO)

J. Granados<sup>1</sup>, J. R. Varela<sup>2</sup> y J. H. García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana. Laboratorio de Optica. Depto. Ciencias Básicas, C.B.I., Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, Azcapotzalco. MEXICO D.F. 02200 (México). <jalgras@netscape.net>.

<sup>2</sup> Dpto.Ingeniería de Procesos e Hidráulica, C.B.I. Av. Michoacán y Purísima, Col. Vicentina, Iztapalapa. México D.F. 09340 (México).

Se investigó el comportamiento del viento sobre la ciudad de México D.F. (México), dentro de la llamada Campaña 2003 MIT-CAM, utilizando el método del Globo Piloto. En Abril de 2003 se realizó un experimento en esa Ciudad para determinar el perfil de velocidad del viento en función de la altura. El experimento se prolongó durante 33 días. Diariamente se lanzó a la atmósfera, cada dos horas, un Globo tipo G20 lleno con gas He hasta balancear un contrapeso de 117 g.

Se utilizó un Sistema de adquisición de Datos compuesto por un Teodolito Electrónico Tamaya TD-3 y un *Datalogger* impresora Tamaya TD105 para seguir el movimiento del Globo. El sistema se programó para tomar mediciones de los ángulos azimutal y de elevación cada 10 segundos. Los datos fueron almacenados en una memoria *RAM* que posteriormente, a través del puerto serie de una computadora, fueron transmitidos a un archivo de *Hyperterminal*. Por cada minuto de observación hubo 6 líneas de datos, indicando tiempo y ángulos de azimut y elevación. La cantidad total de datos obtenidos en cada lanzamiento fue diferente, ya que el tiempo de observación dependió de las condiciones ambientales, la dirección de movimiento del globo y la altura hasta la cual el globo se reventó o lo perdió el observador.

Posteriormente los datos fueron procesados en un Programa de análisis numérico, elaborado por los autores, para obtener la información acerca de la posición del Globo en función de la altura, el perfil de las componentes XY de la velocidad en función de la altura, el perfil de la rapidez del viento como una función de la altura y la dirección del viento como una función de la altura. También, con lo anteriormente mencionado, se pudieron identificar las capas de viento, el grosor de cada capa, la altura a la que está situada cada capa de viento, la dirección y rapidez del viento en cada capa y la evolución temporal de las capas de viento.

En este trabajo se presentan análisis estadísticos de la rapidez y de la dirección del viento, basados en los resultados obtenidos de lanzamientos cada 2 h en un día y durante treinta y tres días sucesivos.

Este trabajo se llevó a cabo gracias a una colaboración del Instituto Tecnológico de Massachussets (Estados Unidos de Norteamérica), la Comisión Ambiental Metropolitana, el CENICA de SEMARNAT y la Universidad Autónoma Metropolitana en sus unidades Azcapotzalco e Iztapalapa de México D.F. (México).

**Palabras clave:** Perfil de velocidad del viento, Globos piloto, Ciudad de México.

## ALTERNATIVA DE PRONÓSTICO DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 EN SANTIAGO DE CHILE

Luis Gutiérrez Osorio<sup>1</sup>, S. Manuel Hevia<sup>1</sup>, V. Carmen Godoy<sup>1</sup>,  
M. Luis Da Silva<sup>1</sup> y S. Luis Morales<sup>1,2</sup>

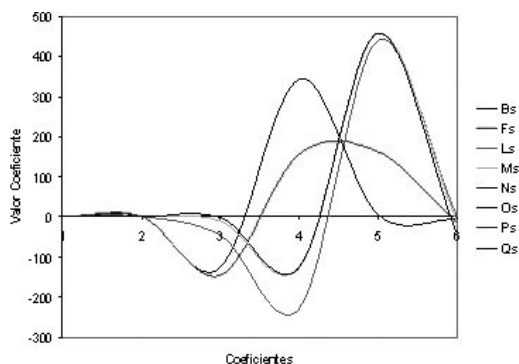
<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Física, Av. J.P. Alessandri 1242, Santiago de Chile. <luis.gutierrez@utem.cl>.

<sup>2</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. Agronómicas, Departamento de Cs. Ambientales, Av. Santa Rosa 11315, Santiago de Chile. <lmorales@uchile.cl>

Se plantea como alternativa simple y eficiente un “Modelo de Pronóstico para Episodios de Contaminación Atmosférica: Material Particulado Respirable (PM10), en la ciudad de Santiago de Chile” y para beneficio de la comunidad, con el objeto de anticiparse a la ocurrencia de episodios críticos de contaminación atmosférica y de este modo adoptar las consecuentes de resguardo y control para evitar consecuencias nocivas sobre la salud de la población de Santiago.

La hipótesis de este estudio se basa en la ubicación del Lugar de Presión Máxima (LPM), lugar geométrico donde el Anticiclón del Pacífico (AP) intercepta la costa chilena y algunos parámetros meteorológicos, cuyo resultado es una combinación lineal de la concentración máxima del material particulado inferior a 10 micras (PM10).

Los resultados obtenidos para situaciones de predicción en diferentes condiciones son: buenas un 83%, regulares un 60%, malas un 72%, críticas un 65% y peligrosas un 73%. En consecuencia, los resultados son bastante favorables si consideramos que este modelo se encuentra en etapa de mejoramiento y reformulación debido a la inclusión de más antecedentes principalmente relativos a completar los registros históricos.



Principales coeficientes del modelo propuesto.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, Modelización, Santiago de Chile.

# DISTRIBUCIÓN QUÍMICA DE CD, CU, CR, MN, NI, V, PB Y ZN EN MUESTRAS DE POLVO EN AMBIENTES ESCOLARES DE LA CIUDAD DE CARACAS (VENEZUELA)

Helga Handt<sup>1</sup>, Raiza Fernández<sup>1</sup>, Zully Benzo<sup>2</sup>,  
Clara Gómez<sup>2</sup> y Eunices Marcano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geoquímica, Instituto de Ciencias de la Tierra (ICT), Universidad Central de Venezuela. Caracas (Venezuela). <raizadelvalle@yahoo.com>.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química Analítica, Centro de Química, Instituto Venezolano de Investigación Científica (IVIC, Caracas).

El objetivo de este trabajo fue determinar la forma química y las concentraciones totales de los metales Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V y Zn en muestras de polvo recolectadas en ambientes escolares de la ciudad de Caracas, mediante extracción secuencial y digestión total de las muestras. Los colegios fueron seleccionados de acuerdo a su ubicación en zonas de diferentes niveles de concentración de partículas totales suspendidas (PTS): Alta (centro de Caracas), moderada (La California Norte, Santa Mónica) y baja (Prados del Este y Lomas de Prados del Este).

En cuanto a la presencia de los elementos en el primer extracto (metal soluble e intercambiable), estos muestran el siguiente orden de extracción **Zn>Mn> Pb>Cu> Cr>Ni>V>Cd**; en el segundo extracto (metal como óxidos/carbonatos y reducibles) y en el tercero (asociados a materia orgánica, sulfuros y oxidables) **Pb>Zn> Mn>Cu> Cr>V>Ni>Cd** y, por último, en el extracto cuatro (asociados a metales residuales) presentó el siguiente orden **Pb>Mn> Zn>V> Cr>Cu>Ni>Cd**.

Las fuentes principales de estos elementos son antrópicas: móviles (vehicular) y fijas (industrias y actividades que son llevadas a cabo dentro de los colegios). La extracción secuencial y la digestión total arrojan resultados similares en cuanto a las concentraciones totales para cada elemento. La fracción granulométrica más fina (<45µm) está enriquecida en los metales estudiados.

**Palabras clave:** metales, partículas atmosféricas, extracción secuencial.

## ANÁLISIS DE LA INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

**E. Hernández, S. Queralt, I. Iturrioz, R. García Herrera Y F. Correoso**

*Dpto. Física de la Tierra II. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Físicas,  
Madrid 28040 (España). <emiliano@fis.ucm.es>.*

Se describe de forma detallada cómo interaccionan el vapor de agua, la precipitación y los procesos hidrogeológicos en superficie, para todas las escalas espaciales y temporales, lo que permite una mejora en la calidad de las previsiones de eventos meteorológicos potencialmente desastrosos.

El análisis espacio-temporal de la inestabilidad efectiva (que produce precipitación), desde escalas locales a sinópticas, es fundamental para entender el ciclo de precipitación. Se requieren, por tanto, climatologías eficaces de estos posibles forzamientos tan detalladas como sea posible, trabajo aún no realizado en ninguna parte del Planeta.

**Palabras clave:** Inestabilidad dinámica, Inestabilidad de estratificación, NCAPE.

## CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA CIUDAD DE SANTIAGO (CHILE)

Manuel A. Leiva G.<sup>1,2</sup>, Morales Raúl<sup>2</sup>, y Rodrigo Seguel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química y Referencia Medio Ambientad, Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), Av Larrain N° 9975, La Reina, Santiago (Chile). <roseguel@cenma.cl>.

<sup>2</sup> Centro de Química Ambiental, Universidad de Chile. Santiago de Chile. Sitio web: <<http://www.cenma.cl/lqrma>>.

La formación de oxidantes fotoquímicos, de los cuales ozono es uno de los principales componentes, es el resultado de reacciones térmicas y fotoquímicas que involucran radicales libres, compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de N (NO y NO<sub>2</sub>). A pesar que Santiago de Chile enfrenta con frecuencia episodios de contaminación por ozono existen escasos registros de mediciones de COV en la atmósfera de esta ciudad.

Se realizó una campaña de muestreo los días 29.03, 03.04 y 05.04 de 2005. Los puntos seleccionados correspondieron a las estaciones de la red MACAM 2 de Las Condes y Parque O'Higgins. La campaña de contempló la utilización de tres sistemas de muestreo: canister o balones de acero inoxidable para el muestreo de compuestos orgánicos ligeros, tubos de desorción rellenos con *TENAX TA* (polímero del óxido de 2,6-difenil-fenileno) debido a su capacidad de adsorción de compuestos aromáticos y cartridges *LpDNPH* para el muestreo de carbonilos. Se realizaron los análisis en un "Automated VOC Analyzer" *ENTECH*, que consiste en un equipo de 5 módulos controlados mediante un *software* (*Smartlab*), desarrollado por *Entech Instruments Inc.* (Simi Valley, California, USA). El equipo se encuentra acoplado a un cromatógrafo de gases Hewlett Packard modelo 6890, el cual cuenta con una configuración de detectores de llama y selectivo de masas *GC-FID* y *GC-MSD*, los que pueden ser operados desde un *software* común (*Chem Station*), de acuerdo a las características de las matrices a ser analizadas.

Los resultados indican una alta presencia de propano que alcanza hasta 37 mg Mg<sup>-1</sup> a las 10.00 a.m. en el Parque O'Higgins. Para el caso de compuestos aromáticos se registraron mediciones de tolueno de hasta 19 mg Mg<sup>-1</sup> a las 20.00 p.m. en el Parque O'Higgins. Los productos de oxidación de hidrocarburos detectados fueron principalmente formaldehído (4,7 mg Mg<sup>-1</sup>) y acetaldehído (4,0 mg Mg<sup>-1</sup>). Sin embargo, se registró una alta concentración de butiraldehído y benzaldehído con razones de mezcla de 4,8 mg Mg<sup>-1</sup> y 4,4 mg Mg<sup>-1</sup> respectivamente.

**Palabras clave:** Santiago de Chile, Carbonilos, Compuestos orgánicos volátiles, Contaminación atmosférica.

## INFLUENCIA DE LOS AEROSOLAS ATMOSFÉRICOS EN LA IRRADIANCIA SOLAR ULTRAVIOLETA INCIDENTE EN EL SUELO

J. Lorente<sup>1</sup>, Y. Sola<sup>1</sup>, E. Campmany<sup>1</sup>, J. Rodríguez<sup>1</sup>, J.F. Olmo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Astronomía y Meteorología. Universidad de Barcelona. C/ Martí i Franquès 1 Planta 7, Barcelona 08028 (España). <jeroni@am.ub.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Física Aplicada. Universidad de Granada (España).

La irradiancia solar ultravioleta (UV) que alcanza la superficie terrestre depende de un gran número de variables, principalmente de las coordenadas geográficas, la altitud, lugar y hora del día, columna total de ozono y la concentración y distribución de partículas aerosoles y de la nubosidad. Con respecto al ozono, y sobre todo a raíz del descubrimiento del “agujero de la capa de ozono” en la Antártica, existen en la literatura numerosos trabajos que relacionan la columna total de ozono con la irradiancia UVB. No obstante, para otras variables como la distribución de aerosoles esta relación no está tan bien establecida, dada la dificultad para determinar sus propiedades ópticas. Diferentes masas de aire con distribuciones de aerosoles características dan lugar a variaciones en la irradiancia UV medida y en el índice ultravioleta (UVI), este último basado en la irradiancia UV biológicamente efectiva. Los modelos de transferencia radiativa permiten determinar la radiación solar incidente sobre un determinado lugar según el valor de las variables mencionadas. La incertidumbre en la irradiancia espectral UV simulada está influenciada por la precisión limitada de estos valores de entrada del modelo, así como la disponibilidad de los mismos. En el caso de no disponer de medidas para una determinada variable es posible escoger entre los valores típicamente climáticos o estándar incorporados en el modelo. Con respecto a los aerosoles la mayoría de modelos de dispersión múltiple tiene caracterizados aerosoles de tipo urbano, rural, continental y marítimo, entre otros. Algunos de los parámetros ópticos que permiten tener en cuenta estos modelos son el espesor óptico de aerosoles, el exponente alfa y el coeficiente de turbiedad de Ångström, el parámetro de asimetría y el albedo de dispersión simple. De ellos, los dos últimos son los que presentan una mayor dificultad de determinación, por lo cual no siempre es posible disponer de su valor.

El objetivo del presente trabajo es mostrar la dependencia de la irradiancia solar UV medida y simulada con las propiedades ópticas de aerosoles. A partir de una serie de días para los cuales se dispone de medidas de fotómetros se ha analizado cómo se modifica la cantidad de radiación medida según la masa de aire que afecte al lugar de simulación. Paralelamente, se ha simulado la irradiancia solar incidente bajo diferentes casos, dependiendo de la cantidad y precisión de la información disponible sobre los aerosoles. Las medidas se han comparado con la radiación simulada para un aerosol urbano

definido por el modelo y para el caso de disponer del espesor óptico de aerosoles y los parámetros de Angström. Se ha estudiado también la incertidumbre en el resultado según la disponibilidad del parámetro de asimetría y el albedo de dispersión simple o unos determinados valores climáticos.

Los resultados obtenidos muestran la importancia, y a la vez dificultad, de caracterizar la distribución y concentración de aerosoles en los modelos de transferencia radiativa. El uso de los valores estándar de aerosoles del modelo sin corregir a partir de algún valor real, en la mayoría de los casos, da lugar a una subestimación del UVI. El uso de algún valor real de los parámetros de aerosoles mejora considerablemente los resultados siempre que los restantes valores climáticos usados se ajusten lo más posible a los propios de la zona o a la situación atmosférica. No obstante, la dificultad implícita en la determinación del albedo de dispersión simple y el parámetro de asimetría hace que el UVI simulado con el máximo de parámetros reales no siempre sea el que más se ajuste a las medidas. Además, no siempre se caracterizan todas las variables de aerosoles de que dispone el modelo. Un ejemplo típico son las invasiones de aerosoles saharianos, situaciones en las que se produce una disminución en el UVI medido. Los mayores errores en el UVI simulado se dan para ángulos solares cenitales altos, aunque para casos de invasión de polvo sahariano el comportamiento es diferente siendo las diferencias mayores para ángulos pequeños y las horas posteriores. En general, durante invasiones de polvo sahariano los errores son mayores en la determinación del UVI.

**Palabras clave:** Irradiancia ultravioleta, UVI, Aerosoles, Modelos de transferencia radiativa.

## EL USO DE LAS IMÁGENES DEL SATÉLITE *METEOSAT 8* PARA CORREGIR LAS OBSERVACIONES DEL RADAR METEOROLÓGICO

A. Magaldi<sup>1</sup>, J. Bech<sup>2</sup>, J. Delgado<sup>1</sup> y J. Lorente<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universitat de Barcelona Departament de Astronomia y Meteorologia.*  
<amagaldi@am.ub.es>.

<sup>2</sup> *Servei Meteorològic de Catalunya. METEOCAT (Espanya).*

En la costa mediterránea, el seguimiento y predicción de tormentas convectivas es de importancia fundamental en las tareas de vigilancia meteorológica. Una de las herramientas más usuales en el monitoreo de dichos eventos es el radar meteorológico a través de la Estimación Cuantitativa de Precipitación (ECP). Los métodos asociados a la ECP requieren un conjunto robusto de controles de calidad para tratar diferentes factores. En particular, cuando los perfiles verticales de temperatura y humedad se apartan significativamente de las condiciones atmosféricas estándar se incrementa la refracción del haz emitido por el radar. Este hecho, conocido como propagación anómala (AP) de las microondas del radar puede, por lo tanto, incrementar (en intensidad y cantidad) el número de ecos espurios debidos a intercepciones del haz con el terreno e incluso afectar a algunas correcciones sobre datos radar como las de bloqueo topográfico (Bech *et al.*, 2003). Los ecos adicionales contribuyen con cantidades no realistas al campo de precipitación estimada.

Basados en la experiencia previa de usar imágenes de satélites geoestacionarios para determinar las áreas libres de nubes a partir de los sistemas de análisis de precipitación se propone una aplicación que incorpore las observaciones del *Meteosat 8* (MSG) en el control de calidad de la ECP del radar meteorológico. La gran resolución espacial y temporal de los datos del MSG los hace apropiados para esta aplicación.

El primer paso en la detección de la AP es crear una máscara de nubes con los datos del MSG usando valores de los canales: IR 1,6 y 10,8  $\mu$ m y visible (HRV) 0,6  $\mu$ m Michelson *et. al* 2004 y SAF 2004. El próximo paso es comparar la máscara de nubes con las observaciones del radar, después de haber re proyectado los datos en la misma malla. El siguiente paso para eliminar los falsos píxeles de precipitación del radar, será comparar estos con los píxeles de la máscara de nubes eliminando todos los píxeles del radar que provengan de una área libre de nubes.

El método es aplicado en el Noroeste de la península ibérica usando los datos del radar del *Servei Meteorològic de Catalunya*. La imagen resultante de este esquema, es comparada con los datos de 85 estaciones hidrometeorológicas repartidas en todo Catalunya.

Para evaluar los resultados se utilizaron los siguientes índices de verificación: Índice de falsa alarma (FAR), Índice de porcentaje correcto (PC) e Índice de Hanssen Kuipers (HK). Este método se ha evaluado durante diversos días en los que se presentaron condiciones de AP y precipitación en Catalunya. Los dos métodos mencionados proporcionaron resultados similares mejorando el PC alrededor de un 5% y bajando las falsas alarmas originales de 52% al 26%. De acuerdo con estos resultados se puede afirmar que ambos métodos corrigieron de una manera eficiente las observaciones del radar en el caso de estudio.

Actualmente la investigación se halla en un periodo de recolección de datos esperando aumentar los casos de estudio.

**Palabras clave:** Satélite *Meteosat*, Radares meteorológico, España.

# CONTRIBUCIÓN DE FUENTES Y ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LAS OPERACIONES CON GRANELES EN LOS NIVELES DE PM<sub>10</sub> EN EL PUERTO DE TARRAGONA (*Proyecto HADA: ESPAÑA*)

**Natàlia Moreno<sup>1</sup>, Andrés Alastuey<sup>1</sup>, Xavier Querol<sup>1</sup>, Mar Viana<sup>1</sup>, Andrés Guerra<sup>2</sup>, José Antonio Luaces<sup>3</sup> y Joan Basora<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, (CSIC), c/Lluís Solé i Sabarís s/n, Barcelona 08028 (España). <nmoreno@ija.csic.es>.

<sup>2</sup> Ente Público Puertos del Estado, Av. Partenón 10, Madrid 28224 (España).

<sup>3</sup> Port de Tarragona, Passeig de l'Escullera s/n, Tarragona 43004 (España).

El objetivo de este trabajo, enmarcado en el proyecto *HADA* (LIFE 02/E/ENV/000274) es estudiar los niveles de PM<sub>10</sub> y estimar la contribución de las diferentes fuentes de emisión en el área del puerto de Tarragona (España), dada la gran variedad y cantidad de materiales pulverulentos (PM) manipulados en éste. Para ello se han medido los niveles de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>1</sub> (partículas de diámetro <10, 2.5 y 1 µm, respectivamente) durante el periodo de estudio comprendido entre Mayo de 2004 a Julio de 2005, cubriendo el 77% de los días. Además, se ha realizado la caracterización química de 92 muestras diarias de PM<sub>10</sub> recogidas periódicamente (2 muestras consecutivas de 24 h por semana) en la cabina de la calidad del aire de la Autoridad Portuaria de Tarragona (APT) en el Puerto de Tarragona.

Los niveles medios registrados en la cabina de control ambiental de la ATP para el periodo de estudio fueron 37 µgPM<sub>10</sub> m<sup>-3</sup>, 21 µgPM<sub>2.5</sub> m<sup>-3</sup> y 15 µgPM<sub>1</sub> m<sup>-3</sup>. Estos niveles cumplen los valores límite establecidos por la Directiva 1999/30/CE para 2005 relativos a la media anual de PM<sub>10</sub>.

Los resultados derivados de la caracterización química de los filtros muestreados en la estación de la ATP se han comparado con los obtenidos en 2001 en una estación de fondo urbano de Tarragona (DARP), ubicada en la terraza de un edificio a 2 Km. del puerto, obteniéndose concentraciones muy similares en ambos emplazamientos para la mayoría de los componentes analizados. A partir de una agrupación simple de los componentes mayoritarios de PM<sub>10</sub> se han obtenido contribuciones medias anuales de compuestos secundarios inorgánicos (CSI) de 10,3 µg m<sup>-3</sup>, en APT, y 10,2 µg m<sup>-3</sup> en Tarragona y de materia orgánica más C elemental (OM+EC) de 8,2 µg m<sup>-3</sup> en APT y 8,8 en Tarragona. Solamente se aprecian diferencias significativas en el caso de la componente mineral, siendo ligeramente superior en la APT (11,0 µg m<sup>-3</sup>) que en la ciudad (9,2 µg m<sup>-3</sup>). Esta diferencia podría atribuirse a un mayor aporte de este tipo de materiales en el puerto de Tarragona, probablemente debido a la manipulación de materias minerales.

Respecto los elementos traza no se exceden los valores límite establecidos por la Directiva 1999/30/CE para Pb (500 ng m<sup>-3</sup>) o los valores objetivo

establecidos por la Directiva 2005/107/CE para 2012 (6 ngAs m<sup>-3</sup>, 5 ngCd m<sup>-3</sup>, y 20 ngNi m<sup>-3</sup>).

En base a un estudio previo sobre la caracterización exhaustiva de los graneles manipulados en el Puerto de Tarragona se ha realizado una interpretación minuciosa de la evolución temporal de los componentes químicos determinados en PM<sub>10</sub>. De este modo, y teniendo en cuenta las operaciones llevadas a cabo en el puerto durante los días de muestreo se ha podido identificar cuando una determinada operación ha tenido un impacto en los niveles de PM. Este estudio revela que, en determinadas ocasiones, los procesos de resuspensión por el viento de materiales acumulados en los muelles, o de materiales depositados y disgregados por la acción del tráfico, pueden tener un mayor impacto en los niveles de PM que las operaciones de carga y descarga propiamente dichas. En base a estos resultados se pretende establecer una serie de recomendaciones sobre las buenas prácticas de manipulación para determinados materiales que permitan disminuir los niveles de material particulado.

**Palabras clave:** PM<sub>10</sub>, Puerto, Tarragona, Material particulado, Contaminación atmosférica.

# VARIACIONES TEMPORALES EN LAS CONCENTRACIONES Y MATERIAL ATMOSFÉRICO PARTICULADO EN PUERTOLLANO (ESPAÑA)

**Teresa Moreno<sup>1</sup>, Xavier Querol<sup>1</sup>, Andrés Alastuey<sup>1</sup>,  
Saul García dos Santos<sup>2</sup> y Wes Gibbons<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, CSIC, C/Lluís Solé i Sabarís s/n, Barcelona 08028 (España). <tmoreno@ija.csic.es>.

<sup>2</sup> Instituto de Salud “Carlos III”, Crta. Majadahonda-Pozuelo km 2, Majadahonda 28220 (España).

<sup>3</sup> AP 23075, Barcelona 08080 (España).

La ciudad de Puertollano (España) es la localidad con mayor concentración de industria pesada en el área central española. Al encontrarse alejada de grandes ciudades o redes de autopistas, las emisiones industriales locales no están diluidas por plumas antropogénicas de otras poblaciones o carreteras cercanas. La serie de datos de los niveles de contaminación atmosférica registrada durante un periodo de 12 meses (de Noviembre 2003 a Octubre 2004) en esta ciudad revela unas variaciones diarias muy claras en las concentraciones de los diferentes contaminantes atmosféricos. Así el comportamiento atmosférico diario típico se caracteriza por un doble pico de  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) y CO asociado a un descenso en los niveles de ozono (por la noche y a primeras horas de la mañana), un ascenso en los niveles de  $\text{SO}_2$  y  $\text{PM}_{10}$  al mediodía (1-2 horas más tarde durante los meses de invierno) y un máximo en los niveles de ozono desde el final de la mañana y durante toda la tarde (menos pronunciado en invierno). Sobre este patrón se superponen:

- (1) variaciones estacionales que acentúan los máximos al mediodía de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{SO}_2$  en invierno (cuando dicho máximo ocurre más tarde que en verano) y muestran incrementos en niveles de  $\text{NO}_2$ , ozono y material particulado de fondo durante los meses de verano y niveles más elevados de NO durante los de invierno,
- (2) incrementos puntuales en los niveles de polución, especialmente asociados con el  $\text{SO}_2$  emitido por las fuentes industriales en la zona,
- (3) episodios de estancamiento atmosférico regional que elevan las concentraciones de todos los contaminantes,
- (4) intrusiones de contaminantes “exóticos”, en especial de polvo procedente del desierto del Norte de Africa.

Dado que los niveles elevados de contaminantes en el aire tales como  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y ozono son probadamente nocivos para la salud humana,

el estudio y la predicción del comportamiento diario de dichos contaminantes es especialmente relevante para la salud de individuos más susceptibles a problemas respiratorios y cardiovasculares tales como niños, ancianos y asmáticos.

**Palabras clave:**  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ , Área industrial Puertollano, Contaminación atmosférica.

## CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LAS EMISIONES RELEVANTES EN LA MODELIZACIÓN FOTOQUÍMICA MESOESCALAR

**S. Ortega<sup>1</sup>, M. Alarcón<sup>2</sup>, M. R. Soler<sup>1</sup>, D. Pino<sup>3,4</sup> y J. Grasa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Astronomía y Meteorología, Universidad de Barcelona, UB, Barcelona (España). <sortega@am.ub.es>.*

<sup>2</sup> *Departamento de Física Nuclear e Ingeniería, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC, Barcelona (España).*

<sup>3</sup> *Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña, IEC, Barcelona (España).*

<sup>4</sup> *Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC, Barcelona (España).*

La emisión de contaminantes a la atmósfera, tanto de origen natural como antropogénico, está directamente relacionada con problemas medioambientales, como la degradación de la calidad del aire, el cambio climático por el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero, la reducción del ozono estratosférico o el incremento en la concentración del ozono troposférico. Este último es el tema de estudio del trabajo que se presenta. En general, una vez emitidos los contaminantes hacia la atmósfera, en función de su naturaleza, de las condiciones meteorológicas y topográficas del área a estudiar, son dispersados y transportados, se depositan y experimentan diferentes reacciones químicas. La interacción de todos los procesos anteriormente mencionados, determinan finalmente la calidad del aire, cuyo grado de deterioro depende en primer lugar de la cantidad y tipología de las emisiones atmosféricas. Por tanto, la cuantificación y la valoración de las emisiones atmosféricas han de ser un objetivo previo imprescindible para cualquier análisis posterior como la modelización, análisis y establecimiento de políticas que controlen la calidad del aire. En este trabajo, y como punto de partida previo a la modelización del ozono troposférico en el noreste peninsular mediante modelos fotoquímicos anidados (MM5-CMAQ), se presenta un modelo de emisiones. Teóricamente las emisiones que se generan en una área determinada podrían cuantificarse midiendo la cantidad de sustancias emitidas desde todas las fuentes durante el periodo de estudio. En la práctica, sin embargo, no es posible realizar medidas individuales, recurriendo al uso de valores representativos por tipo de fuente o utilizando modelos matemáticos de diferente complejidad que sirven para estimar las emisiones hacia la atmósfera desde diferentes fuentes ubicadas en los diversos dominios considerados. Se han tenido en cuenta las emisiones de precursores del ozono troposférico producidas por la vegetación, las emisiones del tráfico rodado y las emisiones industriales más relevantes. Con este propósito se ha empleado un programa de gestión de base de datos, un sistema de información geográfica y una serie de códigos en programación *Fortran* que realizan los cálculos matemáticos. Al tratarse de dominios encajados, para el dominio

mayor, que engloba toda la Península Ibérica, el Sur de Francia y una parte de Italia se ha utilizado una interpolación de las emisiones del modelo EMEP adaptándolas así a nuestra malla. Posteriormente se ha aplicado la especiación requerida por el mecanismo químico CBIV que utiliza el modelo fotoquímico CMAQ. Las emisiones biogénicas se calculan a partir de los usos del suelo, de resolución 30 m; para Cataluña, y el resto del dominio la resolución es mayor tomando los usos del suelo del USGS utilizados por el modelo MM5. Las variables atmosféricas necesarias para el cálculo de isoprenos, nomoterpenos y otros hidrocarburos se obtienen de la simulación con el modelo MM5, que también será utilizado como dato de entrada del modelo fotoquímico. En las emisiones industriales se ha considerado la generación de energía, la producción de cemento, la incineración de residuos y la producción y manipulación de petróleo y derivados. En las emisiones del tráfico rodado se han considerado las vías con mayor número de vehículos. A partir de medidas de la red viaria en resolución horaria se han elaborado perfiles de distribución temporal del total diario de vehículos.

Se analizó la coherencia de las emisiones entre los distintos dominios y se obtuvieron ciertas discrepancias en algunas especies con el modelo EMEP. Se aplicó el modelo de emisiones en la simulación de un episodio fotoquímico y se extrajeron conclusiones sobre las mejoras a realizarse.

**Palabras clave:** Emisiones contaminantes gaseosas, Modelización, Fuentes contaminantes.

## VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS NIVELES DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN LA REGIÓN DE EXTREMADURA (ESPAÑA)

**M.<sup>a</sup> Rosario Palomo Marín<sup>1</sup>, Lorenzo Calvo Blázquez<sup>1</sup>, Eduardo Pinilla Gil<sup>1</sup>,  
Teresa Moreno Pérez<sup>2</sup> y Xavier Querol Carceller<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Química Analítica y Electroquímica. Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España). <charopm@unex.es>.

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC. Barcelona (España).

El objetivo del presente estudio es la identificación e interpretación de las variaciones estacionales de los niveles de material particulado atmosférico entre los años 1999 y 2003 en Extremadura.

Para ello se han utilizado series temporales de niveles de PM<sub>10</sub>, PST y de contaminantes gaseosos procedentes de dos estaciones de medida integradas en la *Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura* ubicadas en Badajoz capital y en Cáceres capital, catalogadas como de fondo urbano, y una perteneciente a la *Red Española de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Residual o de Fondo* (programas EMEP/CAMP) ubicada en Barcarrota (provincia de Badajoz) y catalogada como de fondo rural. De las tres estaciones de medida consideradas, las de Cáceres y Badajoz están equipadas con espectrómetros láser GRIMM modelo *Enviro-Check 1165* que proporcionan medidas de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>1</sub>. La estación situada en Barcarrota está equipada con una instrumentación automática basada en la medida con microbalanza oscilante (TEOM), que proporciona medidas de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y PST. Las concentraciones de NO<sub>x</sub> en Badajoz y Cáceres se evaluaron mediante un analizador de quimioluminiscencia *DASIBI* modelo 2108.

Observando los niveles de partículas encontrados en las tres estaciones no se aprecia el esperado aumento al pasar de la estación de fondo rural de Barcarrota (con los niveles de partículas propios de una estación rural) a las de fondo urbano de Badajoz y Cáceres (con niveles de partículas menores que los de una estación urbana), debido a la situación de estas últimas que se encuentran en entornos de tráfico ligero y, en el caso de la estación de Badajoz, en una terraza del edificio; estos factores hacen que el nivel de partículas en las dos estaciones sea menor del esperado. Todos los tipos de estaciones muestran un valor máximo de partículas entre los meses de Abril y Septiembre. El origen del incremento estival de los niveles de material particulado se encuentra relacionado principalmente con cuatro procesos: a) La mayor frecuencia de episodios de recirculación regional de masas de aire; b) la menor tasa de precipitación; c) la incidencia de episodios de intrusión de masas de aire africano; y d) en el caso de la estación de fondo rural de Barcarrota el transporte de contaminantes desde zonas urbanas e industriales

hacia zonas suburbanas y rurales ligado a la mayor capacidad dispersiva de la atmósfera. En las estaciones de Badajoz y Cáceres se comprueba que el origen de las partículas es mayoritariamente natural, ya que la evolución diaria de los niveles de PM10 y la evolución diaria de los niveles de NO<sub>x</sub> son contrarias en ambas estaciones.

**Palabras clave:** Partículas atmosféricas, Contaminación atmosférica, Extremadura, España, Monitoreo atmosférico.

# PERFIL QUÍMICO DEL MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO EN EL MEDITERRÁNEO DURANTE EPISODIOS DE RECIRCULACIÓN REGIONAL E INTRUSIONES DE MASAS DE AIRE DE ORIGEN NORTEAFRICANO

J. Pey, A. Alastuey y X. Querol

*Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, CSIC. Barcelona (España).  
<jpey@ija.csic.es>, <aalastuey@ija.csic.es> y <xquerol@ija.csic.es>.*

Durante el periodo Enero 2004-Febrero 2005 y de forma intensiva en el mes de Julio de 2005 se realizó el muestreo paralelo de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la estación de Castillo de Bellver, Mallorca (España), de tipo suburbano. El resultado de todo el muestreo fue la toma válida de 95 y 103 muestras de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> respectivamente (16 de PM<sub>10</sub> y 17 de PM<sub>2.5</sub> durante el mes de Julio de 2005). Tras la determinación gravimétrica, las muestras fueron analizadas mediante diferentes técnicas (ICP-AES, ICP-MS, cromatografía iónica y análisis elemental de C) hasta determinar un total de 60 elementos y compuestos.

Paralelamente, se realizó el análisis diario del origen de las masas de aire mediante el uso de diferentes herramientas, distinguiéndose diferentes sectores para su clasificación (Atlántico, Norte África-NAF, Mediterráneo, Europa, Regional-REG, Local). En base a esta clasificación, se obtuvieron los perfiles químicos para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para cada uno de los sectores distinguidos, mostrando especial interés los perfiles químicos de los escenarios de advección desde el Norte de África y los de recirculación regional.

Se ha obtenido un promedio de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para dicho periodo de 31 y 21  $\mu\text{g m}^{-3}$  (28 y 20  $\mu\text{g m}^{-3}$  para el periodo Enero 2004-Febrero 2005). Los niveles más elevados tanto de PM<sub>10</sub> como de PM<sub>2.5</sub> se registran coincidentes con advección desde el NAF (39 y 25  $\mu\text{g m}^{-3}$  de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> respectivamente), seguido por los episodios de contaminación local de invierno (30 y 22  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Los episodios que registran niveles de partículas más bajos son los de advección desde el Mediterráneo (20 y 11  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) y los de advección desde el Atlántico Norte (22 y 17  $\mu\text{g m}^{-3}$ ).

El perfil químico de los distintos episodios varía sustancialmente, destacando bajo escenarios de advección del NAF, tanto en PM<sub>10</sub> como en PM<sub>2.5</sub>, la importancia de la fracción crustal (50 y 27 %) y de los compuestos inorgánicos secundarios (31 y 46%). Para los episodios REG, la fracción crustal y los compuestos inorgánicos secundarios son predominantes (37 y 34 % en PM<sub>10</sub>, 21 y 46 % en PM<sub>2.5</sub>), incrementando también la importancia de la fracción carbonosa (20 y 29 % en PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Cabe destacar que los mayores niveles de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se registran durante los episodios

NAF. Bajo episodios de advección desde el NAF el ratio PM2.5/PM10 de  $\text{SO}_4^{2-}$  es 0,9; para el  $\text{NO}_3^-$  es 0,2; y para el  $\text{NH}_4^+$  es 1,5, debido a un artefacto en el muestreo. Para los episodios REG se obtienen resultados similares, a excepción del ratio PM2.5/PM10 para el  $\text{SO}_4^{2-}$  que es 1.

El balance iónico ha demostrado la presencia del sulfato en forma de sulfato amónico, excepto en la fracción gruesa bajo episodios NAF, cuando parte del  $\text{SO}_4^{2-}$  está asociado con Na o Ca. Del mismo modo, el  $\text{NO}_3^-$  en la fracción  $>2.5 \mu\text{m}$  está asociado a Na o Ca.

Por tanto, se puede concluir que, en base a los resultados obtenidos hasta el momento, durante los periodos de NAF se incrementa el contenido en sulfatos y nitratos en la fracción gruesa. El incremento en los sulfatos bajos escenarios NAF puede estar relacionado con un aporte naturales de yeso (poco probable dada la granulometría fina de éstos) o puede deberse a la interacción entre las masas de aire ricas en compuestos minerales con las masas contaminadas o a la reacción de las primeras con contaminantes gaseosos.

**Palabras clave:** Episodio regional, Intrusión africana, Perfil químico.

# DISTRIBUCIÓN Y EVOLUCIÓN DEL OZONO TROPOSFÉRICO EN ÁREAS URBANAS Y RURALES DE EXTREMADURA, ESPAÑA, DURANTE EL AÑO 2004

**Eduardo Pinilla Gil<sup>1</sup>, Francisco Javier Delfa de la O<sup>1</sup>, M.<sup>a</sup> Rosario  
Palomo Marín<sup>1</sup>, Carmen Marín Sánchez<sup>1</sup> y Martín Bastos Martín<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dep. Química Analítica y Electroquímica, Univ. Extremadura, Badajoz 06071 (España). <epinilla@unex.es>.

<sup>2</sup> Dir. Gen. Medio Ambiente, Junta Extremadura, Avda. de Portugal, s/n, Mérida 06800 (España).

El ozono troposférico es un contaminante secundario, generado por reacciones fotoquímicas entre precursores, tales como óxidos de N o compuestos orgánicos volátiles (COVs) naturales y antropogénicos. Estas reacciones están catalizadas por la radiación solar y la temperatura. El ozono se descompone a través de diversas reacciones de oxidación en las que también están implicados algunos de sus precursores como los óxidos de N. Esta situación configura para el ozono una compleja química troposférica, que hasta ahora no ha sido estudiada con detalle en Extremadura (España).

Se realizó un estudio de la distribución espacial y de la evolución temporal de la concentración de ozono troposférico a partir de los datos de las tres estaciones fijas de la Red Extremeña de Protección e Investigación de la Calidad del Aire (REPICA). Dos de las estaciones fijas de vigilancia atmosférica cuyos datos se han empleado para este estudio están ubicadas en las ciudades más pobladas de la región, Badajoz capital (latitud 38° 53' 12" N, longitud 6° 58' 15" W; 140.000 habitantes) y Cáceres capital (latitud 39° 28' 22" N, longitud 6° 21' 37" W; 84.000 habitantes). La tercera está ubicada en el Parque Natural de Monfragüe (latitud 39° 50' 57" N, longitud 5° 56' 23" W), en un entorno completamente rural. El intervalo temporal de estudio corresponde al año 2004.

Para la evaluación de la concentración de ozono se emplearon analizadores basados en la medida de la absorbancia ultravioleta *DASIBI* modelo 1008. Los datos se correlacionaron con parámetros meteorológicos y físico químicos obtenidos en las mismas estaciones. En concreto, los datos de concentración de óxidos de N se evaluaron mediante un analizador de quimioluminiscencia molecular *DASIBI* modelo 2108.

Los niveles de concentración de ozono en Extremadura siguen una pauta anual con máximos en el período Mayo a Julio, que corresponden a los meses de mayor temperatura e irradiación solar. La evolución diaria presenta un máximo a primeras horas de la tarde, como corresponde a la generación secundaria de ozono por reacciones de precursores en presencia de la radiación solar. Los valores horarios máximos no superaron el umbral de

información pública marcado por la legislación, con niveles del orden del 60 % de días de calidad óptima y 40 % de días de calidad admisible para las tres estaciones de medida. En concordancia con las previsiones de los modelos de generación de ozono se encontraron correlaciones positivas entre los niveles medios mensuales de ozono y los de temperatura y radiación solar, y correlaciones negativas con los niveles medios mensuales de óxidos de N.

**Palabras clave:** Ozono troposférico, Contaminación atmosférica, Extremadura, España.

**VARIACIONES QUÍMICAS, TEMPORALES Y ESPACIALES,  
DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>  
EN ESTACIONES URBANAS EN ESPAÑA**

**X. Querol<sup>1</sup>, A. Alastuey<sup>1</sup>, T. Moreno<sup>1</sup>, M. Viana<sup>1</sup>, S. Castillo<sup>1</sup>, J. Pey<sup>1</sup>,  
B. Artiñano<sup>2</sup>, S. Garcia dos Santos<sup>3</sup>, R. Fernández Patier<sup>3</sup>, M. J. Sanz<sup>4</sup>,  
M. C. Minguillón<sup>5</sup>, E. Monfort<sup>5</sup>, R. Palomo<sup>6</sup>, E. R. Pinilla<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra, CSIC, C/ Luis Solé Sabarís s/n, Barcelona 08028 (España). <xquerol@paleo.ija.csic.es>.

<sup>2</sup> CIEMAT, Avda. Complutense 22, Madrid 28040 (España).

<sup>3</sup> Instituto de Salud Carlos III, Ctra. Majadahonda-Pozuelo km2, Madrid 28220 (España).

<sup>4</sup> CEAM C/ Charles Darwing 14, Paterna, Valencia 46998 (España).

<sup>5</sup> Instituto de Tecnología Cerámica, Campus Universitario Riu Sec, Castellón 12006 (España).

<sup>6</sup> Departamento de Química Analítica, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España).

La composición química del material particulado atmosférico (PM) en zonas urbanas españolas, así como sus variaciones temporales, varían significativamente a lo largo del país debido a los fuertes contrastes climáticos que en él se producen. La cada vez más restrictiva legislación europea será difícil de cumplir en muchas zonas de España donde el clima es semiárido, influenciadas por intrusiones de polvo africano y propensas a abundantes fenómenos de resuspensión de partículas naturales y antropogénicas. Más aún, la red de monitoreo de calidad del aire en España se caracteriza por una proporción muy elevada de estaciones de tipo urbano e industrial en comparación con otros miembros de la UE (78%, contra 40% en la UE-25). Con el fin de entender los principales factores responsables de la composición y distribución de material particulado en diferentes zonas urbanas españolas se han obtenido y analizado datos de niveles de polución en 21 estaciones durante el periodo 1999-2004.

Los datos incluyen: Estaciones de tráfico (Barcelona-Sagrera, L'Hospitalet y Madrid-E. Aguirre), estaciones urbanas de fondo (con influencia industrial: L'Alcora-Castellón, La Línea-Cádiz, Tarragona-DARP, Hospital M. Lois-Huelva, Llodio, Mercado Central-Las Palmas de Gran Canaria, Alcobendas, Barcelona-CSIC, Santa Cruz de Tenerife, Badajoz, Burgos, Mallorca, Puertollano), estaciones suburbanas (con influencia industrial: Onda-Castellón y Cartagena), y estaciones regionales de fondo (Monagrega-Calanda (semiárido); Bemantes- A Coruña y Barcelona-Montseny (húmedo)). Los niveles medios anuales de PM varían entre 15-20  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  y 9-12  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  en estaciones regionales de fondo remotas (tipo EMEP), 18-22  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  y 13-15  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  en estaciones rurales, 22-27  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  en

estaciones de tipo fondo industrial, 32-41  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  y 18-25  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  en estaciones urbanas de fondo (más elevados en Barcelona y Canarias), y 45-50  $\mu\text{gPM}_{10} \text{ m}^{-3}$  y 27-35  $\mu\text{gPM}_{2.5} \text{ m}^{-3}$  en estaciones urbanas de tráfico. La fracción  $\text{PM}_{2.5}$  está enriquecida en partículas producidas por el tráfico como OM+EC y CIS, con los niveles de  $\text{PM}_{2.5}$  de tipo antropogénico (excluyendo minerales) alcanzando valores de 9, 11-18 y 21-26  $\mu\text{g m}^{-3}$  en estaciones rurales, urbanas y de tráfico respectivamente. Estos valores ponen de manifiesto la dificultad de estas estaciones urbanas para lograr el nivel propuesto por la UE para  $\text{PM}_{2.5}$  de 12-20  $\mu\text{g m}^{-3}$ , especialmente en aquellas estaciones de tráfico donde el componente de tipo crustal supone una adición de 4-5  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Las variaciones temporales y espaciales del PM pueden ligarse a varios factores como emisiones naturales y antropogénicas, clima, y/o la reactividad/estabilidad de las especies particuladas. Así los niveles de sulfatos (con máximos en verano) y OM+EC (con máximos en invierno) alcanzan picos en zonas industriales y puntos negros de tráfico respectivamente. Los niveles de nitratos muestran un mínimo en verano debido a la inestabilidad térmica del nitrato amónico y un incremento hacia la zona Este peninsular independientemente de las emisiones regionales. La materia mineral atmosférica esta fuertemente influenciada por el tráfico (debido a la abrasión del pavimento, en especial en periodos secos) y por emisiones industriales específicas de tipo local; aunque las estaciones urbanas en zonas semiáridas y cercanas al norte de Africa (Canarias, Baleares o Andalucía) también muestran niveles relativamente elevados de materia mineral de fondo. Finalmente, los niveles de la mayoría de los metales analizados están relacionados con emisiones locales antropogénicas de PM.

**Palabras clave:** Material particulado, Estaciones urbanas, España.

## PATRONES DIURNOS DEL OZONO EN INVIERNO: CIUDAD DE MÉXICO

A. E. Rico<sup>1</sup>, A. Correa-García<sup>2</sup>, y M. M. Coronado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Academia de Ing. Ambiental. E.S.I.Q.I.E., I.P.N. Edif. N 8, 2° piso, Unidad Profesional A. L. Mateos. Zacatenco México, D. F. (México).

<sup>2</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Ciudad Universitaria. Morelia (Michoacán, México). <ericoarz@yahoo.com>, <armandocorea@yahoo.com> y <coronado124otmail.com>

En este trabajo se describen las variaciones diurnas del ozono al suroeste de la Ciudad de México; el lugar de estudio es el “Pedregal”, que se localiza en este área, la cual se caracteriza por tener un clima semifrío subhúmedo [C(E)(w<sub>2</sub>)(w)]. El análisis comprende los días 01 al 06 de Enero de 1989, 1991 y 2005 con el propósito de investigar si los patrones diurnos del O<sub>3</sub> aumentan ó disminuyen con el tiempo. Debido a que las concentraciones de O<sub>3</sub> están influidas por variaciones estocásticas y estacionales hace difícil evaluar la eficiencia de la reglamentación de estándares para mejorar la calidad del aire. Se realizaron ensayos de normalidad, estadísticos no paramétricos, además de estimaciones no lineales. Para garantizar la confiabilidad de los resultados el porcentaje de muestreo en la información empleada fue mayor al 75%.

Las variaciones halladas en orden de magnitud con respecto al valor de la mediana del O<sub>3</sub>, principalmente en los días 05 y 06 de Enero 1989-2005, indican que los patrones diurnos del O<sub>3</sub> se modificaron (con tendencia al incremento) en horas de la madrugada en  $\pm 200\%$  y mayor al 300%, entre el atardecer y en la noche con respecto a 1989. Lo anterior se debió probablemente, al efecto combinado del descenso en  $\pm 30\%$  del NO<sub>2</sub> y  $\pm 53\%$  de los NO<sub>x</sub> en la madrugada y el incremento de éstos en la tarde-noche con  $\pm 200\%$  y  $\pm 100\%$  respectivamente. Contrariamente a esto, el modelo propuesto supone que el ozono es función de la temperatura, con coeficiente de correlación de 0,9 (valor muy alto), lo cual significa que probablemente esta variable meteorológica influyó en cantidad menor al aumento del ozono con respecto a los precursores ya mencionados. Por otra parte, la proporción de los precursores (NO<sub>2</sub>; NO<sub>x</sub>), además de los hidrocarburos, es tema de investigación actual debido a los cambios recientes en las formulas de las gasolinas realizados en los Estados Unidos y México, con miras a reducir la contaminación atmosférica. Sin embargo este estudio demuestra que el ozono persiste como principal problema de contaminación ambiental.

**Palabras clave:** Ozono, México, Variaciones diurnas.

# ANÁLISIS FRACTAL DE LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA LLUVIA EN BARCELONA (ESPAÑA)

R. Rodríguez<sup>1</sup>, M.C. Casas<sup>1</sup> y A. Redaño<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departament de Física i Enginyeria Nuclear, EPSEVG, Universitat Politècnica de Catalunya, Víctor Balaguer s/n, Vilanova i la Geltrú 08800 (España). <raul.rodri-guez@upc.edu>.*

<sup>2</sup> *Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 647, Barcelona 08028 (España).*

En las zonas de clima mediterráneo de latitudes medias la precipitación puede proceder de sistemas nubosos de escala sinóptica que producen lluvias de intensidad débil o moderada o, bien, de sistemas convectivos de mucha menor extensión, perteneciente a la escala local o a la mesoescala, que suelen producir chubascos de intensidad moderada o fuerte de menor duración. Aunque ambos tipos de precipitación pueden estar asociados al paso de depresiones frontales, los sistemas convectivos intensos que afectan a las zonas mediterráneas presentan una estructura propia muy influenciada por factores estacionales y locales, siendo la interacción mar-atmósfera uno de los más importantes.

Con frecuencia se observa una estructura jerárquica en los procesos lluviosos, dónde áreas sinópticas de gran escala con poca intensidad de lluvia contienen áreas de mesoescala menores con mayor precipitación, que a su vez contienen células convectivas individuales de aún mayor intensidad de precipitación. Este comportamiento es indicativo de un proceso en cascada. El modelo multiplicativo en cascada aplicado a los fenómenos atmosféricos consiste en estructuras a gran escala de longitud característica  $T$ , que se rompen en un número aleatorio de subestructuras cuya longitud es igual a  $\lambda$ , siendo  $\lambda = T/\lambda$  la relación de escala. Muchos procesos atmosféricos, entre los que se cuenta los de generación de lluvia, se producen mediante complejos procesos dinámicos no lineales para los que se proponen este tipo de modelos multiplicativos, utilizados con frecuencia en el campo de las turbulencias en hidrodinámica. Este tipo de procesos, en lugar de ser de escala simple y tener un exponente constante que los gobierna relacionado con la dimensión fractal, suelen tener un comportamiento de multiescala cuyo exponente multifractal es una función. En la mayoría de estudios realizados sobre las propiedades de escala en el proceso de precipitación se ha investigado el comportamiento multifractal sin distinguir entre observaciones relacionadas con distintos mecanismos de generación de lluvia. Sin embargo, es conocido que ciertos procesos están relacionados con unas determinadas escalas, delimitadas por propiedades de la lluvia que van desde características climatológicas hasta propiedades meteorológicas regionales y locales. Una implicación que se deriva de estas limitaciones es que las propiedades

multifractales de la lluvia pueden ser diferentes dependiendo del mecanismo generador de precipitación dominante.

Con el fin de poner de manifiesto los diferentes tipos de precipitación registrados en Barcelona (España), se han aplicado técnicas de análisis fractal a los registros de lluvia del pluviógrafo Jardí del Observatori Fabra de Barcelona (1927-1992) y de la red pluviométrica urbana de CLABSA (1994-2001). Así, el análisis multifractal aplicado en este trabajo a los registros de lluvia en Barcelona ha proporcionado unos parámetros que presentan diferencias significativas dependiendo del tipo de precipitación observada.

**Palabras clave:** Análisis fractal, Generación de lluvia, Escalas temporales.

# IMPORTANCIA DE LA ESTACIONARIEDAD PARA LA INTERPOLACIÓN ESPACIAL DE VARIABLES ALEATORIAS. CASO DEL PICO DE OZONO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MEXICO

**Darío Rojas-Avellaneda**

*Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo". Contoy 137, México D. F. 14740 (México). Tel/Fax 5135-2128. <dario Rojas@centrogeo.org.mx>.*

Se considera el pico de ozono en la atmósfera de la Ciudad de México para determinar el comportamiento de algunos métodos de interpolación espacial usados en Geoestadística, como el inverso del cuadrado de la distancia, *IDW*, *kriging* y redes neuronales artificiales.

Se considera a la muestra de datos como realización de un conjunto de variables aleatorias con media no estacionaria. Se estima el valor medio para el pico de ozono por un análisis de regresión lineal de los datos medidos en la estaciones de monitoreo y sus correspondientes coordenadas. Los residuos obtenidos, al remover el valor estimado para la tendencia de los datos medidos, se consideran realización de conjunto de variables aleatorias con media estacionaria. Se aplican los métodos de interpolación arriba mencionados a la muestra estacionaria de residuos. Se calcula el error cuadrático medio entre los datos interpolados y los valores medidos para cada uno de los métodos considerados. Se muestran los mapas de los niveles de contaminación interpolados y se interpretan con ayuda de la dirección del campo de vientos de la región.

Para el estudio se utilizaron los valores suministrados por la Red Automática de Monitoreo Ambiental de la Ciudad de México.

**Palabras clave:** Interpolación espacial, Estacionalidad, Contaminación, Pico de ozono.

## PREDICCIÓN DE TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS EN FUNCIÓN DE LA RADIACIÓN

**M. Ruiz Leo y E. Hernández**

*Dpto. Física de la Tierra II. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Físicas Madrid 28040 (España). <emiliano@fis.ucm.es>.*

La radiación directa influye en la temperatura del aire. Cuando se alcanzan temperaturas extremas máximas es debido a diferentes causas tales como la persistencia de situaciones sinópticas de tipo anticiclónico durante un período prolongado de tiempo en las épocas de verano. Por otra parte, puede atribuirse este incremento de temperatura al aumento de aerosoles en la atmósfera que, en las anteriores condiciones, produce un efecto de acumulación. Otra causa, no bien estudiada, es por la mayor incidencia de la radiación en la atmósfera, que puede dar origen, en las condiciones sinópticas anteriormente mencionadas, a un incremento de temperatura máxima.

El objetivo de esta comunicación es predecir las temperaturas máximas extremas registradas durante el período 1983-2004, en la estación de “Buena-vista” (Toledo, España) teniendo en cuenta la radiación recibida una vez determinados los desfases entre la radiación y las temperaturas máximas a partir de los espectros de coherencia y de fase.

**Palabras clave:** Temperaturas extremas máximas, Radiación, Predicción.

## DISTRIBUCIÓN DE FASES DE HAPs EN AEROSOLES ATMOSFÉRICOS DE LA COMUNA DE PUDAHUEL, SANTIAGO DE CHILE: INFLUENCIA SOBRE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SALUD

Nicolás Schiappacasse<sup>1</sup>, Francisco Cereceda-Balic<sup>1</sup>,  
Víctor Vidal<sup>1</sup>, Pedro Oyola<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Ambiental, Departamento de Química, Universidad Técnica Federico Santa María, Casilla 110-V, Valparaíso (Chile). Fax: 56-32-654872. <francisco.cereceda@usm.cl>.

<sup>2</sup> Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).

Se realizó una campaña de monitoreo de aerosoles atmosférico de PM<sub>2,5</sub> entre los meses de Junio y Octubre del año 2002 en el área metropolitana de la ciudad de Santiago de Chile. El propósito del estudio fue caracterizar el perfil de concentración de 16 EPA hidrocarburos aromáticos policíclicos (16 EPA-HAPs), así como evaluar su distribución de fases y su influencia sobre la salud de la población. Las muestras fueron tomadas en la estación de Pudahuel, perteneciente al SEREMI de Salud RM (Red MACAM). Se utilizó un nuevo sistema de muestreo atmosférico (*Partisol 2300 Speciation Sampler*, R&P, Grupo *Termo Electrón Corporation*, EE.UU.). Los HAPs presentes en fase gaseosa (g-HAP), así como los asociados a material particulado (p-HAP) fueron identificados y cuantificados utilizando cromatografía gaseosa capilar-FID/MS (GC-FID/MS, GC-Autosystem-XL, PSS™ y PreVent™, MS-Clarus 500, Perkin Elmer).

Las concentraciones de HAPs en Pudahuel fueron más altas que aquellas informadas para otras estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Santiago y a aquellas encontradas en otras ciudades de Latinoamérica y el mundo, en los últimos años. En particular, la concentración promedio de BAP fue 8 veces mayor que el valor de referencia para la norma europea de 1 ng m<sup>-3</sup> (promedio anual) para aire ambiente y 1800 veces mayor que el valor normado de la WMO. Por otra parte, el valor mínimo y máximos para BAP fluctaron entre 1,45 y 77,2 ng m<sup>-3</sup>, respectivamente, indicando que la concentración de BAP superó la norma europea todos los días de muestreo. La concentración total de HAPs en el aire ambiente ((p+g)-THAP) de Pudahuel varió entre 201 y 3990 ng m<sup>-3</sup>, mientras el promedio fue de 1321 ng m<sup>-3</sup>, bastante alta, considerando que en el centro de la ciudad Santiago (Jun/Oct 2001; Cereceda-Balic *et al.*, 2004), se encontró sólo 84 ng m<sup>-3</sup>. En este sector de la ciudad, se obtuvo un promedio alto (F+PUF) y sostenido de PHE (38-217 ng m<sup>-3</sup>) y (BBF+BKF) (13-2217 ng m<sup>-3</sup>). Estas altas concentraciones de estos HAPs, en particular, se pueden asociar a la quema de biomasa. La distribución de HAPs en fase gaseosa y particulada muestra una tendencia en Santiago que es opuesta a la encontrada

típicamente en las ciudades de América del Norte o Europa. En Santiago la mayor concentración de HAPs se encuentra en fase gaseosa (PUF) incluso para aquellos HAPs menos volátiles; por el contrario, en los países del hemisferio Norte la concentración de HAPs se encuentra predominantemente asociado al MP (TF).

**Palabras clave:** HAPs, Distribución de fases, Aerosoles atmosféricos, Efectos en salud.

## MESOESCALA E INCENDIOS FORESTALES

**Cristina Simal Pierna, Santiago Domínguez Martín y  
Eulogio Luis García Díez**

*Área de Tecnologías del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Avda. Filiberto Villalobos, 119-129. Salamanca 37007 (España). <elga@usal.es>.*

Cuando se analizan las bases de datos de incendios forestales registrados se observa claramente que la aparición de fuego presenta una curiosa distribución espaciotemporal. En sentido espacial, los incendios vienen a concentrarse en áreas de unos cientos de kilómetros; en sentido temporal la aparición de fuego presenta un carácter sincrónico sobre dichas áreas. De esta forma, puede considerarse que los incendios nunca acontecen de forma aislada. Desde el punto de vista social, se tiende a singularizar la información en términos de los eventos más importantes, pero desde un punto de vista científico esto no es así.

Del sentido cualitativo anteriormente expuesto, se puede pasar a un planteamiento científico en el que tal sincronismo temporal esté asociado a condiciones muy particulares de la estructura de la columna atmosférica sobre la zona. El modelo GD, desarrollado en la bibliografía internacional hace más de una década, viene a probar que la aparición de fuego está vinculada a la estabilidad y humedad en los bajos niveles troposféricos. Como estamos trabajando a nivel mesoescalar la información es obtenida a partir de los datos de radiosondeos de la red TEMP a las 00.00 UTC. La variación vertical de la energía estática seca, proporcional a la variación vertical de la temperatura potencial (?), resulta un indicador oportuno de la estabilidad (e). Por otra parte, la diferencia entre las energías estática saturada y estática húmeda (D) es un indicador adecuado del contenido de vapor de agua en la atmósfera.

Del tratamiento de datos a lo largo de amplios periodos de tiempo (1993-2003) se ha establecido un patrón sobre la diada (e, D), apareciendo definidos cuatro tipos de día: I (inestable seco), II (inestable húmedo), III (estable seco) y IV (estable húmedo). Tal patrón, establecido a partir de un periodo previo, se ha abordado el problema en periodos posteriores, lo que constituye una correcta validación del modelo a lo largo del tiempo. La tipificación del día se realiza a partir de la información TEMP (00.00 UTC) y se asocia a la aparición de fuego a lo largo de ese día, resultando de ahí un carácter predictivo del modelo.

En este trabajo se aplicó el modelo al periodo 1993-2003 (meses de verano) en Galicia y en la zona occidental de Castilla y León (las provincias asociadas mesoescalarmemente con Galicia: León, Zamora y Salamanca). Los

resultados obtenidos, en términos de promedio de número de incendios registrados diarios (DFR), presentan una ordenación absolutamente coherente con el planteamiento físico del modelo. Asimismo, presentamos los valores normalizados de riesgo de incendios (DFR Normalizado o NDFR) que tienden a presentar una ordenación creciente del riesgo en el sentido: NDFR tipo II < NDFR tipo IV < NDFR tipo III < NDFR tipo I.

|                         | Galicia     |      |       |       | León-Zamora-Salamanca |     |      |      |
|-------------------------|-------------|------|-------|-------|-----------------------|-----|------|------|
|                         | Tipo de día |      |       |       | Tipo de día           |     |      |      |
|                         | I           | II   | III   | IV    | I                     | II  | III  | IV   |
| <b>N.º de incendios</b> | 21694       | 1899 | 22895 | 17610 | 2215                  | 302 | 2259 | 2810 |
| <b>N.º de días</b>      | 211         | 78   | 253   | 454   | 211                   | 78  | 253  | 454  |
| <b>DFR</b>              | 102,8       | 24,3 | 90,5  | 38,8  | 10,5                  | 3,9 | 8,9  | 6,2  |
| <b>NDFR*</b>            | 0,40        | 0,10 | 0,35  | 0,15  | 0,4                   | 0,1 | 0,3  | 0,2  |

\* Nótese que en el caso de los NDFR de Galicia se dan con cifras decimales para una clara ordenación.

**Palabras clave:** Meteorología e incendios, Tiempo de fuego, Riesgo meteorológico de fuego.

# RELACIONES ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS AEROBIOLÓGICAS AEROVAGANTES (GRANOS DE POLEN Y ESPORAS) Y LA DISPERSIÓN DE GASES Y PARTÍCULAS INORGÁNICAS CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA DE BADAJOZ (ESPAÑA)

Rafael Tormo Molina<sup>1</sup>, Eduardo Pinilla Gil<sup>2</sup>, Inmaculada Silva Palacios<sup>3</sup>  
y Adolfo F. Muñoz Rodríguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología y Producción Vegetal, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España). <ratormo@unex.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Química Analítica y Electroquímica, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España). <epinilla@unex.es>.

<sup>3</sup> Departamento de Electrónica e Ingeniería Electromec., Universidad de Extremadura, Badajoz 06080 (España). <insilva@unex.es>.

<sup>4</sup> Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública, Universidad de Huelva, Huelva 21071 (España). <adolfo.munoz@dbasp.uhu.es>.

Los granos de polen aerovagantes son partículas de un tamaño medio entre 15 y 35 micrómetros que se dispersan por el aire de forma pasiva; son liberados por las anteras de las flores y desplazados por el viento a distancias dependientes de la velocidad de éste. La liberación de estos granos suele seguir un patrón diario, generalmente con mínimos nocturnos y máximos a horas diarias dependientes de las especies involucradas. La aparición en la atmósfera de los granos de polen es dependiente de la fenología de la floración de las plantas que los forman; generalmente aparecen máximos primaverales, aunque existen tipos polínicos con máximos invernales, estivales y otoñales.

El objetivo en este estudio fue evaluar la existencia de relaciones entre las concentraciones de polen y las concentraciones de contaminantes atmosféricos en la atmósfera de Badajoz.

El muestreo de polen se realizó en la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura (38° 53' N 6° 58' W) ubicada en el entorno suburbano de la ciudad de Badajoz. Esta ciudad es la más poblada de Extremadura (140.000 hab.). El período de estudio abarca el año 2004 completo. Se investigaron las correlaciones (coeficiente de correlación de Spearman) entre datos diarios y datos horarios para las concentraciones de polen y de los contaminantes atmosféricos.

En cuanto a los datos diarios ningún parámetro repite significación en los cuatro tipos polínicos. La temperatura (TMP) y la humedad relativa (HR) son los parámetros que ofrecen más número de correlaciones significativas (3). SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> no mostraron ninguna correlación con el polen. En cuanto a la comparación de datos horarios los resultados muestran que la radiación solar es el factor que más relación tiene con la concentración polínica. Los vientos

procedentes el NW (270-360°) tienden a reducir la concentración de granos de polen; probablemente las fuentes se encuentran predominantemente en la dirección contraria. Respecto a la relación con los gases contaminantes la concentración de ozono es la que muestra una mayor relación con la concentración de granos de polen. Este fenómeno puede ser debido a que la concentración de ozono sigue un patrón horario similar al de muchos granos de polen, como respuesta a fenómenos físicos atmosféricos relacionados con la radiación. Se observa un mínimo a las 8 h. de la mañana y máximo a las 17 h. Le siguen en importancia  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ , tolueno y xileno; sin embargo, aparecen en algunos casos mezclados valores positivos con negativos. La relación con las partículas inorgánicas parece ser siempre negativa e independiente del tamaño, aunque no en todos los casos se ha encontrado relación. Este fenómeno deberá confirmarse en estudios posteriores. Cabe indicar, no obstante, que las partículas atmosféricas evaluadas en el analizador automático de dispersión láser corresponden a las fracciones  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_1$ , mientras que el tamaño de las partículas de polen es superior a 15  $\mu\text{m}$ .

**Palabras clave:** Polen, Esporas, Contaminación atmosférica, Badajoz, España.

## MODELOS DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN ZONAS URBANAS EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA (MÉXICO)

**Héctor Kabeer Valenzuela Ortega**

*Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez s/n y calle Ignacio López Rayon, Mexicali, Baja California. (México).  
<kabeer.valenzuela@gmail.com>.*

La complejidad de un gran número de fuentes, clases de emisiones, como también las trayectorias naturales y antropogénicas de contaminación del aire provocan una alta concentración de contaminantes en zonas urbanas, influyendo en el número de casos de enfermedades respiratorias. Estas ciudades enfrentan grandes desafíos en el futuro en términos de calidad del aire a causa del incremento en los sectores residencial, comercial, industrial y un aumento, por ende, de la población; si estas tasas continúan el incremento de las emisiones de contaminantes llegarán a un límite donde los efectos serán catastróficos e irreversibles.

En el presente trabajo se presenta un estudio aplicando simulación dinámica **STELLA** (**STRUCTURAL THINKING EXPERIMENTAL LEARNING LABORATORY WITH ANIMATION**), capaz de realizar la simulación de sistemas dinámicos; es decir, un conjunto de elementos que forman un todo, los cuales están interrelacionados entre sí, que varían respecto al tiempo y representan ciertos aspectos de la realidad. Con esta herramienta se han creado diferentes escenarios (configuración de variables), los cuales nos ayudarán a generar estimaciones con menor grado de error de la emisión de contaminantes en zonas urbanas del estado de Baja California (México), ya que esta estructura permite trabajar con variables técnicas, sociales y económicas. Se pueden generalizar los modelos de tal manera que puedan ser exportados, a diferentes regiones, añadiendo o eliminando características específicas de las mismas. Se creó un modelo conceptual que permite el definir los componentes y ver la interacción entre éstos para diseñar la estructura básica con la cual se indican los parámetros importantes al crear el modelo: Objetivo, límites, clasificación de variables e identificación de relaciones.

Una vez se tiene el modelo conceptual se codifica al software **STELLA**, evaluando una serie de ecuaciones para poder tener como resultado las emisiones de contaminantes por toneladas anuales de las diferentes fuentes de emisión:

$$\text{Acumulado de emisiones de X Contaminantes} = \int \text{Emisiones de X contaminantes por año (t-dt)} + \int \text{Acumulado de emisiones de X Contaminantes (t-dt)}$$

Donde: Emisiones de X contaminantes por año = personal ocupado en X sector\* Factor de emisiones.

De este análisis se seleccionó la relación más representativa desde el punto de vista estadístico, siendo posible que sea una relación lineal simple, exponencial, logarítmica o segmentada, una vez seleccionada la relación más apropiada y de mejor ajuste. Las emisiones regionales se pueden estimar insertando datos regionales en el modelo desarrollado.

**Palabras clave:** Simulación dinámica, Sistemas dinámicos, Configuración de variables, Contaminación atmosférica.

## ***Sesión II***

### ***AGUA Y AMBIENTE***

*Presidente: Dr. Griselda GALINDO <grigace@yahoo.com.ar>*  
*Secretario: Dr. José L. FERNÁNDEZ <jlfernandez@ija.csic.es>*



## EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA DE ESPAÑA

**Fernando Valero Cervera**

*Jefe de Proceso, Investigación y Desarrollo, Aigües Ter-Llobregat (ATLL) Barcelona (España). <fvalero@atll.es>.*

La calidad del abastecimiento de agua de consumo en Europa viene regulada por la Directiva Europea 98/83/CE, que ha sido posteriormente traspuesta por los diferentes Estados miembros a la legislación nacional. En España la normativa es el Real Decreto 140/2003 y normas que lo desarrollan.

La gran variabilidad de situaciones que se dan en la Unión Europea hace difícil establecer criterios generales que puedan cumplirse en la práctica por todos los estados. Así, a la diversidad natural asociada al territorio debe unirse la social, la económica, los aspectos demográficos y las prácticas agrícolas, ganaderas e industriales; todo ello tiene su repercusión en el medio ambiente y, por tanto, en los recursos hídricos destinados a la potabilización del agua.

La costa mediterránea española ha tenido en los últimos años un incremento demográfico importante, asociado a un cambio en las condiciones de vida que ha llevado a un aumento de las necesidades de agua de consumo. La escasez de recursos y su vulnerabilidad han obligado a optimizar los tratamientos de potabilización y a establecer prácticas medioambientales de protección, campañas de ahorro, mejora de los procesos agrícolas e industriales y aplicación efectiva de prácticas de reutilización.

La publicación de la Directiva Marco del Agua (DOCE 2000CE) marca un antes y un después en los criterios medioambientales del recurso hídrico, especialmente aquellos destinados a la posterior potabilización para agua de consumo. Sin embargo su cumplimiento es difícil, aún asumiendo su importante coste económico. A pesar de la mejora de los recursos debido a los planes de saneamiento, tanto la contaminación de acuíferos como los fenómenos de eutrofización de algunos embalses, existen graves problemas en algunas zonas. A esto hecho debe añadirse el escaso e irregular caudal de los ríos, que alterna periodos de sequía con riadas, potencia los efectos de algunos compuestos naturales (cloruros, sulfatos...), o la de otros factores provenientes de la contaminación difusa (nitratos, pesticidas, amonio, contaminación fecal, etc.) o puntual (vertidos industriales, etc.)

El tratamiento necesario para un agua de estas características normalmente requiere el empleo de sistemas de desinfección que provocan subproductos regulados a nivel legislativo. Los tratamientos necesarios incluyen, dentro del tratamiento convencional, el empleo de diferentes oxidantes (cloro, hipoclorito sódico, dióxido de cloro, permanganato potásico, ozono, clora-

minas, etc.), nuevos coagulantes (policloruros de aluminio, etc.), carbón activo en grano o en polvo, y dentro del tratamiento avanzado, tecnologías de membranas como la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa o electrodiálisis reversible. La mayoría de estas tecnologías es empleada actualmente en los distintos abastecimientos de aguas de consumo en la zona mediterránea de España.

**Palabras clave:** Calidad de agua, España, Potabilización de aguas.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LLUVIAS EN EL LITORAL CENTRAL DE VENEZUELA

José Alvarado<sup>1</sup>, Adriana Giuliani<sup>2</sup>, Loreto Donoso<sup>2</sup> y Tibisay Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Marítima del Caribe, Catia La Mar, Edo. Vargas (Venezuela).  
<jalvaradoacuna@yahoo.com>.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química Atmosférica, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Altos de Pipe, Edo. Miranda (Venezuela). <giulianti@cantv.net>, <edonoso@ivic.ve> y <tperez@ivic.ve>.

El Litoral Central Venezolano existen importantes desarrollos urbanos, turísticos y de transporte internacional. Catia La Mar, el área tropical bajo estudio, corresponde a un conglomerado urbano cercano al aeropuerto y el puerto naval más importante del país, el cual ha crecido abruptamente sobre todo tras el deslave ocurrido en 1999. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química de las lluvias y definir el efecto del desarrollo urbano sobre ellas al compararlas con lluvias de áreas de poco polucionadas en el mismo litoral.

Las lluvias fueron recolectadas por eventos (56 en Catia La Mar y 6 en el sitio no contaminado) mediante un colector automático; luego se preservaron con cloroformo y se almacenaron a 4 °C. El análisis de cationes y aniones (orgánicos e inorgánicos) se realizó mediante un cromatógrafo iónico (Dionex DX-500). Los muestreos se realizaron de manera continua en Catia La Mar durante dos años (desde 2003 al 2005) y en dos épocas del año en el área no contaminada.

El pH (promedio pesado en volumen) fue de 4,4, por lo que se tratan de lluvias ácidas; los contenidos de los aniones sulfato (36 %) y nitrato (23 %) contribuyen significativamente a la acidez libre en las aguas pluviales de Catia La Mar; por tanto, estas lluvias son ácidas por la presencia de ácidos inorgánicos.

Muy diferentes son las lluvias ácidas analizadas en áreas prístinas de Venezuela que con pH del mismo orden son ácidas debido a la presencia de ácidos orgánicos de origen natural.

El  $\text{NH}_4^+$  (20 %) juega un importante papel como catión neutralizante.

Los cationes y aniones analizados se encuentran en equilibrio ácido-base, siendo la pendiente  $1,00 \pm 0,03$  ( $r = 0,874$ ,  $n = 51$ ). De acuerdo con las concentraciones iónicas, las lluvias de Catia La Mar son representativas de urbes densamente pobladas y con un gran parque automotor.

**Palabras clave:** Lluvias ácidas, Polución urbana, Zonas costeras, Trópico, Venezuela.

## CALIDAD DEL AGUA EN ALMACENAMIENTOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO TULANCINGO, ESTADO DE HIDALGO (MÉXICO)

Jesús Amado Álvarez, Enrique Rubiños Panta, Carlos Ramírez Ayala,  
E. Hernández, Francisco Gavi Reyes, Enrique Mejía Sáenz,  
L. Tijerina y E. Nicolás

*Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo (SEDE). Carretera México Texcoco Km 36.5, Texcoco 56230 (México). Tel (595)9520229. <jesusaa@colpos.mx>.*

*Departamento de Riego. C.E.B.A.S./CSIC, Aptado 4195 Murcia 30080 (España)*

Una parte de la demanda de los recursos hidrológicos en el Estado de Hidalgo se cubre mediante el aprovechamiento de las aguas superficiales de las presas, lagunas y pequeños bordos, los cuales son utilizados para riego agrícola, uso urbano, abrevaderos, generación de energía eléctrica y, en pequeñas proporciones, para fines piscícolas, turísticos o recreativos. El estudio se realizó en la cuenca del Río Tulancingo, ubicado en el Estado de Hidalgo (México) con fines de ordenamiento ecológico. El principal **objetivo** fue evaluar la calidad del agua de los principales almacenamientos distribuidos dentro de la citada cuenca.

**Situación Actual.** En el año 2000 la Red Nacional de Monitoreo de la calidad del agua contaba con una red primaria de 403 estaciones permanentes, de las cuales 215 se ubican en cuerpos de agua superficiales pero, a nivel regional, la información consignada es muy poca.

**Métodos y técnicas empleadas.** Durante los ciclos 2004-2005 se establecieron 12 sitios de muestreo dentro de la zona, considerando los principales almacenamientos naturales y artificiales; se visitaron tres veces durante el período señalado. Se realizaron los análisis de Calidad del agua en el laboratorio del Colegio de Postgraduados de Montecillo bajo las metodologías correspondientes. Los parámetros determinados fueron: T, ST, CE, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, pH, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, Ca, Mg, Na y K.

**Los resultados** obtenidos indicaron que, de acuerdo con la concentración de N y P, la presencia biológica de lirio acuático, existe eutrofización avanzada en la presa la Esperanza de Tulancingo (Hidalgo) y eutrofización media en la Laguna de Doria. El resto de los cuerpos de agua están libres de contaminación. Se puede confirmar que el 80 % de las aguas de las presas y embalses del Estado de Hidalgo se encuentran libres de contaminación y que en el 20 % restante es factible su rehabilitación utilizando el tratamiento adecuado.

## **Conclusiones.**

1.- La presa La Esperanza de Tulancingo (Hidalgo) se encuentra en estado avanzado de eutrofización, haciéndose necesario establecer una fábrica de papel o producción de composta utilizando el lirio acuático que se presenta en el 100% del espejo del agua de esta presa.

2.- Los niveles de P que se consignaron en la Laguna de Doria indican que el problema de eutrofización en este sitio es complicado, por lo que urge establecer medidas correctivas sobre prácticas de conservación de suelos para evitar los problemas citados.

3.- La composición química de las aguas estudiadas indica que pueden ser utilizadas para la producción agrícola protegida, sin problemas potenciales de sales solubles, efecto de  $\text{Na}^+$  sobre las propiedades del sustrato o por la acción de elementos tóxicos para las plantas.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Eutrofización, México.

## MODELO MODIFICADO DE EXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA (MMEFS) PARA EL MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES

Marisela Bernal González y Carmen Durán de Bazúa

*Programa de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental (PIQAYQA). Facultad de Química, UNAM. Paseo de la Investigación Científica S/N. C. U. (México D.F.). <marisela\_bernal@hotmail.com> y <mcduran@servidor.unam.mx>.*

**Objetivo.-** Estudio de la aplicación de un modelo modificado de extracción en fase sólida (MMEFS), utilizado como muestreador pasivo (MP), que pueda ser aplicado en análisis de campo para la determinación de plaguicidas carbámicos y s-triazinas en aguas superficiales, consistente en una fase receptora (membrana  $C_{18}$ ) protegida del medio acuoso por una barrera limitante (membrana de polisulfonato).

**Problemática.-** El cultivo de flores en México, más que una tradición, es ya un negocio con un gran potencial de consumo tanto en el mercado interno como en el externo. Así, a la fecha se destinan 9,536 ha a la producción en el total de México, colocándose entre los seis países con mayor producción mundial y siendo el Estado de México el principal productor y exportador de flores. Al sur de este Estado se encuentra el llamado corredor hortiflorícola, conformado por los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec Harinas, Ixtapán de la Sal y Zumpahuacán, donde se ubican 15 de las empresas exportadoras más importantes del mundo. Estas industrias utilizan grandes cantidades de agroquímicos durante todo el año del grupo de las s-triazinas, lo cual provoca una gran contaminación tanto de aguas superficiales como subterráneas. Por ello se investigan metodologías analíticas que permitan detectar y cuantificar estos compuestos polares y no polares de manera simple y simultánea en aguas superficiales, que permitan un seguimiento ambiental utilizando sistemas de muestreo pasivo de bajo costo, fáciles de manejar y que proporcionen resultados confiables.

**Metodología.-** Con objeto de definir la capacidad de extracción del dispositivo se realizaron experimentos preliminares. Una serie de cinco dispositivos del MMEFS se expusieron a una solución de concentración conocida de contaminantes en un frasco de 3 L, retirándose luego uno de ellos cada día hasta un tiempo de exposición máximo de cinco días. Los plaguicidas introducidos fueron semipolares (simazina, atrazina, propazina, terbutilazina, prometrín y terbutrín) y disueltos a concentraciones de  $100 \text{ ug mL}^{-1}$ . Se prepararon 3 L de solución con los 6 plaguicidas estudiados con una concentración final de  $1 \text{ ug mL}^{-1}$ . La concentración de plaguicidas se determinó de manera simultánea con un cromatógrafo de gases con detector de masas (CG-MS; Fissons MD800). Una vez calibrado el MMEFS se aplicó a un sistema acuoso real contaminado con dichos compuestos.

**Resultados.-** Los porcentajes de recuperación de los 6 plaguicidas (simazina, atrazina, propazina, terbutilazina, prometrín y terbutrín) fueron, en general, altos (50, 86, 80, 90, 81 y 75 % del inicial, respectivamente); algunos de plaguicidas (v. g.: simazina) son afectados por propiedades inherentes a su naturaleza, tales como solubilidad en el agua, presión de vapor, hidrólisis y coeficiente de partición octanol-agua ( $\log K_{ow}$ ), por lo que los valores de recuperación son bajos.

**Conclusión.-** El MMEFS utilizado como muestreador pasivo es fiable como analítica de campo, ya que proporciona la concentración media de un analito en función del tiempo, es menos sensible a variaciones extremas de contaminantes y logra un seguimiento continuo (sin las desventajas de usar organismos o disponer de un caro equipamiento), lo cual contrasta con los muestreos activos que requieren gran número de muestras de un punto específico a lo largo de un cierto periodo de tiempo.

**Palabras clave:** Muestreador pasivo, Modelo modificado de extracción en fase sólida, Plaguicidas, S-triazinas.

# USO DA TERRA, PROCESSOS EROSIVOS E IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SOROCABA, SOROCABA (S. P., BRASIL)

**Marco Da Silva Alexandre<sup>1,3</sup>, André Henrique Rosa<sup>1</sup>, Roberto Wagner Lourenço<sup>1</sup>, Danielle Goveia<sup>1,2</sup> e Iramaia Corrêa Bellin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, UNESP, Sorocaba (São Paulo, Brasil).

<sup>2</sup> Instituto de Química, UNESP, Araraquara, São Paulo (Brasil).

<sup>3</sup> Bolsista da FAPESP (proc. FAPESP 04/15.796-6). <amsilva@sorocaba.unesp.br>.

Considerando que a qualidade da água de um rio ou córrego reflete as condições ambientais de onde ela passou e que o processo de urbanização constitui uma das principais causas da degradação da qualidade da água e dos recursos hídricos de uma região, o objetivo do presente trabalho foi investigar a relação entre as classes de cobertura do solo, a possível ocorrência de processos erosivos e analisar alguns parâmetros indicativos da qualidade da água do rio Sorocaba, município de Sorocaba-SP, Brasil). O município de Sorocaba situa-se no interior do estado de São Paulo, entre as coordenadas 23° 21' e 23° 35' Sul e 47° 17' e 47° 36' Oeste. Possui uma área de 449 km<sup>2</sup> e uma população de 552.194 habitantes, sendo cerca de 98% considerada urbana. Por sua vez, o rio Sorocaba é o principal curso d'água que passa pelo município de Sorocaba, passando por regiões rurais e urbanas.

O mapa de cobertura do solo foi elaborado utilizando-se imagem de satélite (Landsat-5, de Maio de 2003) e dados de campo georreferenciados. A análise da ocorrência de processos erosivos foi realizada através de atividades de campo (observação e georreferenciamento de feições erosivas) e ainda análise de fotografias aéreas. Por fim, para a análise da qualidade da água do rio Sorocaba estabeleceu-se cinco pontos de amostragem, todos localizados dentro dos limites do município de Sorocaba. A escolha dos pontos de amostragem de água foi feita levando-se em consideração as características de uso e ocupação do solo bem como, de forma a avaliar a influência das atividades antrópicas e da urbanização na qualidade da água. As amostras foram coletadas numa profundidade de 0 a 1,0 m da superfície da água no manancial, utilizando-se coletor apropriado. Analisaram-se os seguintes parâmetros: pH, temperatura, cor, turbidez e condutividade.

Observou-se que a principal classe de ocorrência é a pastagem, ocorrendo em 36.2 % da área de estudo. A classe Vegetação Natural Remanescente/Reflorestamento ocorreu em segundo lugar, com 22.1 % e a classe área urbana veio em seguida, com 18.7 % de ocorrência. O mapa de cobertura revelou uma distribuição espacialmente irregular da maioria das categorias de cobertura do solo. Os processos erosivos verificados até o momento do trabalho mostram uma ocorrência dispersa ao longo da área de estudo,

acontecendo os quatro principais tipos de erosão: Laminar, linear (ravina-mento e voçorocas) e também erosão em canais (no próprio canal de drenagem).

Os resultados da análise da água mostram um aumento considerável nos valores de cor, turbidez e condutividade das amostras de água ao longo do curso do rio Sorocaba, indicando a diminuição e comprometimento da qualidade da água na bacia, decorrente principalmente do lançamento de efluentes domésticos e indústrias sem tratamento, embora os processos erosivos colaborem com a degradação da qualidade da água especialmente em épocas de chuvas intensas.

Observando as informações geradas no presente trabalho, infere-se que Sorocaba possui uma vocação para indústria e que o problema das matas ciliares seja talvez o principal problema ambiental na relação uso da terra–qualidade da água, ocorrente dentro dos limites urbanos de Sorocaba, embora um amplo programa de tratamento e controle de efluentes precisa, necessariamente, ser colocado em prática.

**Palavras chave:** Cobertura do solo, Erosão, Qualidade da água, Impacto ambiental.

## VALORES DE ARSÉNICO EN AGUAS EN DOS CUENCAS DE LA LLANURA PAMPEANA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

G. Galindo<sup>1</sup>, M. A. Giraut<sup>2</sup>, J.L. Fernández Turiel<sup>3</sup>, V. Medina<sup>4</sup> y D. Gimeno<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires y CONICET, Pabellón II, Ciudad Universitaria, Buenos Aires 1428 (Argentina). <grigace@gl.fcen.uba.ar>.

<sup>2</sup> Sist. Nac. de Información Hídrica. Subset. de Rec. Hídricos de la Nación. Paseo Colón 189. Buenos Aires 1063 (Argentina). <mgiraut@miv.gov.ar>.

<sup>3</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra "J. Almera", CSIC, Solé i Savaris s/n, Barcelona 08028 (España).

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (Argentina).

<sup>5</sup> Dept. Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica, Fac. Geologia, Univ. Barcelona (España).

Se ha realizado un estudio comparativo de la distribución de As en aguas subterráneas y aguas superficiales en dos cuencas hidrológicas en la Provincia de Buenos Aires (Argentina): La cuenca Pergamino-Arrecifes al NE de la Provincia y la cuenca inferior del río Salado en el centro-oeste de la misma. El objetivo es profundizar en el conocimiento de su origen y movilidad del citado As.

En la cuenca de Pergamino-Arrecifes, con base a la información recopilada sobre un muestreo llevado a cabo en el año 2000, los valores promedios son de 51,2 mg L<sup>-1</sup> de As en las subterráneas y de 22,6 mg L<sup>-1</sup> en las superficiales. En la cuenca inferior del río Salado se realizaron muestreos durante los años 1997, 1998 y 1999, obteniéndose un promedio de 141,8 mg L<sup>-1</sup> de As en las aguas subterráneas y de 66,0 mg L<sup>-1</sup> en las aguas superficiales. Los valores en aguas subterráneas superan, en ambas cuencas, el nivel guía establecido por el Código Alimentario Argentino (1994) de 50 mg L<sup>-1</sup> de As para las aguas destinadas a consumo humano.

El origen de elevadas concentraciones de As en las aguas de la llanura pampeana se ha relacionado frecuentemente con la presencia de materiales volcánicos piroclásticos en los sedimentos pampeanos y postpampeanos. Sin embargo, al comparar los datos de la cuenca de Pergamino-Arrecifes con los de la cuenca inferior del río Salado se observa que la media de las concentraciones de As de la primera es tres veces inferior a la de la segunda. Este hecho no se correlaciona con los contenidos de sedimentos volcánicos señalados por la bibliografía. Se estima que el 30 % del sedimento es de origen volcánico en el NE, mientras que el 20 % lo sería en la cuenca del Salado.

Esta situación apunta a que el origen del As no sólo debe estar relacionado con los materiales volcánicos. Probablemente otros materiales pueden

ser susceptibles también de transferir primariamente el As al agua. Además, se debe tener en cuenta que los procesos hidroquímicos que actúan localmente y las diferencias en el tiempo de residencia pueden también ayudar a configurar la distribución del arsénico en estas aguas.

**Palabras clave:** Arsénico, Pergamino, Salado, Calidad de agua, Argentina.

## TRATAMIENTO FOTO-OXIDATIVO DE AGUAS SULFUROSAS PARA SU POSIBLE POTABILIZACIÓN

G. Geissler y F. Hernández Aldana

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Posgrado en Ciencias Ambientales, Ciudad Universitaria, Edificio 76, planta baja. Puebla 72570 (México). <gungeiss@siu.buap.mx>.*

La ciudad de Puebla / México tiene un déficit de más de  $1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de agua para consumo de la población, lo cual se debe a la falta del recurso acuífero. Por otro lado existen debajo de la ciudad grandes cantidades de agua sulfurosa de origen volcánico y proveniente de una fractura geológica. Esta agua no se utiliza por el alto contenido de especies químicas de S en diferentes estados de oxidación.

El objetivo del presente trabajo fue buscar las condiciones óptimas para la foto-oxidación de todas las especies químicas de S de bajo estado de oxidación a sulfato y de tal manera encontrar una posibilidad para tratar este tipo de aguas sulfurosas naturales para poder convertirlas en agua potable. Se caracterizaron las aguas sulfurosas de 6 diferentes fuentes ubicadas dentro de la ciudad de Puebla.

Se realizaron una amplia serie de experimentos de foto-oxidación. Primero, para buscar las condiciones óptimas, se utilizó un fotoreactor *batch* con un volumen libre de 0,8 L, equipado con una lámpara UV de vapor de mercurio de presión media de 11 cm de longitud del arco y de 1000 W. Como agentes oxidantes (fuentes de radicales  $\Sigma\text{OH}$ ) se utilizaron  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 50%,  $\text{O}_3$  (40  $\text{mg h}^{-1}$ ) y la mezcla de los dos. Además se realizaron, con los mismos oxidantes, experimentos comparativos sin luz UV, los cuales no dieron resultados satisfactorios. En una segunda etapa experimental se utilizó un reactor de flujo variable (entre 0 y 10 galones por  $\text{min}^{-1}$ ), equipado con una lámpara UV de vapor de mercurio de presión media y de 1500 W.

Como mejores resultados en el reactor *batch*, en presencia de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 50% (0,125  $\text{mL L}^{-1}$ ), irradiación 15 min, se lograron disminuir el  $\text{S}^{2-}$  de 6,34  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,0  $\text{mg L}^{-1}$  y el  $\text{SO}_3^{2-}$  de 29,4  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,9  $\text{mg L}^{-1}$ . Con ozono se lograron una disminución de  $\text{S}^{2-}$  a 0,0  $\text{mg L}^{-1}$  en 4 min y de  $\text{SO}_3^{2-}$  de 1,5  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,5  $\text{mg L}^{-1}$  en 7 min. Con la mezcla de los dos oxidantes (una gota de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 50 % y 40  $\text{mg O}_3 \text{ h}^{-1}$ ) se lograron disminuir el  $\text{S}^{2-}$  de 6,34  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,0  $\text{mg L}^{-1}$  y el  $\text{SO}_3^{2-}$  de 1,5  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,8  $\text{mg L}^{-1}$  dentro de 3 min de irradiación. En el reactor de flujo se lograron disminuir en un solo paso los sulfuros de 4,5  $\text{mg L}^{-1}$  a 0,0  $\text{mg L}^{-1}$ , bajo las siguientes condiciones: Flujo del agua sulfurosa: 20,8  $\text{L min}^{-1}$ ,  $1,4 \times 10^{-4} \text{ mL}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 50%  $\text{L}^{-1}$  de agua sulfurosa e inyección de ozono correspondiente a 40  $\text{mg L}^{-1}$ . Con base en los resultados logrados de la foto-oxidación se estimaron el tamaño y los posibles

costes de un equipo de foto-oxidación para una planta desulfuradora de un flujo de  $350 \text{ L s}^{-1}$ . Para la disminución de la concentración del sulfato original más el generado por la foto-oxidación en el agua tratada se realizó una simulación de una ósmosis inversa, utilizando el software *WINFLOWS* de la empresa *Osmonics* para determinar las posibles dimensiones de tal equipo, también para un flujo de  $350 \text{ L s}^{-1}$ .

**Palabras clave:** Foto-oxidación, Aguas sulfurosas, Potabilización, Ósmosis inversa.

# DETERMINAÇÃO DA ORIGEM DAS ÁGUAS NA FORMAÇÃO DA REPRESA DE CAPIVARA (BRASIL) USANDO MÉTODOS ESTATÍSTICOS MULTIVARIADOS

**Sônia Regina Giancoli Barreto<sup>1</sup>, Ieda Spacino Scarminio<sup>2</sup>,  
Maria Cristina Solci<sup>1</sup>, Dílson Norio Ishikawa<sup>1</sup>,  
Melissa T. Ogasawara<sup>1</sup>, Sônia N. Nomi e Wagner José Barreto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Físico-Química Ambiental, Departamento de Química, CCE, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 86051-990 (Brasil). <giancoli@uel.br>.

<sup>2</sup> Laboratório de Quimiometria em Ciências Naturais, Departamento de Química, CCE, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 86051-990 (Brasil).

Os ecossistemas aquáticos possuem composição altamente complexa entre espécies de natureza inorgânica e orgânica. Estas resultam de uma série de processos, como a degradação da biomassa terrestre e aquática, lixiviação do solo pela chuva, reações de adsorção sobre partículas em suspensão e atividade química e biológica nos sedimentos. O ferro e manganês são micronutrientes essenciais para o crescimento de organismos aquáticos, enquanto o níquel além de não ser necessário para o crescimento destes organismos é tóxico. É importante ressaltar, que acima dos níveis toleráveis para cada elemento, os metais exercem efeito tóxico no ambiente.

O presente estudo teve como objetivos quantificar os parâmetros físicos e químicos e os metais Fe, Mn e Ni na coluna de água e determinar a origem das águas de um braço da represa de Capivara através da aplicação dos métodos estatísticos de análise multivariada.

O lago da represa Capivara é formado pelo represamento das águas do rio Paranapanema na cidade de Porecatú (Paraná), contando com diversos afluentes à montante. O presente estudo foi realizado no braço pertencente à cidade de Primeiro de Maio (Paraná), com coordenadas geográficas de  $23^{\circ}04'48,67''$  S e  $50^{\circ}58'35,02''$  W. O município de Primeiro de Maio está localizado no extremo Norte do estado, na confluência dos rios Tibagi e Paranapanema. A região apresenta duas estações climáticas; seca nos meses de inverno e chuva durante o verão, com índice de umidade relativa do ar em torno de 73% no verão e 67% no inverno. O solo da região é utilizado para fins agrícolas, com predominância para o cultivo de soja e milho. Fevereiro e março são os meses mais chuvosos e abril e maio, os meses mais secos.

Foram analisadas as águas de um braço da represa situado em Primeiro de Maio, coletadas em julho de 2002 e fevereiro de 2003. As amostras foram filtradas em filtro de 0,45 mm. Nestas amostras foram determinadas as concentrações de fosfato, silicato, clorofila a, amônia por espectrofotometria UV-Visible, de sulfato por cromatografia de íons com supressão

de condutividade, de Na e K por fotometria de chama e de Fe, Mn e Ni por Espectrometria de Absorção Atômica.

Os resultados da razão  $A(253\text{nm})/A(203\text{nm})$  dos pontos P1 e P2 em Julho de 2002 foram 0,19 e 0,25 e dos pontos P1, P2 e P3 em Fevereiro de 2003 foram 0,19, 0,24 e 0,24 respectivamente, indicando que a matéria orgânica natural é constituída principalmente de substâncias fenólicas e catecóis. A Análise das Componentes Principais (ACP) em conjunto com a Análise Hierárquica de Agrupamentos discriminou as duas coletas, os pontos de coleta e a coluna de água. A ACP discriminou os pontos de coleta principalmente pelas variáveis K, pH e razão de absorvância  $A(253\text{nm})/A(203\text{nm})$  e com relação às duas coletas, as variáveis responsáveis pela discriminação foram temperatura, condutividade, Eh, pH e as concentrações de Fe, Ni,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{NH}_3$ . Os resultados indicaram que a ACP do conjunto de variáveis estudadas conseguiu discriminar as águas provenientes de duas fontes diferentes: rio Tibagi e ribeirão Primeiro de Maio. Houve também um aumento de Fe e Mn e diminuição de Ni na coleta de fevereiro de 2003, atribuído a um maior escoamento superficial e a influência dos tributários, pois fevereiro é caracterizado por ser um mês chuvoso.

**Palavras chaves:** Água natural, Estatística multivariada, Origem das águas.

**FACTORES DETERMINANTES DE LA CALIDAD DEL AGUA  
SUPERFICIAL EN UNA CUENCA MEDITERRÁNEA:  
EL CASO DEL RÍO LLOBREGAT  
(NORDESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA)**

**D. Gimeno<sup>1</sup>, J. L. Fernández Turiel<sup>2</sup> y F. Valero<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dpto. Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica, Fac. Geologia, Univ. Barcelona (España). <domingo.gimeno@ub.edu>.

<sup>2</sup> Inst. de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Barcelona (España).

<sup>3</sup> Aigües Ter-Llobregat, ATLL, Abrera, Barcelona (España).

Este trabajo recoge los resultados del monitoreo hidroquímico de más de 50 parámetros inorgánicos durante el periodo 1996-2000 en la cuenca del río Llobregat, una pequeña cuenca mediterránea de reducidas dimensiones en el nordeste de España. Esta cuenca, junto con la del río Ter, suministran agua a más de 4.5 millones de personas en el área metropolitana de Barcelona.

La temperatura, el pH y la conductividad fueron medidas *in situ*, mientras que los elementos químicos estudiados fueron analizados mediante técnicas instrumentales de ICP-MS y ICP-OES.

Las aguas de la cabecera del río Llobregat fluyen sobre materiales geológicos constituidos por rocas detríticas de edad Mesozoica y Cenozoica, que transmiten una impronta geoquímica bicarbonatada cálcica con baja mineralización a las aguas superficiales.

Esta óptima calidad de las aguas de la cabecera se deteriora rápidamente en la parte media-alta de la cuenca fluvial debido a que el drenaje se desarrolla ahí sobre formaciones salinas de edad Eocena (Cenozoicas) que incluyen importantes manifestaciones sódicas y potásicas, objeto de explotación minera desde la Edad Media. El resultado es un gran incremento en las concentraciones de Na, K, Mg, Cl<sup>-</sup>, Br, Rb, y Sr y una composición del agua de tipo clorurada sódico-potásica. Esta impronta geoquímica salina persiste aguas abajo a lo largo del resto de la cuenca del río Llobregat, siendo el principal factor que condiciona la baja calidad del agua a los efectos de su suministro como agua de consumo humano. Además, las actividades industriales y residenciales en un área densamente poblada e industrializada (curso bajo del río) contribuyen igualmente al deterioro de las aguas superficiales (e igualmente de los acuíferos fluviales someros) debido al incremento de los contenidos en P, B, Mn, Fe, Pb, Al, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As y Sb. Por otra parte, la especiación de Al, Mn, Fe, Pb, y V provoca fluctuaciones estacionales en sus concentraciones.

La variabilidad espacial y estacional de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Llobregat condiciona la gestión de estos recursos hídricos, especialmente en referencia a su potabilización.

**Palabras clave:** Llobregat, Agua, Calidad, Salinidad.

# CONTAMINANTES EN EL RIACHUELO Y EN EL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA (BUENOS AIRES, ARGENTINA): EFECTO DE LAS PRECIPITACIONES

A. F. de Iorio<sup>1</sup>, L. de Cabo<sup>2</sup>, S. Arreghini<sup>1</sup>, A. García<sup>1</sup>, M. Bargiela<sup>1</sup>,  
M. J. Barros<sup>1</sup>, A. Magdaleno<sup>3</sup>, V. Gemini<sup>3</sup>, S. Rossi<sup>3</sup>, M. S. Fortunato<sup>3</sup>,  
R. Serafini<sup>1</sup>, S. Korol<sup>3</sup>, J. Moretton<sup>3</sup> y A. Rendina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Química Analítica, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Buenos Aires (Argentina). <aiorio@agro.uba.ar>.

<sup>2</sup> Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Buenos Aires (Argentina).

<sup>3</sup> Cátedra de Sanidad e Higiene, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (Argentina).

El río Matanza-Riachuelo es el colector principal de una cuenca de 2300 km<sup>2</sup> y atraviesa la zona más densamente poblada de Argentina, la ciudad de Buenos Aires y sus suburbios. Los últimos 14 km de este río conforman el Riachuelo que constituye uno de los ríos más contaminados del mundo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de las precipitaciones sobre las principales variables físicas y químicas medidas en un río de llanura, urbano y altamente contaminado que desemboca en un estuario de notoria importancia biológica, ambiental y geopolítica.

Se realizaron dos campañas en el Riachuelo en los meses de Marzo y Agosto de 2005 las cuales difirieron en los valores de precipitación acumulada en los 10 días previos a la campaña. Se determinaron las concentraciones de amonio, nitrato, P reactivo soluble (PRS), oxígeno disuelto, pH, conductividad, sulfuro total y disuelto, material particulado en suspensión (MPS) y las concentraciones totales y disueltas de Cu, Pb, Zn, Cr y Cd. Las muestras fueron caracterizadas utilizando las clases LAWA. Se efectuaron ensayos de mutagenicidad en *Salmonella typhimurium* y genotoxicidad en *Saccharoyices cerevisiae*, así como recuentos de bacterias aerobias mesófilas viables (BAMV), coliformes termotolerantes y estreptococos fecales.

Las precipitaciones produjeron una disminución de la concentración de amonio, PRS, sulfuro total y disuelto y de la conductividad, pero se registró un aumento en las concentraciones de nitrato y totales de Pb, Zn y Cu, positivamente correlacionados con el MPS. Si bien se observó toxicidad en algunas muestras de agua, no se detectó mutagenicidad en el ensayo de Ames con *S. typhimurium*. En algunos casos se detectó conversión génica en *S. cerevisiae* D7. No se observaron diferencias apreciables en los valores de los recuentos de BAMV, ni de bacterias indicadoras de contaminación

fecal. El sulfuro cumpliría un importante rol en la dinámica de los metales pesados de este sistema. Las precipitaciones podrían ser responsables de la resuspensión de metales con el consiguiente riesgo para el medio ambiente.

**Palabras clave:** Riachuelo, Estuario del Río de la Plata, Metales pesados, Sulfuro, Genotoxicidad, Bacterias.

## COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PROFUNDA Y SUPERFICIAL DE UNA PRESA QUE ABASTECE A GRANJAS TRUCHÍCOLAS (MÉXICO)

M. V. Martínez, F. E. Trujillo, J. A. Loza y C. L. Flores

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec s/n. C. U. Toluca 50130 (México). <etf@uaemex.mx> y <vmm@uaemex.mx>.

En México el cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se inició a fines del siglo XIX, cuando se introdujo huevo oculado procedente de Norteamérica; desde entonces la truchicultura ha tenido notable desarrollo en algunas regiones del país, siendo la región Central de México la de más alta producción, buscándose obtener una acuacultura rentable y competitiva acorde a las demandas del mercado nacional e internacional. La calidad físicoquímica y microbiológica del agua utilizada en granjas para el cultivo de trucha arco iris es fundamental para el desarrollo del organismo asimismo, la suficiencia de agua, los cursos rápidos con bajas temperaturas y bien oxigenados también son necesarios. El no contar con agua en cantidad y calidad adecuadas puede repercutir en el crecimiento de la trucha y en su salud, llegando en casos extremos a provocar su muerte.

En este trabajo se realizó un análisis comparativo de la calidad y cantidad de agua utilizada en dos granjas en serie para la producción de truchas, ubicadas en la región central de México. Se consideraron dos periodos: de Noviembre de 2003 a Mayo de 2004 utilizando únicamente el curso de agua; de Septiembre de 2004 a Noviembre de 2005 se adicionó el agua de una presa recién construida en proporción de 20% del fondo y 80% de la superficie.

La incorporación del caudal de la presa recién construida al curso del agua superficial influyó positivamente en la calidad físicoquímica y microbiológica del agua que abastece a las granjas estudiadas. Se observó un mayor incremento en la concentración de oxígeno disuelto, lo cual favoreció la descomposición completa del N amoniacal hasta nitratos, disminuyendo considerablemente la concentración de nitritos. Cuando se utiliza el agua profunda de la presa se obtienen temperaturas más bajas cercanas a la del manantial, a diferencia de cuando es utilizada el agua superficial.

En general, el agua en la zona es poco mineralizada, por lo que se presentan concentraciones bajas de alcalinidad y dureza total. Al incorporar el agua profunda dichas concentraciones tienden a disminuir aún más, por lo que se requiere adicionar sales alcalinas como carbonato o hidróxido de calcio. En el periodo intermedio se presentó una contaminación microbiológica que se disminuyó al cercar las granjas y evitar el pastoreo cerca de los estanques.

Actualmente se utiliza un 95% de agua profunda y 5% de superficial de la presa, conjuntamente con el curso de agua, situación que, en términos generales, favorece a la calidad del agua utilizada para el cultivo de las truchas arco iris.

**Palabras clave:** Piscicultura, México, Calidad de aguas, Truchas.

# ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE RADIONÚCLIDOS EN EL CANAL DE LA MANCHA MEDIANTE MODELOS NUMÉRICOS ACOPLADOS CON TÉCNICAS DE SERIES TEMPORALES

C. Miró<sup>1</sup> y R. Periañez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Física, Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura. Avda de la Universidad s/n, Cáceres 10071 (España). <cmiro@unex.es>.

<sup>2</sup> Dpto. Física Aplicada 1, EUITA, Universidad de Sevilla. Ctra Utrera km 1, Sevilla 41013 (España).

En los últimos años se han desarrollado diferentes modelos que estudian la dispersión de radionúclidos en el mar. Usualmente, debido a la complejidad matemática, se utilizan simulaciones numéricas. En el presente trabajo se aplica una nueva técnica de modelización que acopla las simulaciones numéricas con técnicas de series temporales. Dicho método permite obtener expresiones analíticas de las evoluciones temporales y espaciales de las principales magnitudes. El objetivo es estudiar la dispersión de radionúclidos emitidos por el centro de reprocesamiento de combustible nuclear de Cap de La Hague (Francia) a lo largo del Canal de la Mancha. En concreto, se consideran dos tipos de pulsos de contaminación, ambos de 30 días de duración. En el primer caso, la emisión es constante en el tiempo y, en el segundo, la emisión varía según una función periódica.

Los resultados muestran que la evolución temporal de la concentración de contaminante puede expresarse como suma de dos términos: Uno que describe la tendencia y otro el término de estacionalidad. El término de tendencia resulta ser constante para cada localización y el término estacional puede describirse a través de un análisis de Fourier.

Se han estudiado 4 clases de tiempos característicos para describir el movimiento de los radionucléidos a través del Canal. Salvo el tiempo requerido para que la concentración máxima llegue a los distintos puntos los tiempos característicos son esencialmente los mismos en los dos casos estudiados. Así, por ejemplo, el tiempo de tránsito de la contaminación desde La Hague hasta el Estrecho de Dover es de unos 82 días, a una velocidad de  $3,0 \pm 0,2$  km d<sup>-1</sup>. También se determinaron los valores de la actividad total en distintos puntos. Estos valores no dependen de la forma del pulso introducido desde La Hague, si no que tan sólo de la distancia al término fuente. Los factores de dispersión resultan que disminuyen con la distancia según una función lineal, resultando ser 5,5 en un punto próximo al Estrecho de Dover.

En conclusión, se ha propuesto un modelo que puede ser muy útil como soporte de procesos de toma de decisiones después de situaciones de

emergencia. Así mismo dicho modelo podría aplicarse al estudio de otros tipos de contaminantes no radiactivos (químicos, biológicos, etc.) y en otros escenarios acuáticos (otros mares, ríos, etc.).

**Palabras clave:** Modelización, Dispersión, Radiactividad, Canal de la Mancha.

# IMPLICAÇÕES HIDROLÓGICAS DO ABANDONO DE TERRAS EM PORTUGAL: UM CASO DE ESTUDO NA REGIÃO INTERIOR CENTRO

Adélia Nunes

*Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra (Portugal). Tel. 239859900 e Fax. 239836733. <adelia.nunes@portugalmail.pt>.*

Em Portugal ocorreram, no decurso do século passado, importantes alterações no uso do solo e na cobertura vegetal. Essas mudanças relacionam-se, especialmente, com a expansão populacional registada na primeira metade do século XX, a que correspondeu um alargamento do espaço agrícola, seguido de um processo de esvaziamento demográfico, derivado do enorme surto migratório para as áreas urbanas e para alguns países do Ocidente europeu, o qual desencadeou um fenómeno de acentuado abandono das terras de cultivo e uma contracção do espaço agrário. Nesta última década, a retirada de terras de produção (*set-aside*) e a reconversão dos usos agrários (extensificação das práticas agrícolas ou conversão dos terrenos agrícolas em áreas de floresta) favorecidas pela Política Agrícola Comum (PAC), têm implicado um abandono, mais menos directo, das actividades agrícolas. Estas alterações no uso do solo afectam directamente os processos de colonização vegetal e, por conseguinte, toda a dinâmica hidrológica. Não obstante, os numerosos os trabalhos realizados, sobretudo na Espanha, põem em evidência respostas muito diversificadas e, por vezes, contraditórias. De facto, os processos biofísicos de reabilitação ou de degradação que podem ocorrer são influenciados por múltiplos factores, dependentes das características físicas da área (características climáticas, substrato geológico), das intervenções antrópicas subsequentes e também da escala temporal, determinante do processo evolutivo dos impactes ambientais.

Neste trabalho pretende-se avaliar algumas consequências hidrológicas do abandono de terras agrícolas, numa área do Interior Centro de Portugal, tendo em conta a respectiva influência no teor de humidade do solo e escoamento superficial vs infiltração. Para o efeito, foram monitorizadas áreas-amostra, representativas de diferentes usos do solo: os tradicionais (alternância cereais/pousio); campos abandonados em diferentes etapas de recuperação vegetal (matos com 15-20 anos e carvalhais com 30-40 anos de abandono), e ainda parcelas sujeitas aos programas ambientais da PAC (conversão de terras de cultivo em florestas e em pastagens). A avaliação do teor de humidade em profundidade (até aos 40cm), nos diferentes usos do solo e ao longo do ano, efectuou-se através de um *Profile Probe* associado a um *HH2 Moisture Meter*; ao passo que a quantificação do escoamento superficial processou-se através de parcelas de erosão fechadas e simulação de chuvas.

Os primeiros resultados mostram que as maiores exportações de água ocorreram nas parcelas desprovidas de uma cobertura vegetal contínua, em consequência da recente intervenção humana. O desenvolvimento de um tapete vegetal, mais ou menos regular, implica imediatamente uma diminuição no escoamento superficial e um aumento da infiltração, atingindo valores nulos em algumas parcelas, como por exemplo nos carvalhais. Todavia, tem-se vindo a questionar a efectiva influência do aumento do coberto vegetal na conservação dos recursos hídricos, pois nem sempre corresponde a um acréscimo na disponibilidade de água no solo.

**Palavras chave:** Abandono dos campos cultivos, Coberto vegetal, Hidrologia, Portugal.

## CANTIDAD Y CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA EN EL RIO AMAJAC (ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO)

**Carlos Ramírez Ayala, Enrique Rubiños Panta, Jesús Amado Álvarez,  
Elizabeth Hernández Acosta, Francisco Gavi Reyes, Enrique Mejía Saenz  
y Francisco Pedrero Salcedo**

*Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza, Investigación y Extensión en  
Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo. Carretera México Texcoco Km 36.5, Monte-  
cillo, Texcoco 56230 (México). <cara@colpos.mx>.*

*C.E.B.A.S./CSIC, Apartado 1495, Murcia 30080 (España).*

El área estudiada se localiza en el área sur central del Estado de Hidalgo (México), aproximadamente 34 km al Norte de la Ciudad de Pachuca, (Hidalgo). En esta zona afloran rocas carbonatadas, rocas volcánicas del grupo Pachuca rocas lacustres de la formación Atotonilco. En la formación del Abra se tienen importantes arroyos y manantiales de tipo intermitente.

El **Objetivo** del presente trabajo fue registrar la cantidad y calidad química del agua del río Amajac, con el propósito de establecer estrategias de planeación en el manejo de los recursos naturales dentro de ésta cuenca hidrológica.

**Antecedentes.** Existen trabajos muy generales a nivel nacional, como parte de la cuenca hidrológica del río Papaloapan (la cuenca del río Amajac, sólo contribuye con un 5.3 % del total), por lo que resultaba indispensable obtener información más específica y detallada de ésta región.

**Métodos y técnicas empleadas.** Durante los ciclos 2004-2005 se tomaron 20 muestras de agua (en 18 sitios, su localización se hizo mediante el empleo de un GPS) en zonas representativas dentro del flujo de agua del río Amajac a las cuales les fueron determinadas las siguientes pruebas fisico-químico (T, ST, CE, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, pH, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, Ca, Mg, Na y K) en laboratorios del Colegio de Postgraduados, bajo las metodologías correspondientes a cada parámetro.

**Resultados.** Los manantiales de esta cuenca comienzan con gastos muy pequeños (2 a 23 L sg<sup>-1</sup>) en la zona alta de la Sierra de Pachuca; ya con rumbo al Pueblo de Santa María Amajac el gasto aumenta hasta los 500 L sg<sup>-1</sup>, como a la mitad del recorrido entre Meztitlan y San Pablo se registró un aforo de 1390 L sg<sup>-1</sup>. Las grutas de Tolantongo aportan un caudal de aproximadamente 400 L sg<sup>-1</sup>, llegando al pueblo de San Juan Amajaque con 2,275 L sg<sup>-1</sup>. Sobre la calidad química del agua se consignó que la concentración de nitratos fluctúa de 8 a 12 mg kg<sup>-1</sup>, lo cual indica muy bajos contenidos de este elemento. De manera similar la concentración de fosfatos se consignaron de 0,03 a 0,09 mg kg<sup>-1</sup>, indicando que están libres de contaminantes. La evaluación química del agua en toda la cuenca indica que son

aguas con bajos contenidos de Na; respecto a la concentración de sales éstas son de clase C2 (Richards, 1954).

**Discusión.** Las aguas del río Amajac están libres de contaminantes y equivalen a una tercera parte de las concentraciones registradas en el Río Tulancingo. Es oportuno anotar que las aguas procedentes de las grutas de Tolantongo tienen una clasificación de C3 y que los polos de desarrollo podrían ubicarse aguas arriba, para evitar efectos nocivos por la concentración de sales.

**Conclusiones.**

1.- La cuenca del río Amajac está libre de contaminantes, por lo que las aguas pueden utilizarse para actividades agrícolas, acuícolas y producción en hidroponía bajo condiciones de invernadero.

2.- Es factible establecer presas de almacenamiento de agua para aprovecharla como alternativas de abastecimiento a las grandes ciudades.

**Palabras clave:** Calidad aguas, Hidalgo, México, Uso de aguas.

## EVALUACIÓN GLOBAL DEL USO DEL OZONO EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

F. J. Rodríguez<sup>1</sup> y L. A. Nuñez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Química Orgánica. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos.  
Av. Cantabria s/n, Burgos 09006 (España). <qpvito@ubu.es>.

<sup>2</sup> Área de Ingeniería Química. Fac. Ciencias. Universidad de Burgos (España).

Debido a su alto poder oxidante el ozono puede utilizarse para eliminar diversos microcontaminantes orgánicos e inorgánicos del agua, aunque la primera aplicación y la más extendida ha sido la desinfección en el tratamiento del agua potable. Actualmente, el espectro de acción del O<sub>3</sub> se ha extendido mucho, abarcando otros tipos de aguas, como aguas residuales, aguas industriales (de proceso, de limpieza, etc), aguas marinas, etc. En el ámbito de la potabilización del agua el O<sub>3</sub> se puede usar para diversos fines, entre los que destacan los siguientes: Desinfección y control de algas, oxidación de microcontaminantes inorgánicos (Fe y Mn), oxidación de microcontaminantes orgánicos (eliminación de olores y sabores, compuestos fenólicos, pesticidas, etc), oxidación de la materia orgánica natural (MON) del agua (con diversos objetivos: eliminación del color del agua, incremento de la biodegradabilidad de la MON, reducción en el potencial de formación de trihalometanos (THMFP) y en el de halogenuros totales (TOXFP) y mejora del proceso de coagulación-floculación.

En la secuencia de potabilización del agua el O<sub>3</sub> puede aplicarse en tres puntos distintos:

a) **Preozonización:** Aplicación en cabeza de tratamiento. Puede suministrarse en la toma de agua para proteger a las líneas de conducción que llevan a la estación potabilizadora de posibles crecimientos microbianos, para el control de olores y sabores y como una primera desinfección; sin embargo, lo más común es aplicar la preozonización como primera etapa en misma planta de tratamiento, utilizándose principalmente para la eliminación de Fe y Mn, para el control de olores y sabores, como ayuda del proceso de coagulación y como desinfectante.

b) **Ozonización intermedia:** Se aplica antes de la etapa de filtración. Se utiliza principalmente para oxidar la MON, aumentando su biodegradabilidad y favoreciendo su eliminación biológica en los filtros (de arena o de carbón activado granular-GAC), lo cual ha llevado a designar dicho proceso como CAB (Carbón Activado Biológico); también se puede usar para la eliminación de microcontaminantes orgánicos y para eliminar Fe y Mn en aguas con alto contenido en MON.

c) **Postozonización:** Aplicación al final de la secuencia de tratamiento. Se usa exclusivamente para la desinfección, sobre todo en Europa. En USA la desinfección principal se lleva a cabo mediante preozonización.

Cada vez es más común en Europa y en USA la utilización simultánea del  $O_3$  en dos puntos de la secuencia de tratamiento: Preoz/Postoz, Preoz/Oz.Inter y Postoz/Oz.Inter; incluso, algunas plantas francesas utilizan la ozonización simultánea en los tres puntos de aplicación.

En el presente Trabajo se evalúa la influencia del tratamiento con  $O_3$  sobre la eficacia de la secuencia de potabilización del agua referente a los siguientes aspectos: Cambios en la MON, eliminación de MON durante la etapa de coagulación-floculación, cambios en el potencial de formación de THMFP, cambios en la biodegradabilidad de la MON.

Se ha utilizado como agua natural objeto de estudio la procedente del embalse de Úzquiza que abastece a la ciudad de Burgos.

**Palabras clave:** Ozono, Potabilización del agua, Materia orgánica natural del agua.

## EVALUACIÓN DE NITRATOS EN AGUAS DE ARROCEPAS DE CORRIENTES (ARGENTINA)

**Silvia C. Rodríguez<sup>1</sup>, Gloria C. Martínez<sup>1</sup> y Héctor M. Currie<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra Química Analítica y Agrícola.

<sup>2</sup> Cátedra Hidrología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Sargento Cabral 2131, Corrientes 3400 (Argentina). Tel.: +54-3783-427589- int 145. <gloriam@agr.unne.edu.ar> y <rodrisil@agr.unne.edu.ar>.

Los nitratos constituyen la forma de N más abundante y de mayor interés en todos los cuerpos de aguas naturales; aparecen como el resultado de la descomposición natural del material nitrogenado orgánico, por acción de microorganismos. La prevención de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por estas especies químicas depende de la capacidad de mantenerlo por debajo de un nivel tal que pueda ser absorbido por los cultivos, siendo mínima la cantidad que queda retenida en el suelo.

Corrientes, es una de las mayores productoras de arroz de la República Argentina; es un cultivo que depende del agua, ya que es en regadío, siendo las principales deficiencias nutricionales de los suelos el P y el N, razón por la cual la fertilización es una práctica usual, lo que obliga al control de la composición química de las aguas con la finalidad de preservar su calidad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración de nitratos y su comportamiento en diferentes momentos de muestreo en tres arrozales de distintas zonas de la provincia de Corrientes (Argentina). Se trabajó en los siguientes sitios durante la campaña 2004/2005: Oeste, situado en Empeadrado, con una estación de bombeo flotante sobre el río Paraná; siendo los muestreos en los meses de Noviembre y Diciembre de 2004 y Febrero de 2005; Sur, emplazado en Curuzú-Cuatíá, cuya fuente de agua es una represa y tomándose las muestras en los meses de Noviembre y Diciembre de 2004, Enero y Febrero de 2005; y Norte, situado en Berón de Astrada, que utiliza el agua del río Paraná, con una estación de bombeo fija, y se muestreó los meses de Octubre y Diciembre de 2004 y Enero de 2005. En cada una de ella se tomaron muestras de agua del canal primario; de la chacra y del canal secundario, con tres repeticiones cada una. Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio de Química Analítica y Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, (UNNE), determinándose las concentraciones de nitrato por Espectrofotometría UV-Visible (método del salicilato de Na), dentro de las 24 h posteriores a su recolección.

Las máximas concentraciones de nitratos encontradas en los diferentes momentos de muestreo en las aguas fueron 0,26 mg L<sup>-1</sup> para el sitio Oeste; 0,45 mg L<sup>-1</sup> para el sitio Sur y 1,30 mg L<sup>-1</sup> para el sitio Norte. En todos los casos los niveles de nitratos se encuentran por debajo del límite máximo

establecido por la *FAO* ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ). El comportamiento de las concentraciones de nitrato en los distintos arrozales es similar, coincidiendo con diversos autores; las mayores concentraciones se dan al comienzo y final del ciclo de cultivo.

**Palabras clave:** Nitratos, Arroz, Riego, Argentina, Aguas.

## AFORO Y CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA EN EL RIO TULANCINGO, ESTADO DE HIDALGO (MÉXICO)

Enrique Rubiños Panta, Jesús Amado Álvarez, Carlos Ramírez Ayala,  
Elizabeth Hernández Acosta, Francisco Gavi Reyes, Enrique Mejía Saenz,  
Arturo Torrecillas Melendreras y Juan José Alarcón Cabañero

*Colegio de Postgraduados de Montecillo. Carretera México Texcoco Km 36.5, Texcoco  
56230 (México). <jerpkike@colpos.mx>.*

*C.E.B.A.S./CSIC, Apartado 4195, Murcia 30080 (España).*

Las principales dimensiones ambientales y de salud pública del problema de la calidad del agua en el mundo son los siguientes: a) Cinco millones de defunciones anuales como consecuencia de enfermedades transmitidas por el agua; b) Disfunción del ecosistema y pérdida de biodiversidad; c) Contaminación de los ecosistemas marinos debido a actividades realizadas en tierra; d) Contaminación de los recursos de aguas subterráneas; y e) Contaminación mundial por contaminantes orgánicos persistentes. Durante las últimas décadas México ha sufrido profundos cambios económicos y sociales que han venido acompañados de un creciente deterioro de su medio ambiente, por lo cual se han hecho esfuerzos para lograr el desarrollo sustentable.

El **Objetivo** del presente trabajo fue registrar la cantidad y calidad química del agua del río Tulancingo con el propósito de establecer estrategias de planeación en el manejo de los recursos naturales dentro de ésta cuenca hidrológica.

**Situación Actual.** Actualmente se encuentran mezclados diferentes tipos de monitoreos de calidad del agua a nivel nacional; faltaba especificar estas características de manera regional, siendo los afluentes del río Tulancingo: Río Tizahuapa, que nace en la Sierra de Pachuca, el río Mezquitlán que nace en el Estado de Puebla y lleva sus aguas a la Laguna de Mezquitlan.

**Métodos y Técnicas Empleadas.** Durante 2004-2005, se tomaron 30 muestras de agua (15 sitios) en zonas representativas dentro del flujo de agua del río Tulancingo a las cuales se les determinaron los siguientes parámetros: T, ST, CE,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , pH,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl, Ca, Mg, Na y K en los laboratorios del Colegio de Postgraduados de Montecillo, siguiendo las metodologías correspondientes.

**Los Resultados** obtenidos indican que los escurrimientos de agua en la parte alta de la cuenca hidrológica inician con gastos pequeños ( $1$  a  $35 \text{ L s}^{-1}$ ), en Tulancingo se aforaron  $380 \text{ L s}^{-1}$ , llegando con  $745 \text{ L s}^{-1}$  a la Laguna de Mezquitlán en la época seca. Sobre la calidad química del agua se consignó que la mayor concentración de fosfatos ( $9,97 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y de nitratos ( $25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) fue en el río Santa María La Esperanza, como resultados de las descargas de agua residual de la ciudad de Tulancingo, (Hidalgo). La evaluación química

del agua en toda la cuenca hidrológica indica bajos valores de Na ( $RAS = 0,184 - 1,05 \text{ meq L}^{-1})^{1/2}$ . Respecto a la concentración de sales en las aguas del río se registró que son de clase C3 y C4 (Richards, 1954).

**Discusión.** Se puede confirmar que las aguas del río Tulancingo, después de cruzar por la Ciudad del mismo nombre, están contaminadas por desechos domésticos, municipales e industriales; posteriormente, después de cruzar los municipios de Metepec, Tenango de Doria, y Agua Blanca de Iturbide, se agregan residuos de fertilizantes utilizados en la agricultura.

### **Conclusiones.**

1.- Resulta indispensable establecer plantas de tratamientos de aguas residuales y aprovechar los lodos extraídos como mejoradores de suelos para uso agrícola.

2.- El Gobierno del Estado de Hidalgo debe proporcionar a los Gobiernos de Veracruz, Puebla y San Luis Potosí la información pertinente sobre los posibles efectos ambientales.

**Palabras clave:** Calidad de aguas, Hidalgo, México, Ríos.

# RADIATIVIDAD EN AGUAS EMBOTELLADAS PROCEDENTES DE PAÍSES EUROPEOS Y AMERICANOS: CONTROL DEL AGUA PARA CONSUMO PÚBLICO

**M. P. Rubio Montero<sup>1</sup> y A. M. Carrasco Lourtau<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Extremadura, Mérida 06800 (Badajoz, España) Tel.: +34 924 387 068 (2544). Fax: +34 924 303 782. <pilar@unex.es>.

<sup>2</sup> Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España).

El consumo diario de agua mineral aumentó en la comunidad internacional durante las últimas décadas. Esto obliga a revisar la dosis recibida por la población procedente del contenido radiactivo de estas aguas. La ingestión diaria de agua conduce a la población a la exposición interna a la radiación directamente a través de la desintegración de los radionúclidos incorporados al organismo por ingestión o inhalación, o bien indirectamente, cuando estos radionúclidos son incorporados a la cadena alimenticia. El control de este riesgo obliga a un estudio de ciertas variables, de las cuales es posible fijar valores paramétricos que establecen el valor máximo permitido para cada una de ellas.

El objetivo de este trabajo fue recopilar datos procedentes de diversos países europeos y americanos referentes al contenido radiactivo de sus aguas minerales y la dosis recibida por la población. También se hace referencia al control radiológico establecido por las legislaciones de diferentes países respecto al agua de bebida.

Este trabajo presenta datos referidos al consumo de esta agua y su contenido radiactivo, así como a las posibles dosis recibidas por la población procedente de su ingesta. En la siguiente Tabla se recogen los parámetros utilizados en las diferentes legislaciones de algunos países para establecer el control radiológico de las aguas de consumo público:

|             | UE              | Portugal        | Francia         | España          | México   | Brasil   |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|
| Tritio      | 100 Bq/L        | 100 Bq/L        | 100 Bq/L        | 100 Bq/L        | —        | —        |
| Dosis       | 0,10<br>mSv/año | 0,10<br>mSv/año | 0,10<br>mSv/año | 0,10<br>mSv/año | —        | —        |
| Ac.<br>alfa | —               | —               | —               | 0,1 Bq/L        | 0,1 Bq/L | 0,1 Bq/L |
| Ac.<br>alfa | —               | —               | —               | 1 Bq/L          | 1 Bq/L   | 1 Bq/L   |

En el periodo 1990-2000 el consumo se incrementó en Alemania más del 50%, y más del 130% en Estados Unidos. En Hungría, el consumo

aumentó hasta siete veces en el periodo 1988-1998. El consumo promedio de agua mineral en 1999 fue de 28 L persona<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, mientras que en el año 2000 alcanzó cerca de 40 L persona<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Uno de los países donde mayor impacto ha tenido este hábito es Italia; entre 1995 y 2000 la producción nacional aumentó cerca del 55%. En 2000 9,5 GL fueron embotellados, lo que representa un tercio de la producción europea. Actualmente 9,0 GL se venden sólo en Italia, lo que representa un valor de 3.000 millones de euros. El consumo individual asciende a 160 L a<sup>-1</sup>. Hasta el momento, el control radiológico de las aguas minerales embotelladas quedaba fuera de las directrices internacionales, pero el aumento de su consumo obliga a que se preste mayor atención, en aras de vigilar la salud pública.

**Palabras clave:** Agua mineral, Radiactividad, Control radiológico, Dosis.

# ADECUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA POTABLE PARA LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA CON APOYO INFORMÁTICO

F. E. Trujillo, M. V. Martínez y C. N. Flores

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec s/n. C.U. Toluca 50130 (México). <etf@uaemex.mx> y <vmf@uaemex.mx>.

Los efectos de la corrosión e incrustación en las redes de distribución y extracción de agua potable se reflejan en las grandes pérdidas económicas y del vital líquido que se reportan anualmente, así como en la disminución del rendimiento dentro de los pozos y en el servicio proporcionado a la población. Aunque las soluciones a estos problemas suelen ser la rehabilitación y el reemplazo de partes en pozos y en el sistema de distribución que, evidentemente, genera elevados costos, es posible establecer políticas de prevención adecuando la química del agua.

Para la prevención y/o corrección apropiadas es necesario realizar un análisis fisicoquímico del agua y aplicar modelos cuantitativos y cualitativos para determinar de la mejor manera posible su naturaleza agresiva o incrustante. Por facilidad de aplicación, del carácter agresivo o incrustante del agua generalmente se determina con base en índices de tipo cualitativo que no expresan el nivel de corrosión o incrustación y, por ende, no aportan elementos para establecer tratamientos que adecuen la calidad del agua y la mantengan en equilibrio químico.

En este trabajo, se presenta una herramienta informática denominada AgrInc\_Agua 2.0, desarrollada en Borland® Delphi® 2005, que incluye los modelos cualitativos de Langelier y Ryznar y el modelo cuantitativo modificado de Mojmir Mach, con objeto de facilitar el estudio químico del agua y adecuar su calidad mediante carbonato o hidróxido calcico. AgrInc\_Agua 2.0 incluye una interfase gráfica de usuario simple e intuitiva, agilizando el manejo de los datos fisicoquímicos del agua con posibilidad de generar resultados gráficos y numéricos en pantalla y enviarlos a impresión o archivos.

Des Diciembre de 2004 a Mayo de 2005 se realizaron muestreos en un tanque de distribución de agua potable en la Ciudad de Toluca (Estado de México) y se determinaron *in situ* y en laboratorio los parámetros fisicoquímicos necesarios para aplicar la herramienta informática. De acuerdo con el índice de saturación de Ryznar el agua se identificó como muy agresiva; los métodos de Langelier y Mojmir Mach confirmaron esta tendencia. Los pH de saturación resultaron ser muy similares. Específicamente el método de Mach presentó valores de agresividad positivos para las muestras de diciembre a abril, mientras que, para el mes de Mayo, arrojó resultados contradictorios en los valores de agresividad calculados con base en la fuerza iónica y Ca, los cuales podrían deberse al incremento significativo de acidez y

contenido de calcio, o por errores en la determinación de estos parámetros. Con excepción del mes de Mayo, se establecieron las condiciones de equilibrio químico para el agua estudiada.

La propuesta de adecuación de la calidad química del agua utilizando carbonato o hidróxido cálcico, con apoyo informático, representa una opción de bajo costo, ya que no altera la calidad necesaria para el consumo humano y, a la vez, contribuye a la protección de la infraestructura hidráulica, reduciendo el mantenimiento y aplazando los reemplazos.

**Palabras clave:** Corrosión, Incrustación, Agua potable, México, Calidad hídrica.

***Sesión III***

***PROCESOS ANTROPOEDÁFICOS  
Y AMBIENTE***

*Presidente: Ing. Marta E. CONTI <conti@agro.uba.ar>*

*Secretario: Dr. José A. EGIDO <jaero@usal.es>*



## LA ESTRATEGIA EUROPEA PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO: NUEVOS CONCEPTOS EN LA INVESTIGACIÓN EDAFOLÓGICA

E. H. Blum Winfried

*Instituto de Edafología, Departamento de Ciencias Forestales y Edafológicas,  
Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena (Austria).  
<winfried.blum@boku.ac.at>.*

**Introducción.-** En 2002 se desarrolló una comunicación de la C.E. al Consejo y al Parlamento Europeo, con el título “*Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*” (“Hacia una estrategia temática para la protección del suelo”), definiendo las cinco funciones más importantes del suelo para la sociedad y el medio ambiente, más ocho peligros principales para el suelo como, por ejemplo, la erosión, la disminución de materia orgánica, la contaminación (local o difuso) de los suelos, el sellado y la solidificación de los suelos, la disminución de la biodiversidad de los suelos, la salinización, tanto como inundaciones y corrimientos de tierras.

**Marco operativo para la estrategia temática para la protección de los suelos.-** Para asegurar la protección de los suelos, se creó un marco operativo, incluyendo cinco “*Technical Working Groups*” (grupos de trabajo técnicos, *TWGs*) con unos 400 participantes en su mayor parte científicos de toda Europa, tratando los problemas de los ocho peligros principales, tanto relativos al monitoreo como de investigación. En este contexto el grupo de trabajo técnico sobre investigación desarrolló nuevos conceptos para la investigación edafológica dentro de la estrategia temática para la protección del suelo.

**Tareas para el TWG Research (grupo de trabajo técnico sobre investigación).-** Una tarea específica para el TWG Research fue de basar todos sus resultados en el sistema “*DPSIR*”, distinguiendo entre fuerzas motrices (*driving forces*, *D*), las cuales se expresan en presiones (*pressures*, *P*), las que llevan a un estado (*state*, *S*), las que crea impactos (*Impacts*, *I*), para las cuales se deben buscar medidas o soluciones (*responses*, *R*). El sistema “*DPSIR*” permite responder a cuestiones claves, comprendiendo sistemas complejos de suelos y del medio ambiente; como por ejemplo: ¿Cuál es la “*D*” que crea un problema? ¿Cuáles son los “*Ps*” que originan las “*Ds*”? ¿Cuál es el “*S*” creado por la “*P*”? ¿Cuales son los “*Is*” que crean un “*S*”? También pueden las “*Rs*” cambiar las “*Ds*”, mejorando una situación o remediar un problema, desarrollando soluciones por la implementación de medidas operacionales.

**Áreas prioritarias de investigación para la protección de suelos y la gestión de los recursos naturales en Europa, basado en el sistema “*DPSIR*”.-** Esta tarea se alcanzó desarrollando el concepto de la investigación integrada

en Ecología, basada en los suelos. Los cinco “*research clusters*” muestran claramente que primero se deben analizar los procesos relacionados con las ocho amenazas del suelo y su inter-dependencia; y, después, se deben desarrollar métodos compaginados y normalizados para el análisis del estado de las ocho amenazas para el suelo y sus cambios a lo largo del tiempo (o sea “monitoreo de suelos”). Las ocho amenazas pueden estar relacionadas con “Ds” y “Ps”, asociadas a fuerzas motrices culturales, sociales y económicas como, por ejemplo, normas de la U.E. (v.g; de agricultura, transporte, energía y el medio ambiente) y también fuerzas motrices tecnológicas y ecológicas (v.g., el cambio global y el cambio climático). Basado en ésto, un análisis de las influencias de las ocho amenazas debe realizarse, relacionándolas con los beneficios ecológicos que el suelo proporciona a otras áreas del medio ambiente como, por ejemplo, el aire, el agua (superficial o freática), la producción de biomasa, la salud humana, la biodiversidad y la cultura. Después de reunir todos estos “*research clusters*”, es posible desarrollar estrategias y procesos operacionales para atenuar las amenazas. Ello significa que se pueden encontrar métodos para mejorar los problemas.

**Conclusiones y perspectivas.-** Con la definición de los cinco más importantes “*research clusters*” para la protección de los suelos, dentro de la estrategia temática para la protección del suelo de la UE, pueden distinguirse actividades de corto, medio y largo plazo. Además, se pueden formular proyectos de investigación basados en propuestas de investigación individuales reuniendo ciencias diferentes.

**Palabras clave:** Unión Europea, Suelos, Investigación, Áreas prioritarias.

# SORÇÃO DE TRIAZINAS EM SOLOS TROPICAIS. I. PRÉ SELEÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO DE USO NA REGIÃO DE UBATUBA, SÃO PAULO (BRASIL)

S.D.B. Almeida<sup>1</sup>, E.A.D.Costa<sup>2</sup>, M.A.F. Gomes<sup>3</sup>,  
L.C. Luchini<sup>1</sup>, C. Spadotto<sup>3</sup>, M.B. Matallo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Biológico, Av. Conselheiro Rodrigues Alves 1252, São Paulo (SP, Brasil).

<sup>2</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Ubatuba, SP.3. Embrapa-Jaguariúna.

<sup>3</sup> CNPMA-Embrapa, Jaguariúna (SP, Brasil). <almeida.sdb@biologico.sp.gov.br>.

O crescente uso de agrotóxicos na agricultura tem trazido sérias preocupações ambientais devido, principalmente, à possibilidade de lixiviação e escoamento superficial desses compostos com possibilidade de contaminação de águas superficiais e subterrâneas. As triazinas simétricas (s-triazinas), são amplamente utilizadas como herbicidas em aplicações de pré e pós-emergência em culturas anuais e perenes. No Brasil resíduos de atrazina e simazina foram detectados em águas de poços artesianos na área de recarga do aquífero Guarani, importante manancial de água subterrânea (Cerdeira *et al.*, 2004). O município de Ubatuba, situado no litoral norte do Estado de São Paulo (Brasil) apresenta como características marcantes a rede de drenagem que percorre a Serra do Mar em direção ao Oceano Atlântico e, 80% de sua área contida em parques estaduais com importantes remanescentes naturais no domínio da Mata Atlântica. Apesar da sua incipiente agricultura, há necessidade de se estabelecer um plano de gerenciamento dos recursos hídricos para a região, que objetive sua proteção, recuperação e conservação, considerando-se a necessidade de assegurar boa qualidade de vida para as populações atuais e futuras.

O objetivo desse trabalho foi estudar a sorção relativa de ametrina, atrazina, simazina, prometrina e metamitron em diferentes classes de solos da Mata Atlântica na região de Ubatuba, São Paulo (Brasil), visando pré selecionar os herbicidas com maior potencial de lixiviação com base no seu respectivo coeficiente de adsorção normalizado para a matéria orgânica (Koc) determinado a partir do método em batelada ("batch method") conforme metodologia adotada pelo *Environmental Protection Agency* (1998).

Os resultados mostraram que no solo com maior teor de C orgânico as s-triazinas apresentaram alta adsorção e, conseqüentemente, menor potencial de lixiviação, enquanto que em solos com baixos teores desse elemento a adsorção foi baixa favorecendo a sua dessorção com riscos potenciais de contaminação do subsolo, confirmando o fato de que o C orgânico está diretamente relacionado com a sorção das s-triazinas, aumentando sua afinidade com o solo, sendo um importante atributo para se prever seu potencial de lixiviação (Piccolo *et. al.* 1998). Existem diferenças na adsorção e dessorção

das s-triazinas pelos diferentes solos da região de Ubatuba. Isto sugere que a possibilidade de lixiviação e/ou escoamento superficial desses compostos dependerá das características intrínsecas de cada solo. A recomendação de uso desses herbicidas deve, portanto, ser avaliada caso a caso.

**Palavras chave:** Lixiviação, Herbicidas, Contaminação.

## ESTABILIDAD, MORFOLOGÍA Y RUGOSIDAD DE AGREGADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO EN EL SUDESTE BONAERENSE (ARGENTINA)

M.<sup>a</sup> Fernanda Álvarez<sup>1,2</sup>, F. Lia Montti<sup>1,3</sup>, M. L. Osterrieth<sup>2</sup> y J. L. del Río<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET.

<sup>2</sup> Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP, Dean Funes 3350, Mar del Plata 7600 (Argentina). <mosterri@mdp.edu.ar>.

<sup>3</sup> Laboratorio de Ecología Funcional, Depto. de Ciencias Biológicas, FCEyN, UBA, Ciudad Universitaria Pabellón II, Nuñez, Buenos Aires (Argentina).

La estabilidad de agregados es considerada por varios autores como el indicador físico que mejor refleja los cambios que se suceden en el corto y largo plazo, como consecuencia de las prácticas de manejo que se aplican. Sin embargo los estudios de la morfología y rugosidad superficial de los agregados de suelos en campos naturales y afectados por distintas prácticas agrícolas son escasos, por lo que este trabajo constituye un primer antecedente para el sudeste bonaerense (Argentina).

El objetivo del presente trabajo es evaluar los parámetros físicos: Estabilidad, morfología y rugosidad de agregados en suelos con distinto tipos de uso como posibles indicadores de calidad de *Argiudoles* típicos del sudeste bonaerense. La investigación se encuadra en el Proyecto REDESAR (Red de Indicadores de Sustentabilidad de Eco-agrosistemas).

Se trabajó en el epipedón mólico de las parcelas con distinto uso de suelo: a) Parcela R (reserva): suelo nunca laboreado; b) Parcela P (pastura natural): suelo que soporta ganado vacuno; c) Parcela HR (hortícola reposo): suelo sometido a prácticas hortícolas con reposo 1992-1994; d) Parcela HI (hortícola intensivo): suelo sometido a prácticas hortícolas durante los últimos 30 años y e) Parcelas F1, F2 y F3 (forestadas): F1: plantación de pinos de 20 años; F2: con pinos de más de 30 años, con uso de hormiguicidas y remoción y retiro del mantillo con periodicidad y F3: con eucaliptos de más de 50 años, sin ningún tipo de control o manejo. Se determinó la estabilidad de agregados por la técnica del estallido y se realizó la caracterización de los mismos a escala mesoscópica bajo lupa binocular.

Los resultados obtenidos revelan mayores porcentajes de agregados estables relacionados con el alto contenido de MOS en las parcelas de reserva (R), pastos (P), bosque de eucalipto (F3), bosque de pino de 30 años (F2), cultivo intensivo (HI), cultivo con reposo (HR) y bosque de pino de 20 años (F1). La parcela HR presentó menor estabilidad que la HI, posiblemente relacionada a las labores efectuadas en ella. Además la parcela F1 presentó un bajo porcentaje de estabilidad producto del intenso laboreo o al escaso tiempo de plantación. Se observaron 3 morfologías de agregados en todas las parcelas:

alargados (>50%), cuadrangulares 30% y esféricos (7%). Estos últimos fueron escasos o estuvieron ausentes en las parcelas con suelos no laboreados (R y P). En las parcelas cultivadas (HR, HI) los agregados presentaron una superficie lisa, en las forestadas (F1, F2, F3) ondulada y en las de reserva y de pastos (R, P) rugosa. Se encontró una relación entre la morfología y la estabilidad de agregados en cada una de las parcelas. En aquellas donde no se efectuó ninguna práctica (R y P) se observó un alto porcentaje de agregados estables y las formas esféricas estuvieron ausentes o se encontraron en pequeños porcentajes. Mientras que en las parcelas cultivadas y forestadas (HR, HI, F1, F2 y F3) la estabilidad de agregados fue menor y se observaron las tres morfologías mencionadas arriba. En conclusión, la calidad de estos suelos se vio afectada por los distintos usos; las continuadas prácticas agro-hortícolas provocaron una marcada degradación, mientras que los pinos y eucaliptos con un tiempo considerable de plantación permiten la recuperación de la estructura de los mismos.

Los parámetros estudiados constituyen buenos indicadores de la calidad del suelo por ser variables fácilmente medibles y sensibles a cambios generados por las prácticas de manejo.

**Palabras clave:** Caracterización de agregados, Prácticas de manejo, Indicadores edáficos.

## VALOR-L DE CADMIO Y EFECTO DEL pH EN SUELO TRATADO CON LODO DE AGUAS ALBAÑALES

Felipe Carlos Álvarez Villanueva<sup>1,2</sup>, Anderson Ricardo Trevizam<sup>1</sup>, Antonio Enedi Boaretto<sup>1</sup>, Takashi Muraoka<sup>1</sup>, Cassio Hamilton Abreu Junior<sup>1</sup>, Virgilio de Nascimento Filho<sup>1</sup>, Henriqueta Maria Gimenes Fernandes<sup>1</sup>, Keite Maria Valverde<sup>1</sup> y Ana Carolina Santos Riveiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Caixa Postal 96, CEP Piracicaba 13400-970 (SP, Brasil). <falvarez@cena.usp.br>.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Santiago de las Vegas, Ciudad de la Habana 17200 (Cuba).

El cadmio se encuentra generalmente como mineral combinado con otros elementos formando óxidos, haluros, sulfato o sulfuros. Todos los suelos, fertilizantes, lodos albañales (LA) y residuos urbanos o industriales contienen Cd. El uso de LA en áreas agrícolas puede ser una vía antropogénica de contaminación con Cd y, por tanto, demanda conocimiento sobre su fitodisponibilidad en el suelo.

El objetivo del trabajo fue evaluar la fitodisponibilidad de Cd en un *Oxísol* tratado con LA y el efecto de la acidez del suelo utilizando el método del valor-L con el trazador radiactivo <sup>109</sup>Cd y el extractor DTPA. Las parcelas experimentales fueron vasos con capacidad para 2,5 kg de tierra, distribuidos de forma totalmente aleatoria, en esquema factorial 5 x 3, cinco dosis de LA, equivalentes a 0, 15, 30, 45 y 60 Mg ha<sup>-1</sup> (base seca) y tres pH (4, 16 original del suelo, 5,00 y 6,00) con tres repeticiones. El LA denominado “*Jundfertil*” fue mezclado con tierra e incubado durante 30 días. El suelo fue marcado con solución acuosa conteniendo 148 kBq de <sup>109</sup>Cd y 4 µg de Cd en la forma de cloruro e incubado durante 15 días. Después de la incubación, fueron retiradas muestras del suelo de cada tratamiento para determinar la disponibilidad de Cd con solución extractora de DTPA. Se cultivaron dos plantas de maíz (*Zea mays* L.), híbrido simple P30F80, por maceta durante 40 días. Se realizaron análisis de Cd en las plantas secas por espectrometría de emisión con fuente de plasma inducida y se midió la radioactividad del <sup>109</sup>Cd por espectrometría gamma en analizador multicanal acoplado a detector de germanio-litio hiperpuro.

La cantidad de Cd acumulada en la parte aérea de las plantas, valor L de Cd en el suelo y extracción con DTPA fueron crecientes con las dosis de LA y, en general, decrecientes con el aumento del pH del suelo. Las correlaciones realizadas entre el metal acumulado por las plantas con el valor L y la extracción con DTPA evidenciaron la eficiencia de ambos métodos en la previsión de fitodisponibilidad para Cd en el suelo tratado con LA.

**Palabras clave:** Cadmio, Valor L, Fitodisponibilidad, Suelos, Lodos.

# FACTORES LIMITANTES PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN ARGUÍSTOLES TÍPICOS DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)

M. L. Andrade, E. F. Covelo, y F. A. Vega

*Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo. Universidad de Vigo. Las Lagoas, Marcosente Vigo 36310 (España). <mandrade@uvigo.es> y <florav@uvigo.es>.*

La Pampa semiárida está situada en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, San Luis y de Córdoba en la Argentina. Es uno de los territorios más adecuados para la producción vegetal; sin embargo, la acción del hombre ha alterado profundamente la zona debido a la agricultura intensiva y a la actividad ganadera. En esta área predominan los suelos del orden de *Mollisoles* y, dentro de ellos, el gran grupo de los *Argiustoles*. Estos suelos se han desarrollado sobre depósitos de loess y limos, muchos de ellos son *Argiustoles* típicos con un horizonte superficial franco-limoso, de un espesor medio de 25 cm, ligeramente ácido, con un subsuelo arcilloso o franco arcilloso y moderada permeabilidad. Los híbridos y las variedades cultivadas actualmente requieren fuertes aportes de fertilizantes, por lo que una de las causas más importantes de degradación de estos suelos es la fertilización mineral, ya que los fertilizantes más frecuentemente usados en Argentina, contienen, entre otras sustancias, metales pesados. También el uso de estiércoles y de aguas residuales contribuyen a la degradación de estos suelos. Por todo ello el objetivo de este trabajo fue determinar los factores químicos limitantes a la producción vegetal en diecisiete *Argiustoles* típicos de la pampa semiárida (Argentina) que se están utilizando desde hace muchos años en agricultura intensiva con dos cosechas por ciclo: trigo-soja o trigo-girasol. Para cada uno de los parámetros químicos analizados se asignaron los valores críticos propuestos por la *Soil Fertility Capability Classification*, modificados por diversos autores, analizándose indicadores de calidad del suelo. De la aplicación de estos criterios se dedujo la existencia de una deficiencia de Mg, debida a un desequilibrio en las relaciones Ca/Mg y K/Mg. Este desequilibrio ocurre si la relación Ca/Mg es superior a 10 (desequilibrio por Ca) o si la relación K/Mg es superior a 0,5 (desequilibrio por K).

En algunos de los suelos analizados  $\text{Ca/Mg} > 10$  y en la mayoría de ellos  $\text{K/Mg} > 0,5$ . Por otra parte, según diversos autores, se considera una proporción ideal de cationes dentro del complejo de cambio: 65% de Ca, 10% de Mg y 5% de K (expresados como porcentajes equivalentes). Según esta clasificación, los suelos analizados presentan porcentajes de Ca (>75%) y K (>10%) muy elevados, siendo el de Mg muy bajo (<4%), lo cual causa desequilibrios. Los suelos contienen, pues, excesos de Ca y de K, lo cual hace necesario cambiar las fórmulas de encalado y de fertilización, y añadir Mg para equilibrar

estos tres cationes. También y, como factores especiales, debido a las prácticas de manejo y fertilización se estableció la existencia de contenidos excesivos de metales pesados (Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb y Zn) y pesticidas, causados sobre todo por la repetida aplicación de fertilizantes y plaguicidas que los contienen. El contenido de metales pesados en estos suelos depende más de los manejos agrícolas que de la naturaleza del material de partida, ya que las concentraciones de todos los metales analizados en los horizontes superficiales de los suelos sobrepasan las indicadas en la bibliografía para suelos desarrollado sobre igual material parental, sobre todo de Cd, Pb y Zn que superan los límites internacionalmente recomendados como valores de referencia en suelos no contaminados.

Los factores limitantes para la producción agrícola encontrados en estos suelos son pues factor Mg debido a un desequilibrio en las relaciones Ca/Mg y K/Mg y cantidades elevadas, y gran variedad, de metales pesados, y un significativo contenido de pesticidas organoclorados y organofosforados, debido al uso continuado de fertilización mineral y plaguicidas.

**Palabras clave:** Argiustoles, Degradación, Factores limitantes, Desequilibrios nutricionales.

## **PÉRDIDAS DE NITRATOS POR LIXIVIACIÓN EN UN SUELO DEL PARTIDO DE BALCARCE (PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA)**

**Virginia Aparicio, José Luis Costa y Martín Zamora**

*Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP-EEA INTA, C.C. 276, Balcarce 7620 (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Telf: 02266 439100. <vaparicio@balcarce.inta.gov.ar>.*

En el sudeste bonaerense Costa et al, (2002) reportaron una gran proporción de muestras de agua extraídas del acuífero freático de la Cuenca Alta del Arroyo El Pantanoso que excedían los 10 mg L<sup>-1</sup> en un 33% (1994), 49% (1995), 33% (1998) y 26% (1999). Además, estos autores observaron que la distribución espacial de las altas concentraciones del nitrato parecía estar relacionada con los patrones de uso agrícolas del suelo. Las áreas con altas concentraciones de nitratos (> 10 mg L<sup>-1</sup>) están ubicadas donde se practica agricultura intensiva, mientras que las áreas con concentraciones menores (< 10 mg L<sup>-1</sup>) están ubicadas donde predomina la actividad ganadera y la producción de forraje.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar las pérdidas por lavado de nitratos en un monocultivo de maíz.

La experiencia se desarrolló durante los ciclos agrícolas 2001-02; 2002-03, 2003-04 y 2004-05 en un ensayo de 420 m<sup>2</sup> instalado en el partido de Balcarce, (provincia de Buenos Aires, Argentina). Las parcelas fueron sembradas con maíz durante los tres ciclos. El tratamiento de fertilización del cultivo consiste en tres dosis de N (0, 100, y 200 kg ha<sup>-1</sup>) utilizándose como fuente UAN. Se utilizó como trazador del movimiento de agua en el suelo el BrK, que se aplica en una única dosis anual en todas las parcelas del ensayo (la dosis de aplicación es de 150 kg Br ha<sup>-1</sup>). Las muestras se procesaron en el laboratorio de la EEA INTA Balcarce donde se cuantificaron los nitratos en la solución del suelo por colorimetría y bromuro por electrodo específico (EA-940 Orion). El volumen de agua drenada se estimó utilizando el modelo *LEACHM* (Wagenet and Hutson, 1989).

En todas las campañas, a excepción de la campaña 2004-05, se pudo observar un pico de concentración de nitratos en las parcelas fertilizadas posterior a la fecha de aplicación. El tratamiento testigo sin fertilizar drenó agua con una concentración de N que se mantuvo por debajo de 10 mg L<sup>-1</sup> en la mayor parte del tiempo estudiado; la dosis mayor de fertilización se mantuvo casi siempre con una concentración superior al límite admisible. El lavado de nitratos se produjo por la coincidencia espacial y temporal de presencia del ión en el suelo y la ocurrencia de precipitaciones.

Luego de cuatro campañas de maíz se perdió un promedio el 17 % del N aplicado en ambos tratamientos. La macroporosidad del suelo contribuyó, en gran medida, al transporte de agroquímicos a través del perfil del suelo, logrando de ésta manera que se encuentre a profundidades donde las plantas ya no pueden utilizarlo nutricionalmente.

**Palabras clave:** Nitratos, Aguas subterráneas, Transporte, Fertilización, Argentina.

## REPELENCIA AL AGUA DE SUELOS Y DE PERFILES ARTIFICIALES ARENOSOS SOMETIDOS A TRATAMIENTOS TÉRMICOS

María Josefina Barros, Alicia E. Rendina y Alicia R. F. de Iorio

Facultad de Agronomía, UBA. Avda. San Martín 4453. Buenos Aires 1417 (Argentina).  
<josefinabarros@fibertel.com.ar>.

Diversas alteraciones en la materia orgánica del suelo (MOS) favorecen el desarrollo de repelencia al agua en suelos arenosos y en perfiles artificiales con base de arena de campos deportivos.

El objetivo de este trabajo fue generar condiciones de hidrofobicidad mediante tratamientos térmicos en sistemas constituidos por muestras de suelos de textura arenosa y por muestras de perfiles artificiales con base de arena y turba.

Se tomaron muestras superficiales (0- 30 mm) no repelentes al agua de suelos de: a) una pastura implantada en la que las especies predominantes eran *Cynodon* spp, *Trifolium* spp, *Bromus* sp. (localización: 34° S, 58° O); b) dos reforestaciones, una de *Pinus marítima* y otra de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. tereticornis* (localización: 34° S, 55° O); c) perfiles artificiales de greens de golf sembrados con *Agrostis stolonifera* var. *palustris*, (localización: 34° S, 58° O); y d) perfiles de arena y turba de greens de golf en construcción (localización: 34° S, 58° O). Se determinó el grado de hidrofobicidad y la persistencia de la repelencia al agua aplicando la prueba de penetración de la gota de agua (WDPT) sobre muestras inicialmente húmedas (>15%, humedad gravimétrica) en las que la temperatura se llevó hasta 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, 50 °C, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C y 600 °C.

Las muestras correspondientes a la reforestación de eucaliptos se transformaron en severamente repelentes al agua. La hidrofobicidad disminuyó al superarse los 100 °C, para desaparecer al alcanzarse temperaturas superiores a 300 °C. Ninguna de las muestras del suelo franco-arenoso bajo pastura, o del suelo arenoso de la plantación de pinos sometidas a tratamientos térmicos, manifestó hidrofobicidad. Las muestras de perfiles artificiales de arena y turba se transformaron en repelentes al agua y la persistencia de la hidrofobicidad aumentó con la temperatura hasta los 40 °C, para desaparecer entre 300 y 400 °C.

Los resultados indicaron que el calentamiento de un suelo podría tanto no tener consecuencias relacionadas con la capacidad para infiltrar agua, como producir repelencia que previamente no existía, así como intensificar o disminuir el fenómeno de hidrofobicidad. Altas temperaturas ambientales pueden producir las condiciones para que un suelo de textura arenosa se transforme en hidrofóbico, pero las mayores temperaturas alcanzadas durante un incendio forestal o de campo podrían eliminar la repelencia al agua del suelo.

**Palabras clave:** Repelencia al agua, Temperatura, Arena, Césped cultivado, Repoblaciones.

# PLOMO Y ZINC EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE BARCELONA (ESPAÑA)

J. Bech<sup>1</sup>, P. I. Tume<sup>2</sup>, P. Sánchez<sup>3</sup>, F. Reverter<sup>3</sup>,  
L. Longan<sup>1</sup>, T. Oliver<sup>1</sup> y A. Puente<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Edafología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona Avda. Diagonal 645, Barcelona (España). <jbech@ub.edu>.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297, Concepción (Chile).

<sup>3</sup> Departamento de Estadística, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda Diagonal 645, Barcelona (España).

Los datos sobre contenidos de metales pesados en suelos del área mediterránea son escasos y más aún sobre su distribución espacial. En la presente comunicación se exponen los valores “totales” de Pb y Zn de los suelos de la Provincia de Barcelona (enmarcado entre 41° 15’ y 42°20’ N y entre 5° 4’ y 6° 28’ E), lo que ocupa una superficie total de 7731 km<sup>2</sup>. La litología es variada: predominan los granitoides y esquistos paleozoicos en el E-SE y calizas, margas, dolomías y otras rocas sedimentarias Mesozoicas y Cenozoicas en el resto. La topografía es variada, con alturas que superan los 2500 m s.n.m. La vegetación dominante es la asociación *Quercetum ilicis gallo-provinciale* y los suelos mayoritarios son Cambisoles, Leptosoles, Luvisoles y Fluvisoles.

Siguiendo una retícula cuadrada de 5 km<sup>2</sup> se han recolectado 323 muestras superficiales de suelos (0-20 cm). Se determinaron los parámetros convencionales y metales totales. Se obtuvieron 318 valores de Pb y 319 de Zn, extraídos con “agua regia” y analizados mediante ICP-ES, Espectrómetro Poliscan 61E, según norma DIN 38414-S7. Los datos se trataron estadísticamente mediante los programas SPSS 12.0 y Statgraphics Plus 5.1. Se determinaron los valores de fondo y corrientes, realizándose una propuesta de valores “límite”. También, mediante el software ESRI Arc-View 9.0 versión Desktop se han realizado tres tipos de mapas de distribución de Pb y Zn, así como de clases texturales, pH, C orgánico, etc.

| Elemento | n   | Media | Desv. típ | Cv (%) | Asim. | Curt. | Mediana | MAD  | Mín  | Máx |
|----------|-----|-------|-----------|--------|-------|-------|---------|------|------|-----|
| Zn       | 319 | 76,6  | 63,5      | 82,8   | 5,25  | 40,0  | 63,5    | 17,4 | 11,1 | 714 |
| Pb       | 318 | 52,2  | 46,3      | 88,8   | 4,84  | 35,6  | 46,0    | 15,5 | 2,8  | 486 |

Se realizaron leyendas de los mapas de datos “directos” y “suavizados” de Pb y Zn, usando percentiles de 5, 25, 50, 75, 90, 98 deducidos de los análisis exploratorios de los datos. Así se designaron siete clases son: 1ª (< 5 %), 2ª (5-25 %), 3ª (25-50 %), 4ª (50-75 %), 5ª (75-90 %), 6ª (90-98 %)

y 7ª (> 98 %). Para los mapas de valores “suavizados” se ha utilizado el método de la interpolación mediante la ponderación de la distancia inversa (IDW). Un tercer mapa, basado en límites “administrativos”, se realizó para ser útil a la Autoridades medioambientales.

Los resultados más destacados son:

El percentil 98 del Zn es 250 mg kg<sup>-1</sup> y sólo seis valores fueron superiores a este umbral. Ninguno de estos valores superó 720 mg kg<sup>-1</sup> (valor C “nuevo” de la Escala Holandesa).

El percentil 98 del Pb es 150,4 y sólo otros seis valores fueron superiores a este umbral. Ninguno de los valores hallados superó el límite 530 mg kg<sup>-1</sup> (valor C “nuevo” de la Escala Holandesa).

**Palabras clave:** Distribución, Pb, Zn, Suelos, Contaminación, Barcelona.

## TRANSPORTE DE ATRAZINA Y BROMURO EN HORIZONTES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES DE DOS SUELOS DE ARGENTINA

Francisco Bedmar<sup>1</sup>, José Luis Costa<sup>2</sup> y Peter E. Daniel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, C.C. 276, Balcarce 7620 (Argentina). <fbedmar@balcarce.inta.gov.ar> y <pdaniel@balcarce.inta.gov.ar>.

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, C.C. 276, Balcarce 7620 (Argentina). <jcosta@balcarce.inta.gov.ar>.

Los plaguicidas constituyen herramientas importantes en la agricultura moderna. Sin embargo, si abandonan su zona de acción podrían causar efectos ambientales perjudiciales. La contaminación del agua subterránea representa uno de los efectos más nocivos. La elevada frecuencia de casos de contaminación ha creado la necesidad de comprender mejor los factores que controlan el comportamiento y transporte de los plaguicidas.

El objetivo del trabajo fue estudiar el transporte vertical del herbicida Atrazina y bromuro como soluto no reactivo, a través de horizontes superficiales y subsuperficiales de suelos de dos localidades de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). A tal fin, se realizó una experiencia con columnas de suelo no perturbadas de 15 cm de profundidad de los horizontes A, B y C de General Alvarado (GA) y Tres Arroyos (TA). El contenido de C orgánico del suelo de GA fue de 38, 13 y 2 mg g<sup>-1</sup> para los horizontes A, B y C respectivamente, mientras que para TA fue de 19, 12 y 3 mg g<sup>-1</sup> para los horizontes A, B y C respectivamente. El experimento se realizó bajo flujo no saturado y constante de 0,552 cm h<sup>-1</sup>. La cuantificación de Atrazina en el lixiviado se realizó por medio de cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

Los resultados indicaron que la lixiviación de bromuro fue más rápida que la de Atrazina. Las curvas de paso de bromuro en los horizontes A y B de los suelos de GA y TA fueron en general levemente asimétricas, mientras que las del horizonte C presentaron mayor grado de simetría, todo lo cual denotó condiciones de no equilibrio y equilibrio respectivamente. Se encontró efecto de interacción suelo x horizonte para el momento de ocurrencia de las máximas concentraciones relativas de bromuro. Tras el ajuste de la ecuación de convección dispersión (CDE) mediante el programa CXTFIT (versión 2.1), se determinaron los parámetros de transporte V (velocidad) y D (dispersión hidrodinámica), encontrándose que V no difirió entre suelos, horizontes o en la interacción suelo x horizonte, mientras que D presentó efecto de interacción. En lo referente a la Atrazina se observaron, en general, curvas de paso sesgadas hacia la izquierda y de forma asimétrica, indicando

un comportamiento de no equilibrio relacionado a una cinética de adsorción de lenta velocidad. En ambos suelos se produjo un lento pasaje de Atrazina a través del horizonte *A*, con liberación de concentraciones muy inferiores respecto de los horizontes *B* y *C*. En el horizonte *C* de ambos suelos y en el *B* de GA la Atrazina alcanzó rápidamente su pico de concentración, lo que indicaría un rápido pasaje a través del horizonte. Los resultados obtenidos para Atrazina se podrían explicar en gran medida por la distribución del contenido de materia orgánica de los horizontes, en especial en el horizonte *A*, por lo que suelos con mayor contenido de materia orgánica (como el de GA), representarían un mayor impedimento para el transporte de este herbicida. Se concluye que la retención en los coloides regula en gran medida, el movimiento de los herbicidas. Se discute la implicación de los resultados.

**Palabras clave:** Transporte, Suelo, Atrazina, Bromuro, Contaminación.

## DEGRADACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO Y AGUA EN LA CUENCA PRINCIPAL QUE ABASTECE AGUA A LA CIUDAD DE MORELIA (MICHOACÁN, MÉXICO)

**M. Bravo-Espinosa<sup>1</sup>, F. García-Oliva<sup>2</sup>, C. Prat<sup>3</sup>, L. Medina-Orozco<sup>4</sup>,  
B. Serrato-Barajas<sup>1</sup>, M. Nava-Mendoza<sup>2</sup>, R. Velásquez-Durán<sup>2</sup>  
y J.M. Guerrero-Bazán<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> INIFAP, Morelia, Michoacán.

<sup>2</sup> CIECO-UNAM, Morelia, Michoacán

<sup>3</sup> IRD-Francia

<sup>4</sup> C. P. de Montecillo, Texcoco

<sup>5</sup> UAP-Puebla, Puebla (México). <bravo\_miguel@infosel.net.mx>.

El crecimiento de la población y su concentración en ciudades está generando mayores demandas de servicios ecosistémicos, entre ellos, el agua y la producción de alimentos. Este crecimiento urbano, sin embargo, ocurre a expensas de la ocupación y modificación de las áreas de captación de agua de las cuencas en que se asientan las ciudades. Lo anterior es aplicable a la ciudad de Morelia (Michoacán, México), donde el 30% del agua que utiliza ésta se genera en la cuenca de Cointzio, ubicada al sur de Morelia. En esta cuenca de 600 km<sup>2</sup> el uso de las tierras es agrícola y forestal, pero los estragos de la erosión evidencian su mal manejo, generando además un impacto en la cantidad y calidad del agua. Consecuencia de la degradación de esta cuenca es que, la planta potabilizadora de Santa María en Morelia vierte al Río Chiquito alrededor de 20 t día<sup>-1</sup> de sedimentos, a pesar de que existen dos presas que funcionan aguas arriba como trampas de sedimentación (presas de Umécuaro y de Cointzio).

El objetivo de este trabajo es presentar avances de los procesos de degradación químicos y biológicos del suelo y agua en la cuenca de Cointzio. Los trabajos de campo se realizaron en los dos tipos predominantes de suelo (Andosoles y Acrisoles), asumiendo que presentan procesos y susceptibilidades distintas a la degradación. En cada tipo de suelo se establecieron cuatro parcelas de escurrimiento con diferentes tratamientos de manejo agrícolas: Tradicional (T), Orgánico (O), Mejorado (M) y Año-Vez (AV). Cada parcela está instrumentada con equipos electrónicos para captar y cuantificar el escurrimiento y el arrastre de suelo; asimismo, se registran variables climáticas. Después de cada evento de lluvia que generó escurrimiento se colectaron muestras de agua de lluvia y escurrimiento y se determinaron la concentración de sedimentos suspendidos y realizaron análisis químicos, según corresponda. Para facilitar la extrapolación de resultados de la escala parcela experimental al nivel de cuenca se equiparon dos sub-cuencas con dominancia

de los suelos antes mencionados. En éstas se midió la cantidad y calidad de agua, así como el transporte de sedimentos.

El porcentaje de lluvias  $>25 \text{ mm h}^{-1}$ , potencialmente erosivas, fluctuó de 15% en 2003 a 24% en 2004. En promedio los Andosoles produjeron mayor escurrimiento que los Acrisoles. Los resultados corresponden a los Acrisoles, dado que son los suelos con mayor información. El manejo del suelo que generó mayor escurrimiento es el de AV, principalmente por la consolidación del suelo y compactación que reducen la infiltración. Estos procesos ocurren porque con el manejo AV, durante el barbecho corto de un año, el suelo se compacta por efecto del pastoreo de bovinos. A pesar de que el tipo de cobertura vegetal afectó las pérdidas de suelo todos los valores fueron menores que los permisibles ( $2,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). Los contenidos de N total y P asimilable (Bray) en el suelo no se modificaron por efecto de los tratamientos; sin embargo, el contenido de C orgánico del suelo aumentó ligeramente en el tratamiento O. Las mayores pérdidas de nutrimentos en el agua de escurrimiento son de N, P y cationes intercambiables, lo cual sugiere el empobrecimiento gradual del suelo y la contaminación del agua. Con base en estos resultados preeliminares se establece que el manejo que se hace en la cuenca de Cointzio puede inducir la degradación del suelo y, con ello, afectar la cantidad y calidad del agua que recibe la ciudad de Morelia. Por lo que es muy importante comprender las interacciones ambientales y socio-económicas entre la ciudad y sus áreas rurales circundantes.

**Palabras clave:** Andosoles, Acrisoles, Erosión, Escurrimiento.

## BASE DE DATOS GEORREFERENCIADOS DE SUELO Y MEDIO AMBIENTE. LA EXPERIENCIA DE *Valsol* (IRD, FRANCIA)

**Michel Brossard, Hervé Le Martret y Alain Beaudou**

*IRD, Unité Valpédo, B.P. 64501, Montpellier cedex 5 (Francia). <brossard@mpl.ird.fr>.*

Los edafólogos del *Orstom* y del *IRD* (Francia) han producido y acumulado durante largos años abundantes datos e informaciones, particularmente durante prospecciones de campo, que les han permitido establecer mapas de suelos. En América Latina estos trabajos fueron desarrollados en colaboración con los servicios nacionales de Venezuela, Ecuador, Argentina. Actualmente se trabaja en asociación con colegas del *EMBRAPA* de Cerrados en Brasil.

La evolución de los instrumentos y métodos han modificado considerablemente en los últimos 20 años el modo de adquirir, de restituir, pero también de analizar e interpretar los datos. Para tratar de responder a esas necesidades, numerosas bases de datos de suelos, georeferenciadas o no, han sido creadas en diversos países.

El modo de trabajo con los datos en estos sistemas va depender de su accesibilidad, de la posibilidad de pasar fácilmente a trabajos de modelización o de simulación afín de conocer mejor y entender los componentes y los procesos de funcionamiento de los sistemas terrestres, evidentemente nuevas vías de investigación deben proponerse con estos métodos de trabajo.

Para los primeros bancos de datos de suelos se establecía que debían ser descriptivos, tener datos cuantitativos situados en dimensión espacial (unidades cartográficas) o bien, contener datos que describan y especifiquen las propiedades del perfil de suelo en una posición espacial y temporalmente conocida. Más allá de la necesidad de rescatar datos, priva la necesidad de poder usarlos en aproximaciones comparativas. Los bancos de datos de suelos producidos en ciertos países del “norte” no se adaptan necesariamente a la descripción y transcripción de ambientes tropicales y son mas bien dedicados a grupos de “especialistas o expertos”.

Nuestro grupo escogió desarrollar la base de datos *VALSOL* <<http://www.mpl.ird.fr/valpedo/>> asociada a la base de conocimiento *MIRURAM* <<http://www.mpl.ird.fr/valpedo/miruram/index.htm>> apoyándose en las herramientas, sin aranceles, y las interfaces *Web* para facilitar el trabajo con los colegas. Pretendemos presentar nuestra experiencia y sus perspectivas.

**Palabras clave:** Base de datos, Edafología, S.I.G., Suelo, WEB.

## CONTENIDO DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EN SUELOS DEL PARQUE RECREATIVO Y CULTURAL DESIERTO DE LOS LEONES (MÉXICO)

**C. Castro Barrales<sup>1</sup>, A. Trinidad Santos<sup>2</sup>, L. I. Bauer<sup>2</sup> y R. Carrillo González<sup>2</sup>**

*Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados de Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco 56230 (México). <trinidad@colpos.mx>.*

Los bosques del Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones (México) han sufrido durante las últimas dos décadas una degradación forestal severa. Se cree que uno de los factores que contribuyen a este proceso es la exposición del bosque a los vientos contaminados procedentes de la Ciudad de México.

El propósito de este trabajo fue determinar el grado de contaminación de los suelos del Parque Desierto de los Leones por elementos potencialmente tóxicos (EPT: Cd, Pb, Ni y Zn).

Para lograrlo se recolectaron muestras de suelo de seis sitios en el Parque y cuatro sitios en el Volcán Tláloc como muestras de referencia por ser un área no contaminada. Se hizo un muestreo sistemático de suelos, abriendo perfiles y muestreándolos por horizontes para la caracterización física y química de los suelos y análisis de los EPT. En los mismos sitios se obtuvieron cuatro muestras compuestas cada 5 cm hasta -20 cm de profundidad de 8 puntos ubicados radialmente al perfil. Se determinó el contenido de EPT totales y extraíbles. Los EPT totales se analizaron por digestión con  $\text{HNO}_3$  4N por 6 horas, y los EPT extraíbles por extracción ácida con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.05N y HCl 0.025N. Los extractos se leyeron en un equipo de espectrofotometría de plasma (ICP-OES, Varian).

Los resultados indicaron que las concentraciones totales y extraíbles de los elementos analizados en los suelos del Desierto de los Leones son significativamente mayores que en el Volcán Tláloc. Los sitios con mayor concentración de EPT fueron Cementerio, Cruz Blanca y Cruz de Coloxtitlas, que son lugares con exposición directa a la fuente de contaminación (Noreste y Oeste). Las concentraciones de los EPT totales en el Parque fueron mayores significativamente ( $p \leq 0.001$ ) en los primeros 10 cm de profundidad para Pb total (79,14 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) y Zn total (253,46 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) en comparación con las encontradas en el Volcán Tláloc (Pb total 15,67 mg  $\text{kg}^{-1}$  y Zn total con 74,51 mg  $\text{kg}^{-1}$ ). Las concentraciones de EPT extraíbles fueron en su mayoría bajas o trazas, tanto en los suelos del Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones como en los suelos del Volcán Tláloc. Todos estos elementos analizados no superaron los valores considerados normales según la Comunidad Europea y Canadá. También se encontró una alta correlación de Pb

y Zn con la MOS y la capacidad de intercambio catiónico con un coeficiente de determinación superior a 0,90.

Se concluye que el Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones efectivamente tiene mayores concentraciones de EPT que los suelos del Volcán Tláloc. El Pb y Zn fueron los elementos que se encontraron en mayores concentraciones en el Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones. Las concentraciones de EPT extraíbles fueron bajas o trazas tanto en el Parque Recreativo como en el Volcán Tláloc. La MOS y la capacidad de intercambio de cationes se relacionaron en forma altamente significativa con los valores de Pb y Zn extraíbles, es decir, a mayor contenido de MOS y mayor capacidad de intercambio de cationes los valores de Pb y Zn extraíbles disminuyeron en el Parque.

**Palabras clave:** Declinación, Contaminación, Suelos forestales, Metales pesados, México.

## CALIDAD DEL SUELO EN UNA TOPOSECUENCIA AFECTADA POR DEFORESTACIÓN EN ATÉCUARO (MICHUACÁN, MÉXICO)

Sara Covaleta<sup>1</sup>, Juan F. Gallardo<sup>1</sup>, C. Prat<sup>2</sup> y Jorge D. Etchevers<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Aptado. 257, Salamanca 37071 (España). <jgallard@usal.es>.

<sup>2</sup> I.R.D. / CENAPROS, Morelia, Michoacán 58090 (Mexico).

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduado de Montecillo, Texcoco 56230 (Mexico). <jetchev@colpos.mx>.

En la microcuenca de Atécuaro (Michoacán) el abandono de tierras de cultivo y la creciente extracción clandestina de madera han provocado una disminución de la cobertura vegetal y un aumento de la superficie del suelo afectada por fenómenos erosivos. La “calidad del suelo” ha sido definida como “la capacidad que tiene éste para funcionar adecuadamente dentro de un ecosistema”. Cada función del suelo es el resultado de la interacción de propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales son susceptibles de ser empleadas como indicadores de calidad siempre que puedan ser medidas cualitativa o cuantitativamente e informen sobre que tan adecuadamente funciona el suelo. Por otra parte, el marco MESMIS define un conjunto de atributos generales empleando una perspectiva sistémica, de tal forma que los indicadores se derivan de cada estudio en concreto y para cada sistema en particular, lo cual es una innovación importante respecto al enfoque tradicional.

Los indicadores propuestos por MESMIS deben estar relacionados con atributos de sostenibilidad como son la productividad, estabilidad y resiliencia en relación a la calidad edáfica.

El objetivo de este Trabajo consiste en evaluar la calidad edáfica a lo largo de una toposecuencia sobre zona forestal sometida a continua extracción de madera en la microcuenca de Atécuaro (Michoacán); con ese fin se estudiarán una serie de indicadores seleccionados en función de los puntos críticos identificados en el sistema y de características que valoren el funcionamiento edáfico.

El área de estudio es una toposecuencia localizada en la microcuenca de Atécuaro, la cual se sitúa al S de la cuenca de Cuitzeo, en el Estado de Michoacán (19°33'05" y 19°37'08" N y 101°09'00" y 101°15'07" W).

En la toposecuencia de Atécuaro los puntos críticos identificados fueron: 1) la deforestación, 2) la retención aniónica del suelo y 3) el riesgo de erosión por pérdida de cobertura vegetal. Los indicadores seleccionados para cuantificar estas limitaciones fueron: 1) la densidad del arbolado y estimación visual de la deforestación; 2) el pH en H<sub>2</sub>O, en KCl y en NaF y retención de fosfatos; 3) la estimación visual del riesgo de erosión. En cuanto a las funciones del suelo se seleccionaron una serie de indicadores propuestos previamente

por otros autores y algunos más que se consideraron de interés: COS, C/N, P extraíble Bray, PSB, CIC, densidad aparente (Da), contenido de arcilla, materia orgánica macroscópica (MOM), profundidad del horizonte O, respiración del suelo y resistencia a la penetración. Con el fin de conocer los puntos que presentan características más próximas entre sí se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP).

Algunos de los indicadores estudiados (COS, PSB, CIC, MOM, Da y resistencia a la penetración) establecieron diferencias a lo largo de la toposecuencia. Sin embargo, otras propiedades (C/N, retención de fosfatos, P asimilable y pH en NaF) mantuvieron valores más o menos constantes en todos los puntos, lo que indica la existencia de características inherentes comunes a los suelos del área. Los primeros puntos de la toposecuencia y, a su vez, los más alejados del pueblo de Atécuaro son los que presentan una mejor salud en las funciones del suelo, siendo su nivel de deforestación y erosión poco acusado todavía. En los puntos más bajos, la extracción selectiva de madera hacia el género *Pinus* es más acusada, lo que ha provocado una degradación de las características edáficas evaluadas.

**Palabras clave:** Catena, Impacto antrópico, Calidad del suelo, México, Deforestación.

## ADSORCIÓN Y DESORCIÓN COMPETITIVA DE METALES PESADOS POR ÓXIDOS DE HIERRO Y MANGANESO

E. F. Covelo, F. A. Vega y M. L. Andrade Couce

*Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Lagoas. Marcosende. Vigo 36310 (España). Tel: 986812630. <emmaf@uvigo.es> y <mandrade@uvigo.es>.*

Diversas fuentes contaminantes pueden hacer que diversos metales pesados lleguen a estar disponibles simultáneamente en los suelos, lo cual influirá decisivamente en la posibilidad de transferencia conjunta a otros compartimentos del ecosistema. Los óxidos y oxihidróxidos, junto con la materia orgánica y los minerales de la arcilla son los principales componentes que controlan los procesos que regulan la reactividad, movilidad y bioasimilabilidad de los metales en suelos. Se han realizado muchos trabajos sobre la adsorción de un metal pesado por diversos materiales del suelo; sin embargo, cabe esperar que la adsorción de una mezcla de iones metálicos estará fuertemente afectada por la competencia entre ellos. Aunque se han realizado importantes investigaciones de reacciones de adsorción competitiva en minerales puros, la mayoría están limitados a dos o tres metales, como máximo. Por todo ello, para evaluar el papel que desempeñan los óxidos del suelo en la adsorción competitiva de metales pesados y, de acuerdo con las investigaciones de diversos autores, se sintetizaron el laboratorio óxido de Fe y de Mn. El primero es el precipitado resultante de la adición de hidróxido sódico a una disolución de cloruro férrico. Una vez analizado, el producto obtenido fue  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de un 96% de riqueza. El óxido de manganeso se obtuvo mediante una lenta adición de peróxido de hidrógeno a una disolución de permanganato potásico y el producto obtenido fue  $\text{MnO}_2$  de un 97% de riqueza. En estos dos materiales se realizaron experiencias de adsorción y desorción competitiva de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn. Para esto, se pesaron 12 g de cada material al que se añadieron 200 mL de disolución de nitratos de los seis metales de concentraciones comprendidas entre 5 y 400 mg L<sup>-1</sup> tamponadas a pH 4,5 con una disolución de acético y acetato sódico 0,02 M. Cada una de las disoluciones contenía idéntica concentración de cada uno de los metales. Las experiencias de desorción se realizaron con los sólidos resultantes del proceso de adsorción que fueron tratados con la disolución de acético y acetato sódico 0,02 M.

Las isotermas de adsorción y desorción obtenidas permiten deducir que el Pb es el metal adsorbido y retenido en mayor cantidad por el óxido de Fe; sin embargo las cantidades adsorbidas y retenidas de este metal aumentan muy poco a medida que lo hace la concentración de la disolución añadida y no parecen manifestarse competencias con otros metales por los lugares de adsorción. Cr, Cu, Ni y Zn apenas son adsorbidos y, por lo tanto, retenidos

por este óxido. El óxido de Mn, por el contrario, adsorbe y retiene cantidades importantes los diferentes metales presentes en la disolución añadida. Destacan la adsorción y retención de Cu y Pb; ambos son fijados fuertemente ya que no son desorbidos tras el proceso de desorción. Mediante el coeficiente de distribución  $K_{d100}$  se elaboraron las secuencias de selectividad de adsorción y retención y se dedujo que el óxido de Mn adsorbe y retiene preferentemente Pb y Cu, que ocupan las dos primeras posiciones en las secuencias de selectividad. En la de adsorción el tercero y cuarto son, por este orden, Zn y Cr, con valores similares de sus coeficientes de distribución, y en la de retención el Cr precede al Zn. Sin embargo el óxido de Fe adsorbió preferentemente Pb y Cd con un valor mucho menor de  $K_{d100}$ . El resto de los metales no fueron adsorbidos ni retenidos por el óxido de Fe, con la única excepción de la adsorción de una pequeña cantidad de Zn que no quedó retenida tras el proceso de desorción. Los resultados obtenidos, permiten estimar el papel que tienen los óxidos libres de hierro y manganeso presentes en los suelos en la adsorción y desorción competitiva de los metales pesados objeto de estudio, sobre todo en su retención y, de entre ellos, sobre todo el Pb, Cu y Cr por el óxido de Fe y Pb, Cr y Cd por el de Mn.

**Palabras clave:** Metales pesados, Óxidos, Adsorción, Desorción.

# EROSÃO HÍDRICA EM POVOAMENTOS FLORESTAIS RECENTEMENTE INSTALADOS: ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

**T. de Figueiredo<sup>1</sup>, F. Fonseca<sup>1</sup>, A. Guerra<sup>1</sup>, C. Nogueira y A. Martins<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dep. de Geociências, Escola Superior Agrária de Bragança, Campus de St. Apolónia, ap. 172, Bragança 5301-855 (Portugal). Telefon.: 273 303253, Fax: 273 325405. <tomasfig@ipb.pt>.

<sup>2</sup> Dep. Edafologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, Vila Real 5001-911 (Portugal). Telefon.: 259 350209, Fax 259 350480. <amartins@utad.pt>.

O abandono de solos utilizados na actividade agrícola e a sua conversão em solos florestais, com aplicação de técnicas de preparação do terreno, mais ou menos intensivas e pouco apoiadas em resultados experimentais, tem conduzido a impactes negativos, salientando-se a perda de fertilidade e de solo por erosão hídrica. A erosão hídrica constitui um problema que acarreta elevados prejuízos do ponto de vista económico, social e ambiental. No sistema tradicional de preparação do terreno, os processos de erosão hídrica são muito limitados em intensidade e duração. Pelo contrário, com os sistemas mecanizados estes processos podem ser intensos, inclusivamente perdurarem por três a quatro anos após as mobilizações.

Com o objectivo de comparar a sua eficiência no controlo da erosão, aplicaram-se 5 técnicas de preparação do solo (tratamentos) na instalação de um povoamento misto (*Pseudotsuga mensiezii* e *Castanea sativa*), em Macedo de Cavaleiros, (Norte de Portugal), a cerca de 700 m de altitude, acompanhando-se o escoamento superficial e a produção de sedimento num período de dois anos.

O delineamento experimental incluiu 3 blocos, correspondendo a diferentes situações topográficas (planalto, encosta de declive moderado, encosta de declive acentuado), onde foram distribuídos aleatoriamente os tratamentos em parcelas com 375 m<sup>2</sup> cada. Na instalação do povoamento utilizaram-se os seguintes tratamentos: (1) plantação à cova sem mobilização prévia (SMPC); (2) ripagem contínua seguida de passagem com ripper equipado de aivequilhos (RCAV); (3) sem ripagem prévia e armação do terreno em vala e câmoros (SRVC); (4) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmoros (RLVC); (5) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmoros (RCVC); e ainda dois tratamentos testemunha: (6) testemunha, terreno original (TSMO); (7) testemunha de erosão, ripagem contínua no sentido do maior declive (TERO). A água de escoamento e o sedimento transportado, foram colhidos e quantificados após cada período de precipitação (evento) em micro-parcelas de cerca de 2,5 m<sup>2</sup> de área, com duas repetições por tratamento e bloco. A avaliação da qualidade do sedimento produzido teve por base a determinação

analítica de parâmetros físicos e químicos de amostras compósitas referentes aos períodos Primavera/Verão e Outono/Inverno. Os resultados apresentados referem-se aos primeiros vinte eventos, num total de cerca de 1800 mm de precipitação nos dois anos.

O escoamento superficial e a produção de sedimento na situação original (TSMO) foram em média de 3,4 mm e 11,6 g m<sup>-2</sup>, por ano, respectivamente. Nas áreas submetidas a preparação do terreno e plantadas, os valores médios foram superiores 2,5 a 7 vezes, no caso do escoamento, e 5 a 11,5 vezes, na produção de sedimento. Os índices de erosividade que melhor explicam a produção de sedimento e o escoamento superficial são coincidentes nos períodos Primavera/Verão, estando estas variáveis bem correlacionadas com a intensidade da precipitação no período de uma hora. Por outro lado, nos períodos Outono/Inverno não existe uma relação clara entre os índices de erosividade e a produção de sedimento, sendo que grande parte do escoamento é explicado pelo total de precipitação por evento e pela intensidade da precipitação no período de uma hora. A granulometria e a concentração de elementos químicos no sedimento, de um modo geral, é idêntica à da matriz original do solo no período Primavera/Verão, aumentando esta última consideravelmente no período Outono/Inverno. No entanto, dado que a produção de sedimento e o escoamento superficial se encontram dentro de limites toleráveis, o impacto das diferentes técnicas de preparação do solo foi pouco expressivo. Ainda que a produção de sedimento e escoamento superficial tendam a aumentar com a intensidade da mobilização do solo, efeitos locais, ao nível da micro-parcela, como o declive, a rugosidade superficial, pedregosidade superficial e coberto vegetal contribuem notoriamente para explicar os resultados obtidos.

**Palavras chave:** Erosão hídrica, Produção de sedimento, Escoamento superficial, Solos florestais, Portugal.

## LIBERAÇÃO DE MICRONUTRIENTES DE UMA ESCÓRIA DE SIDERURGIA APLICADA EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (BRASIL)

**Renato de Mello Prado<sup>1</sup>, William Natale<sup>2</sup> y Francisco Maximino Fernandes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal 14870-000 (SP, Brasil). <rmprado@fcav.unesp.br>.

<sup>2</sup> Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Jaboticabal (Bolsista do CNPq).

<sup>3</sup> Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/Unesp.

Além do seu papel conhecido na correção da acidez do solo, a escória de siderurgia poderá constituir fonte de micronutrientes importante. Com o objetivo de verificar o efeito da aplicação da escória de siderurgia, em área cultivada com cana-de-açúcar, sobre a transferência de micronutrientes para o solo conduziu-se um experimento de campo, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, aplicando-se escória de siderurgia em quatro doses: zero; 3,0; 6,1 e 9,3 t ha<sup>-1</sup>, equivalentes a zero; 1,23; 2,52 e 3,80 t ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>, incorporada na camada de 0-20 cm, em pré-plantio da cana-de-açúcar. Determinaram-se as concentrações de B (método da água quente) e Fe, Mn, Cu e Zn extraídos com solução de DTPA 0,005 mol L<sup>-1</sup> pH 7,3, aos 12 e 24 meses após a aplicação.

A escória de siderurgia promoveu efeito favorável na disponibilidade de Fe, Cu, B e Zn do solo. Houve efeito quadrático na concentração de Fe, Mn, Cu e Zn, e linear no B disponível no solo. Esse efeito quadrático, por sua vez, esteve associado ao valor pH e à saturação por bases superiores a 6,0 e 72 %, respectivamente, com exceção do Fe. A escória de siderurgia, como corretivo de acidez do solo e como fonte de micronutrientes, é adequada para ser utilizada visando a elevação da saturação por bases do solo até 70-80%.

**Palavras chave:** Resíduo siderúrgico, Micronutrientes, pH, Saturação por bases, Cana-de-açúcar.

## CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO EDÁFICO DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN FITOGEOGRÁFICA DEL ESPINAL ENTRERRIANO (ARGENTINA)

**Antonio De Petre**

*Facultad de Ciencias Agropecuarias de Paraná (UNER, Argentina). <dp3@fca.uner.edu.ar>.*

La fertilidad del suelo es la capacidad del mismo para soportar el crecimiento y desarrollo de las plantas bajo determinadas condiciones climáticas y ambientales. Este criterio, es la mayoría de las veces verificable en función de los nutrientes asimilados por las plantas.

En ecosistemas naturales la fertilidad se mantiene por una constante interacción entre el suelo y las comunidades de plantas, manifestándose un elevado reciclado interno.

Si la producción es sustentable puede mantenerse la restauración de la fertilidad. Esto depende fundamentalmente de los procesos biológicos que se desarrollen en el suelo y en relación fundamental de:

Condiciones de adaptación del germoplasma a las adversas condiciones edáficas.

Aumento de la reserva de materia orgánica potenciando la actividad biológica

Optimización de los ciclos nutricionales para reducir los insumos maximizando la eficiencia de su uso.

Delineando planes de manejo de uso sostenible en tierras marginales.

Mejorar los germoplasmas para producir la biodiversidad de plantas que se adapten a suelos con restricciones físicas reversibles.

En la región fitogeográfica del Espinal (correspondiente a la Prov. Entre Ríos, Argentina) el efecto de las especies arbóreas tales como los *Prosopis nigra* (Algarrobo), *Prosopis affinis* (Ñandubay) y *Acacia caven* (Espinillo) sobre Vertisoles, define situaciones edáficas-nutricionales favorables relacionadas fundamentalmente con el retorno de nutrientes necesario para el desarrollo vegetal (Ca, P, N, Mg, K, etc.)

Es importante destacar que el efecto árbol es determinante de la susceptibilidad del sistema.

El muestreo de los suelos se realizó en forma aleatoria y secuencial, monitoreándose la variabilidad del recurso por su posición en el paisaje. Las muestras se extrajeron repetitivamente en dos situaciones aéreas: 1) Bajo la canopia arbórea y 2) Fuera de la influencia de los árboles. Este proceso se reiteró al año de la primera extracción.

La materia orgánica edáfica constituye la más importante condición de los suelos involucrados. La concentración de los detritus está condicionada por el aporte húmico. La concentración de P asimilable resalta la importancia del bosque en el aporte orgánico de este elemento ( $8,05 \text{ mg kg}^{-1}$ ) aunque está ligeramente por debajo del límite crítico para este elemento, es significativa para estos suelos, ya que los valores normales no superan valores de más de  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ .

El N total, está íntimamente relacionado con el contenido de materia orgánica edáfica ( $3,26 \text{ mg g}^{-1}$ ;  $2,44 \text{ mg g}^{-1}$ ).

Las características superficiales de los suelos estudiados son relativamente prometedoras si se establecieran pautas de manejo racional.

La ruptura del equilibrio del ecosistema inducida por la desaparición del bosque puede afectar notoriamente a los suelos de estudio debido a procesos de erosión hídrica en forma laminar que originan surcos y/o cárcavas. La gran aptitud productiva que tienen los mismos, de acuerdo a los parámetros medidos, irá decreciendo notoriamente afectando de manera negativa su calidad e impactando en consecuencia al pequeño productor que obtiene su recurso de subsistencia de los productos aportados por el ecosistema que lo contiene.

**Palabras clave:** Bosque nativo, Vertisol, Materia orgánica edáfica.

## PATRÓN DE ACUMULACIÓN DEL P ORGÁNICO EN UN ULTISOL DE SABANA FERTILIZADO CON ENMIENDAS ORGÁNICAS

Nayarit Díaz<sup>1</sup>, William Meléndez<sup>2</sup> y Alonso D. Ojeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencia, Instituto de Zoología Tropical, AP 47058, Los Chaguaramos, Caracas 1041-A (Venezuela). <aojeda@strix.ciens.ucv.ve>.

<sup>2</sup> Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias de la Tierra, Los Chaguaramos, Caracas 1041-A (Venezuela).

Una alta proporción de los suelos del bioma sabanas presentan deficiencias de P disponible, identificado como principal limitante de la producción primaria y secundaria en dichos ecosistemas. Ello es común suelos altamente meteorizados, con altos contenidos de óxidos e hidróxidos de Fe y Al se debe al predominio de fenómenos de adsorción específica de P. De ahí la importancia que diversos autores le han otorgado al manejo de la fertilidad fosfórica y muy particularmente a las fracciones orgánicas de P en estos suelos.

Con este objetivo se estableció un experimento con portadores orgánicos e inorgánicos de P. El ensayo se realizó en sabanas localizadas a 6°10' N y 67° 17' O (Municipio Cedeño, Edo. Bolívar, Venezuela). El suelo es un Ultisol caracterizado por un alto contenido de arenas, pH 4,5, bajos contenidos de bases intercambiables, muy bajos contenidos de COS y de P disponible. Los tratamientos tres veces replicados y distribuidos aleatoriamente incluyeron: Control (S), sin enmiendas, abono orgánico de origen animal (Ao) obtenido de 10 novillos, alimentados 5 días con 5 kg de roca fosfórica molida y 20 kg *Cynodon sp* y abono verde (Av) *Imperata contracta*, una gramínea reconocida por su capacidad colonizadora en bosques intervenidos. Se procedió a la selección de los intervalos de tamaños de agregados que incluyeron: 425-250, 125-63 y  $\leq 38 \mu\text{m}$ . Un procedimiento de extracción secuencial de P sirvió para discriminar las formas orgánicas de P (resistentes y potencialmente mineralizables) de las formas inorgánicas de P (solubles o precipitadas sobre óxidos e hidróxidos de Fe y Al).

Los resultados enfatizan la importancia de la protección física de las partículas más finas del suelo y la necesidad de inducir cambios en el estado de agregación de estas partículas para limitar las pérdidas aceleradas de la fracción del suelo más enriquecida y, de esta forma, conservar la fertilidad natural en estos suelos. La mineralización del P orgánico ocurrió principalmente en los intervalos de partículas más grandes, en contraste con los fenómenos de inmovilización de P que parecen predominar en los intervalos de las partículas más pequeñas.

**Palabras clave:** Fósforo orgánico, Sabana, Enmiendas orgánicas, Ultisuelo, Venezuela.

## IMPACTO DE UNA EXPLOTACIÓN MINERA DE URANIO EN LA DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS

**J. A. Egido Rodríguez y M. I. González Hernández**

*Unidad Docente de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Salamanca (España).  
<jaero@usal.es> y <mimg@usal.es>.*

La contaminación por metales pesados con su considerable impacto sobre el suelo es causada, en su mayor parte por las actividades mineras (Alloway, 1990). En determinadas circunstancias estos contaminantes son muy solubles y fáciles de transformar, de manera que están biodisponibles en el suelo y en aguas cercanas, superficiales o de infiltración, y pueden pasar a animales y vegetales causándoles graves efectos tóxicos (Navarro *et al.*, 2004).

Partiendo de este hecho se propuso analizar las características físicas y químicas de los suelos de esta zona y de los depósitos de estériles que han sido revegetados, así como de las aguas almacenadas en las cortas dentro de la instalación minera. El objetivo de este trabajo fue conocer el impacto producido por los metales pesados procedentes de la explotación minera sobre las características edáficas e hidrológicas de la zona. El estudio se realizó dentro de las instalaciones de la que fuera una mina de U a cielo abierto donde actualmente se están haciendo labores de restauración en sus terrenos. Se encuentra localizada al Oeste de la provincia de Salamanca a 90 Km. de la capital y aproximadamente a 10 Km. de Ciudad Rodrigo (España), en los términos municipales de Saelices el Chico y Carpio de Azaba, siendo conocida como mina Fe. La mineralización del U en esta zona ha sido fechada entre el Precámbrico superior y el Cámbrico inferior y estos yacimientos de U se encuentran entre metasedimentos del “Complejo Esquisto Grauwáquico” (CEG).

Se recogieron varias muestras representativas de suelo correspondiente a la parte más superficial y a dos profundidades, así como de las escombreras contiguas. Análogamente, se recogieron siete muestras de agua representativas: cinco de depósitos artificiales con aguas procedentes de lixiviación y de la instalación minera, y dos de depósitos naturales (muestras 2 y 4) que sirvieron como testigo. Las determinaciones analíticas fueron realizadas siguiendo la metodología habitual de la unidad docente de Edafología, destacando la determinación de C, N y S mediante el analizador LECO 2000 y la de los metales pesados por absorción atómica y por ICP; a las muestras de agua también se les determinó el pH. El contenido de metales pesados fue analizado en el Servicio General de Análisis Químico Aplicado mediante ICP.

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente: 1) En la totalidad de las muestras de suelo no se encontraron metales pesados de forma

asimilable o disponible en cantidades importantes debido a los valores de pH próximos a la neutralidad, por lo que, no presentan peligrosidad para afectar al Medio Ambiente; 2) No se detectaron indicios de Uranio asimilable ni en suelos ni en escombreras; y 3) Los elementos totales analizados superan en algunos de los casos a los del suelo testigo, por lo que existe contaminación artificial ocasionada por los procesos mineros en la zona; por ello las muestras de tres escombreras (muestras 7, 8 y 9) presentaron valores superiores al testigo. También hay que considerar una contaminación natural al comparar los niveles de referencia obtenidos con los correspondientes europeos, especialmente los de Ni, Co y Cd. Las aguas, cuyo pH es muy ácido (depósitos artificiales no tratados), no son recomendables como agua de riego, debido a la acidez y a los altos valores que presentan los metales pesados estudiados en ellas.

**Palabras clave:** Uranio, Metales pesados, Suelos contaminados, Aguas contaminadas, Minería.

## CONTAMINACIÓN POR PLOMO DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD DE VETAGRANDE

**Martha-Celia Escobar-León, Manzanares-Acuña Eduardo, Vega-Carrillo  
Héctor-René, Salas Luévano Miguel Ángel y Letechipía de León Consuelo**

*Cuerpo Académico de Radiobiología Unidades Académicas de <sup>1</sup>Agronomía, <sup>2</sup>Estudios Nucleares, <sup>3</sup>Veterinaria y Zootecnia, <sup>4</sup>Ing. Eléctrica, <sup>5</sup>Matemáticas Universidad Autónoma de Zacatecas Apdo. Postal 336, Zacatecas 98000 (México). <emanz\_44@yahoo.com>.*

Los niveles de Pb en suelo han sido medidos en la localidad de Vetagrande, (Zacatecas México). Se tomaron 89 muestras del suelo superficial de la población, para detectar los niveles de Pb, identificándose en un mapa los puntos de depósitos de residuos y de obras mineras. Se ha desarrollado la actividad minera durante 450 años en la comunidad de Vetagrande (Zacatecas), siendo esta actividad económica generadora de residuos mineros con contenidos de metales pesados. Por tanto, ello se ha convertido en un foco importante de contaminación con Pb. La estructura de veta también influye de manera importante, así como la planta trituradora en operación actualmente. Los niveles de Pb en suelo se encontraron en un rango entre los 8 y 7730 mg Pb g<sup>-1</sup>, solo el 28,1% está por debajo de 400 mg Pb g<sup>-1</sup>, mientras que el 71,9% está por encima de los 400 mg Pb g<sup>-1</sup>, nivel máximo recomendable por la EPA para suelos de uso residencial.

**Palabras clave:** Contaminación con Pb, Pb edáfico, Biodisponibilidad del Pb, Vetagrande, México.

## DEGRADACIÓN Y MOVILIDAD DEL HERBICIDA SIMAZINA EN SUELO: ESTUDIO EN UN HUERTO DE PALTOS EN CHILE

Ximena Fadic-Ruiz<sup>1</sup>, Francisco Cereceda-Balic<sup>1</sup>,  
Ana-Luisa Llanos<sup>1</sup> y Michael Seeger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Ambiental.

<sup>2</sup> Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental, Departamento de Química Universidad Técnica Federico Santa María, Casilla 110-V, Valparaíso (Chile). Fono:56-32-654324, Fax:56-32-654872. <francisco.cereceda@usm.cl>.

Los herbicidas organoclorados, como la simazina, son contaminantes recalcitrantes que constituyen un potencial riesgo para la salud de la población. Su comportamiento y movilidad en el suelo pueden contaminar no sólo los sitios donde son aplicados, sino también aguas superficiales y subterráneas. En la Quinta Región (Valparaíso) Chile la simazina es muy utilizada para el control de malezas anuales por medio de una única aplicación en otoño, suspendida en agua, directamente sobre el suelo.

El estudio fue realizado durante tres años consecutivos en un mismo huerto adulto de paltos (*Persea americana*) del valle de Quillota, el que ha sido tratado con simazina desde hace 10 años, según las dosis recomendadas por el fabricante para estos cultivos (2,5 a 4 kg ha<sup>-1</sup>). En 2003 las muestras de suelo fueron tomadas antes de la aplicación (en Mayo), el día de la aplicación y luego de transcurridas 1, 2, 4, 6, 11 y 19 semanas postaplicación. En base a los resultados obtenidos en 2003 al año siguiente las muestras se tomaron semanalmente durante 8 semanas, analizándose en detalle la concentración de simazina presente a los 0-5, 5-10 y 10-15 cm de profundidad del suelo para evaluar el movimiento en profundidad del agroquímico (lixiviación). Para el muestreo del suelo se utilizó una barrena marca Eijkelkamp (Holanda) especialmente diseñada para extraer columnas de suelo no perturbadas (conservación de estructura y gases del suelo).

La concentración de simazina en las muestras fue determinada haciendo extracciones de suelo con metanol al 80 %, separación por extracción en columnas de fase sólida sobre C18 (Accubond, Agilent, 0,5 g) y posterior determinación y cuantificación con cromatografía gaseosa capilar con detector de captura de electrones (GC-ECD). Para la puesta a punto de los métodos de extracción y la cuantificación, se utilizó simazina de alta pureza (99,6 %) de la firma Accustandard (USA).

La degradación de simazina observada en los años 2003 y 2004 se ajusta a curvas exponenciales, de las que se pueden extrapolar vidas medias de 20

y 22 días, respectivamente. La bajísima concentración de simazina encontrada en las fracciones 5-10 y 10-15 cm de suelo ( $< 20 \text{ mg Mg}^{-1}$ ) dan indicios de la mínima movilidad en profundidad que presenta el herbicida bajo estas condiciones de campo.

**Palabras clave:** Simazina, Persistencia, Aguacates, Movilidad de contaminantes, Chile.

## EFFECTO DEL CULTIVO Y FERTILIZACIÓN SOBRE LAS FRACCIONES DE FÓSFORO EN SUELOS DE CORRIENTES (ARGENTINA)

Carolina Fernández López y Sara Vázquez

Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Sargento Cabral 2131. Corrientes 3400 (Argentina). Tel.: +54-3783-427589, Fax: +54-3783-427131. <carolfl@agr.unne.edu.ar>.

Con el objetivo de establecer el efecto de la fertilización y el cultivo sobre las distintas fracciones de P se seleccionaron tres órdenes de suelos con cultivos fertilizados representativos de la zona.

Se realizaron muestras apareadas de tres tratamientos con cinco repeticiones 1) Entisol con monte citrícola, 2) Alfisol con arrocería y 3) Vertisol con pastura (*Setaria* sp.). En todos los casos el P había sido incorporado seis meses antes. Se tomó como testigo en cada caso el suelo virgen. Se obtuvieron muestras compuestas de cada repetición a una profundidad de 0-15 cm. Se realizó el fraccionamiento de P según el método propuesto por Hedley *et al.* (1982) modificado por Sattell y Morris (1992) y el P total (PT) se consideró como resultado de la suma de fracciones.

La fertilización en el Entisol provocó un incremento en el PT, tanto en el P inorgánico (Pi) como en el orgánico (Po), pasando de alrededor de 72 mg kg<sup>-1</sup> en el testigo a 100,5 mg kg<sup>-1</sup> en cultivo. Las formas que presentaron diferencias significativas fueron Pi y Po en hidróxido sódico y Pi en hidróxido sódico-ultrasonido (Pi-NaOH<sub>us</sub>) entre las formas más lábiles, que representan las de mayor importancia ecológica; además del Pi en ácido clorhídrico (P-HCl) y el Po residual.

En el Alfisol no hubo variaciones en el PT siendo para el testigo de 126,8 mg kg<sup>-1</sup>, mientras que en la arrocería fue de 129 mg kg<sup>-1</sup>. El P del fertilizante fue a engrosar la fracción Pi-NaOH<sub>us</sub>, y el P-HCl disminuyó debido, posiblemente, a la disolución provocada por los procesos de óxido-reducción y humedecimiento-secado, propios de los suelos inundados para el cultivo de arroz.

El PT en el tratamiento testigo del Vertisol fue de 142,3 mg kg<sup>-1</sup> y en la pastura fertilizada de 147,3 mg kg<sup>-1</sup>, sin diferencias significativas. La fracción de Po en hidróxido sódico y ultrasonido (Po-NaOH<sub>us</sub>), correspondiente al P ocluido en las sustancias húmicas, fue la única forma que se incrementó en el suelo con *Setaria*. En las fracciones de P residuales hubo diferencias no significativas ya que en todas el PT del suelo testigo fue levemente mayor.

En conclusión se pudo observar que el P del fertilizante, a medio plazo, pasa a las formas de renovación lenta en los tres sistemas analizados.

**Palabras clave:** Formas de P, Fertilización, Entisol, Alfisol, Vertisol.

## LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS DE COLUMNAS DE SUELO TRATADAS CON PURÍN DE VACUNO

M. L. Fernández Marcos<sup>1</sup>, J. J. Vázquez Grandas<sup>1</sup>, G. Leboroni<sup>2</sup>,  
M. J. Fernández Sanjurjo<sup>1</sup>, E. Álvarez<sup>1</sup>, F. Díaz<sup>1</sup>,  
T. C. Ferreira<sup>3</sup> y C. López Mateo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dep. Edafología y Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela. Campus universitario. Lugo 27002 (España). <qamarisa@lugo.usc.es>.

<sup>2</sup> Università delle Marche, Facoltà di Agraria. Ancona (Italia).

<sup>3</sup> Divisão de Climatologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (Portugal).

La aplicación de purín al suelo, práctica habitual en las explotaciones agro-ganaderas gallegas, además de dar salida a un residuo proporciona al suelo materia orgánica y nutrientes. Sin embargo, esta práctica presenta inconvenientes de tipo ambiental, pudiendo ser causa de contaminación por metales pesados; la contaminación del suelo puede dar lugar a contaminación de acuíferos, así como de la cadena trófica a través de la vegetación. La movilización de metales pesados depende de su concentración y especiación en el purín y de las propiedades del suelo.

En este trabajo se estudia la lixiviación de metales pesados en el laboratorio tras la aplicación de purín de vacuno a columnas de suelos derivados de distintos materiales originales representativos de Galicia (España). Se utilizan como controles columnas de los mismos suelos a los que no se aplica purín. El purín se aplica en las dos primeras semanas de ensayo en cantidad equivalente a 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. A continuación se añade durante 12 semanas un volumen de agua destilada equivalente a una lluvia de 25 mm semanales.

El aporte de purín a los suelos causa un aumento de las concentraciones de metales lixiviados. Las tres primeras semanas son las más críticas cuando se aplica purín al suelo en época de lluvia. Los suelos derivados de esquistos biotíticos, con mayor pH que el resto de los suelos y capacidad de intercambio catiónico relativamente elevada, no presentan mayor eficacia en la retención de metales pesados. La mineralización de la materia orgánica, favorecida por ciclos de humectación y secado, dió lugar a oscilaciones de las concentraciones de Cu, Mn, Ni, Pb y Zn e, incluso, a un aumento de las mismas en las fases finales del ensayo; este comportamiento se observa también en el tratamiento control. La adición de purín no dió lugar a contaminación por Cd. Las concentraciones de Cd, Zn, Cr, Cu y Ni en los lixiviados se mantuvieron por debajo de los límites establecidos para aguas potables. Las concentraciones de Al, Fe y Pb superaron estos valores en algunos casos de suelos tratados con purines. Las concentraciones de Mn superaron el límite de

potabilidad con cierta frecuencia, incluso en los lixiviados de algunos suelos no tratados con purín. En las concentraciones de algunos metales en los lixiviados se observaron diferencias significativas entre dos purines procedentes de dos zonas ganaderas de Galicia. Al final del ensayo se apreció un aumento de las concentraciones de varios metales pesados en forma asimilable, si bien sólo en el caso de Mn y Fe se superó en algunos suelos el límite de fitotoxicidad.

**Palabras clave:** Metales pesados, Purín de vacuno, Lixiviación, Suelos de Galicia, España.

## EFFECTO DE SISTEMAS DE LABRANZA Y MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA SOBRE INDICADORES DE CALIDAD QUÍMICA DE UN VERTISOL (MÉXICO)

Luis E. Fregoso-Tirado

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Morelia, Michoacán Apartado Postal 7-116 (México). <fregoso.luis@inifap.gob.mx>.*

En la región de El Bajío, localizada en el centro de México, el manejo de Vertisoles bajo labranza convencional (quema de residuos + aradura y/o múltiples pasos de rastra) está deteriorando su calidad química, lo cual tiene graves implicaciones ambientales, económicas y sociales. Este estudio tuvo como objetivo cuantificar los efectos de corto plazo (2.5 años, 5 ciclos de cultivo) de sistemas de labranza de conservación (LC) con dos alternativas de manejo de residuos (remoción parcial de los mismos vía empaçado *versus* retención total), así como de la labranza convencional (LCONV) sobre la calidad de un Vertisol evaluada mediante la medición de indicadores químicos y microbiológicos.

Los resultados obtenidos demuestran que los indicadores de la actividad química-microbiológica del suelo son más sensibles que los tradicionalmente usados para evaluar niveles de fertilidad (COS y N total). El contenido de C en la biomasa microbiana del suelo (0-15 cm) se incrementó entre 16 y 24% y el contenido de N en la biomasa microbiana del suelo se incrementó el 18% en los sistemas de LC comparados con el sistema de LCONV. Los mayores cambios de los indicadores se encontraron en el estrato de 0-5 cm de profundidad, los cuales reflejaron una mejoría de la calidad del suelo. El efecto detrimental de la remoción parcial de residuos vía empaçado sobre los indicadores químico- microbiológicos fue muy ligero y evidente sólo en el último ciclo de cultivo evaluado. Adicionalmente, se encontró que el suelo se acidificó moderadamente (pH = 5,4) después de 11 años de manejo continuo bajo labranza de conservación. Se concluyó que la práctica de empaçado asociada a la labranza de conservación es una alternativa viable para hacer compatible el uso de los residuos con fines forrajeros, de protección y mejoramiento de la calidad del suelo, lo cual puede facilitar la adopción de sistemas de labranza de conservación, ya que no ocasionó el deterioro de la calidad del suelo durante el periodo estudiado.

**Palabras clave:** Labranza de conservación, Empacado, México, Vertisoles, Indicadores.

# INFLUÊNCIA DA ÁRVORE E DA PASTAGEM MELHORADA NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE C ORGÂNICO E N E NA MINERALIZAÇÃO DE N EM SOLOS DE MONTADO (PORTUGAL)

A. Garcês<sup>1</sup>, M. X. Gómez-Rey<sup>1</sup>, E. Vasconcelos<sup>2</sup> y M. Madeira<sup>1</sup>

*Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente<sup>1</sup> y Departamento de Química Agrícola e Ambiental<sup>2</sup>, Tapada da Ajuda, Lisboa 1349-017 (Portugal). Tel:+351213653264, Fax:+351212653031. <anagarciez@isa.utl.pt>.*

Os montados apresentam uma cobertura arbórea esparsa pelo que os seus solos apresentam uma forte heterogeneidade espacial. Estando as áreas de montado ameaçadas pelo processo de desertificação, importa avaliar sistemas de uso que conduzam à melhoria da qualidade do solo. Assim, considerou-se um montado localizado no Alto Alentejo (Concelho de Monforte, Distrito de Portalegre Portugal), com pastagem melhorada instalada em 1979 e sujeito a gestão intensiva e um outro com a vegetação herbácea natural.

A distribuição espacial de C orgânico e N foi feita a partir de amostras de solo colhidas às profundidades de 0-10 e 10-20 cm, sob e fora da influência da projecção vertical da copa de uma árvore. As diferenças na mineralização potencial de N devidas à presença da árvore e à da pastagem melhorada avaliaram-se a partir de amostras colhidas à profundidade de 0-10 cm, sob e fora da projecção vertical da copa de uma árvore na área com pastagem melhorada e na outra apenas com vegetação herbácea natural. As amostras foram incubadas em condições aeróbias, durante 24 semanas, a uma temperatura de 25 °C, avaliando-se periodicamente a produção líquida de N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ). Efectuaram-se igualmente incubações em condições anaeróbias durante duas semanas, à temperatura de 40 °C.

Os teores de C orgânico e de N na camada de 0-10 cm de profundidade do solo da área sob a projecção vertical da copa da árvore foram superiores ( $23,9 \text{ g C kg}^{-1}$  e  $1,9 \text{ g N kg}^{-1}$ ) aos observados no solo fora da influência da mesma ( $14,0 \text{ g C kg}^{-1}$  e  $1,2 \text{ g N kg}^{-1}$ , área de pastagem e  $12,5 \text{ g C kg}^{-1}$  e  $1,0 \text{ g N kg}^{-1}$ , área com vegetação herbácea natural). Na camada 10-20 cm de profundidade os teores de C orgânico e N foram cerca de metade dos observados na camada sobrejacente, mantendo-se as diferenças entre as áreas sob e fora da copa da árvore. A maior acumulação de C orgânico e N no solo influenciado pela copa da árvore dever-se-á essencialmente à deposição da folhada e à senescência das raízes finas das árvores. A mineralização de N foi significativamente superior na área sob a copa da árvore ( $277,2$  e  $133,0 \text{ mg N kg}^{-1}$  solo, respectivamente na incubação aeróbia e anaeróbia) do que naquelas fora dessa influência ( $25,5$ - $98,1$  e  $66,5$ - $70,7 \text{ mg N kg}^{-1}$  solo, respectivamente na incubação aeróbia e anaeróbia). No entanto, a mineralização de N expressa em relação ao teor de N total, ou seja, a mineralização

específica, apenas apresentou diferenças nas amostras incubadas em meio aeróbio (146,8, 96,3 e 24,9 mg N g<sup>-1</sup> N total, respectivamente sob e fora da copa da árvore e na área com vegetação herbácea natural), uma vez que em meio anaeróbio a mineralização específica no solo da área sob a copa da árvore (68,6 mg N g<sup>-1</sup> N total) foi semelhante à observada no solo fora dessa área (63,3-64,9 mg N g<sup>-1</sup> N total). O maior potencial de mineralização no solo da área sob a projecção vertical da copa da árvore deve-se, por um lado, ao maior teor de N total aí existente, e, por outro, também às diferenças da mineralização específica obtida nas incubações aeróbias, o que deve expressar diferentes sistemas biológicos. A instalação de pastagem melhorada determinou também um aumento na mineralização de N em incubação aeróbia (98,1 mg N kg<sup>-1</sup>) quando comparado com a área com vegetação herbácea natural (25,5 mg N kg<sup>-1</sup>). As diferenças de actividade biológica entre as duas áreas, como consubstanciado por uma forte diferenciação da mineralização específica (96,3 e 24,9 mg N g<sup>-1</sup> N total, respectivamente nas áreas com e sem pastagem melhorada), deverá ser o factor fundamentalmente responsável pela maior produção de N mineral na área de pastagem melhorada. As diferenças inerentes à incubação anaeróbia foram insignificantes (70,7 e 66,5 mg N kg<sup>-1</sup>, respectivamente nas áreas com e sem pastagem melhorada).

As árvores nas áreas de montado têm forte influência na acumulação de C orgânico no solo e na taxa de mineralização de N. A instalação de pastagem melhorada, embora com menor incidência no *stock* de carbono no solo, contribui para uma maior disponibilidade de N mineral e, portanto, uma maior fertilidade do solo.

**Palavras-chave:** Montados, Carbono, Azoto mineral, Mineralização, Portugal.

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN HORTÍCOLA ORGÁNICA *vs.* CONVENCIONAL: VARIABLES EDAFOLÓGICAS QUE LOS CARACTERIZAN

L. Giuffré<sup>1</sup>, R. Romaniuk<sup>1</sup>, M. E. Conti<sup>1</sup> y A. Oberti<sup>2</sup> (*ex aequo*)

<sup>1</sup> Cátedra Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, Buenos Aires (Argentina C1417DSE). Tel.: (+54)-11-4524-8059. <conti@agro.uba.ar>.

<sup>2</sup> Cátedra Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453. Buenos Aires (Argentina C1417DSE). Tel.: (+54)-11-4524-8011.

Los ecosistemas urbanos son mosaicos complejos en los cuales las características biofísicas son transformadas a través del tiempo por la acción de las diversas actividades humanas. En suelos urbanos y periurbanos de Buenos Aires pueden encontrarse explotaciones hortícolas convencionales con alta dependencia de insumos externos explotaciones dentro del modelo de producción orgánico con baja dependencia de insumos externos y explotaciones en transición entre modelos convencionales y orgánicos.

Los sistemas con una alta dependencia de insumos externos, en caso de no ser correctamente manejados y /o dosificados, pueden afectar la calidad de los productos, de los recursos naturales y la biodiversidad de los agrosistemas. La agricultura urbana existe desde siempre en países en desarrollo y en América Latina es en la actualidad una estrategia de supervivencia que favorece la esperanza por un futuro mejor.

El objetivo de este trabajo es estudiar las diferencias existentes entre los sistemas de producción hortícola orgánica, en transición y convencional. El trabajo se llevó a cabo en el parque Pereyra Iraola, situado en los alrededores de la Ciudad de La Plata, (Buenos Aires, Argentina). Los suelos son Argiudoles vérticos. Se estudiaron tres situaciones correspondientes a los sistemas enunciados anteriormente. Dentro de cada situación se tomaron muestras de tres establecimientos representativos de cada tipo de manejo. Se realizaron determinaciones de C orgánico total, P extraíble y pH. Los datos fueron analizados mediante análisis multivariado.

El sistema orgánico presentó en promedio el mayor porcentaje de C, con un máximo de 2,61% y los menores valores de pH. En el sistema convencional se encontraron en todos los casos los mayores valores de P extraíble. El análisis de conglomerados logró diferenciar los distintos sistemas de manejo, agrupándolos en distintos niveles. Mediante el gráfico de componentes principales pudo observarse que los establecimientos bajo producción orgánica mostraron mayor asociación al C orgánico. Los establecimientos en transición y convencional presentaron mayor grado de asociación al P y al pH, y esta tendencia fue más fuerte en el sistema convencional. El sistema en transición representaría un estadio intermedio entre el sistema convencional y

el orgánico. Los estudios edafológicos de las principales variables estudiadas resultaron satisfactorios para evaluar las diferencias entre distintas situaciones de manejo de suelos urbanos bajo producción hortícola.

**Palabras clave:** Variables edafológicas, Producción hortícola, Sistema orgánico, Sistema convencional.

## ACUMULACIÓN DE COBRE EN SUELOS DE VIÑEDOS

M.<sup>a</sup> Isabel González Hernández<sup>1</sup> y Luis Rui Martins Dias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad Docente de Edafología, Universidad de Salamanca (España). <mimg@usal.es>.

<sup>2</sup> Escola Superior Agraria de Ponte de Lima, Refoios (Portugal).

El Cu es utilizado frecuentemente como fungicida, bactericida, fertilizante y como inductor de crecimiento para los animales (Tiller y Merry, 1981). Las propiedades funguicidas del Cu han sido ampliamente reconocidas desde hace mucho tiempo; la mezcla de sulfato de Cu y cal apagada (caldo bordelés) sigue utilizándose en la actualidad, aunque se está reemplazando por compuestos de Cu menos solubles como  $\text{Cu}_2\text{O}$  y  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (Richardson, 1997). Se adicionan a los suelos plantados de viñas (*vitis vinifera*), elevadas concentraciones de Cu para combatir el *mildium* de la vid (*Plasmopora viticola*) hongo muy común, sobre todo, en aquellas zonas donde la climatología se caracteriza por temperaturas suaves y elevadas precipitaciones.

Aunque el contenido en Cu total en el suelo es el indicador utilizado para conocer los niveles de deficiencia y toxicidad, no aporta suficiente información acerca del impacto ambiental. La disponibilidad del Cu a la biota (como nutriente o tóxico) y su movilidad son los factores más importantes que se han de considerar a la hora de la evaluación de su efecto en el Medio Ambiente (Pietrzak y McPhail, 2004), teniendo en cuenta que a ello contribuyen, no sólo las propiedades fisicoquímicas del suelo, sino también el clima, los organismos y la propia fuente de contaminación (Mc Laughlin *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo ha sido conocer la incidencia en el suelo del Cu aplicado al cultivo de viñas durante varios años (hasta 60), tanto en cuanto a la distribución en los mismos, como a la disponibilidad para las plantas.

El área de estudio se encuentra situada en el Norte de Portugal en la zona de la denominación de origen de los “vinhos verdes”, exactamente en la región de Ponte de Lima. Se seleccionaron 20 cultivos de viñas de la misma variedad en un entorno de 30 Km<sup>2</sup>, con edades diferentes y, por tanto, con distinto número de tratamientos con funguicidas cúpricos. Los suelos son de carácter ácido desarrollados sobre granitos y esquistos, y con texturas de franco arenosas a francas, lo que influye sobre la movilidad de este elemento en el suelo.

Se realizó un control previo para conocer la distribución del Cu a lo largo del perfil y, paralelamente, se determinaron todos aquellos factores edáficos que influyen en la disponibilidad del Cu en el suelo. El Cu total se obtuvo por ataque ácido con  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  y  $\text{HBO}_3$ ; la determinación final del Cu se realizó por absorción atómica.

Se observó que existe una buena correlación entre el Cu total y el asimilable en la parte más superficial del suelo, disminuyendo dicha correlación cuando se baja en el perfil, dado que la mayor cantidad de Cu asimilable se encuentra en la parte más superficial del suelo, disminuyendo a través de la profundidad del perfil. Igualmente se ha constatado que hay una relación directa entre número de tratamientos (edad de los viñedos) y la cantidad de Cu en el suelo, llegando a alcanzar a los 60 años de tratamiento (142 mg kg<sup>-1</sup> de media), cantidades que sobrepasan los límites permitidos en muchos países europeos.

**Palabras clave:** Cobre, Suelos de viñedos, Contaminación, Fungicidas.

## PROCESOS ANTROPO-EDÁFICOS FRECUENTES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA JARAGUA-BAHORUCO-ENRIQUILLO (REP. DOMINICANA)

A. J. Hernández<sup>1</sup>, C. Vizcayno<sup>2</sup>, S. Alexis<sup>1</sup> y J. Pastor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ecología Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid (España). <anaj.hernandez@uah.es>.

<sup>2</sup> Centro Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid (España). <jpastor@ccma.csic.es>.

La tala y quema en los bosques tropicales húmedos para usos agrícolas o de pasto vienen siendo las prácticas más habituales de la población humana ubicada en el territorio de la única Reserva de la Biosfera existente en la República Dominicana. Estas actividades, unidas a la explotación de la bauxita y de la caliza, conllevan alteraciones en los suelos de los ecosistemas. Por otra parte, la agricultura intensiva, generalmente con regadío, y la deposición de basuras en las áreas ocupadas por el bosque tropical seco alteran también los suelos. Esta realidad ha llevado a plantear el estudio de los principales procesos implicados en la capa superficial de los suelos de los ecosistemas más frecuentes de esta Reserva por la acción antrópica.

La selección de los puntos de muestreo se ha realizado de acuerdo a las unidades paisajísticas del territorio, englobando además los usos del suelo. Se ha recogido un total de 40 muestras de la capa superficial edáfica a lo largo de un transecto que va desde los 1.300 m hasta los 5 m sobre el nivel del mar, combinando pues el gradiente altitudinal que condiciona los diferentes bosques tropicales de la zona, (bosque húmedo de coníferas, bosque latifoliado, bosque seco, manglares y humedales), así como las áreas de agricultura intensiva. Todas las muestras se localizan en los dos grandes Parques Nacionales de esta Reserva de la Biosfera: Sierra de Bahoruco y Jaragua.

Se ha determinado el pH en agua, el contenido de materia orgánica (MOS) y de elementos vinculados a la fertilidad (N, P, K), así como los niveles total y asimilable del Al, Fe, Mn, y totales de Cu, Cd, Zn, Pb y Cr. Estos últimos se han determinado por espectroscopía de emisión de plasma, tras moler los suelos con mortero de ágata y someterlos al ataque ácido con HNO<sub>3</sub> y HClO<sub>4</sub> en proporción 4:1. La fracción arcilla (< 2µm) se obtuvo a partir de suspensiones acuosas al 1% en agua desionizada MilliRo-4 de Millipore de muestras previamente tamizadas a 2 mm, mediante sedimentación.

Se obtuvieron los resultados relacionados con los procesos antropodédicos ligados a las dos principales actividades de uso en los bosques tropicales de los dos Parques Nacionales: la agricultura y la explotación de la bauxita. Así como la MOS y el N total se sitúan en niveles altos de fertilidad, no ocurre lo mismo para los fosfatos, especialmente para los suelos ácidos y con Al. Hay niveles elevados también de Cd, Cr, Cu y Zn. El análisis mineralógico

de la fracción arcilla, indica que, según disminuye la altitud, el contenido en calcita aumenta. En el bosque tropical húmedo de coníferas la explotación de bauxita produce alteraciones dando lugar a una transformación del hidróxido  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (gibbsita) a oxihidróxido  $\text{AlOOH}$  (boehmita). En el bosque tropical nublado el suelo utilizado para uso agrícola contiene cuarzo; sin embargo en el húmedo latifoliado el suelo empleado para uso agrícola no tiene cuarzo y los minerales con mayor grado de alteración son más abundantes.

Independientemente de la erosión y movimientos de tierras por la acción de los huracanes en la zona los dos procesos antrópicos que más influyen en los procesos edáficos de los suelos de estos sistemas tropicales (agricultura y explotación de bauxita y caliza esencialmente) se implican entre sí. Por un lado, la deforestación a través de la tala y quema para fines agrícolas en el bosque tropical húmedo latifoliado y, por otro, la dinámica de transformación de los distintos sustratos de la zona, especialmente en lo que se refiere a la contaminación por metales pesados, debida a los metales litogénicos que se asocian con minerales primarios y pueden estar disponibles en el sistema suelo-planta. Estas formas de metales, al igual que los de origen antropogénico, se pueden transformar mediante procesos edafogénicos y convertirse en metales edáficos controlados por las propiedades del suelo. Aunque la MOS puede jugar un importante papel en la retención de los metales en la capa superficial edáfica de estos ecosistemas, un uso no adecuado de los mismos puede convertirlos en contaminantes.

**Palabras clave:** Reserva biosfera, Metales pesados, Suelos, Bosque tropical, Contaminación.

## EFFECTO DE LA CONTAMINACIÓN CON HIDROCARBUROS EN LA DETERMINACIÓN DE C ORGÁNICO DEL SUELO

M. C. Hidalgo, L. R. C. Trejo y B. J. D. Etchevers

*Colegio de Postgraduados de Montecillo, Programa Edafología. Texcoco 56230 (México). <hidalgo@colpos.mx> y <jetchev@colpos.mx>.*

La contaminación de agua y suelo con hidrocarburos es común en los países productores de petróleo como México; ocurre durante los procesos de extracción, almacenamiento, transporte y refinamiento de productos petrolíferos. Como resultado de esta contaminación los hidrocarburos se incorporan a la matriz del suelo y a la fracción húmica. Con objeto de recuperar o sanear los suelos contaminados con hidrocarburos se han diseñado tecnologías emergentes como la biorrecuperación. Este proceso requiere, por lo general, medir el C del suelo, el cuál se emplea como indicador del avance de aquella. Sin embargo, los métodos disponibles en la actualidad no precisan con exactitud el origen del C que se mide. Desde un punto de vista químico y ecológico es deseable contar con una correcta evaluación exclusivamente del C edáfico. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de hidrocarburos contaminantes retenidos en la determinación de C total en el suelo.

Se determina el COS en el laboratorio en fracciones de suelo y en materiales considerados de referencia (arena de grado industrial, caolín y bentonita grado analítico) y una vermicomposta producida a partir de bagazo de tequila, tanto en su condición natural como después de ser contaminados con hidrocarburos. En el campo se muestrearon tres zonas de un derrame de petróleo: Orilla, manchado y testigo, ubicado en dos suelos, un *Acrisol* y un *Antrosol* (Zavala, 2005). A una parte del suelo se le eliminó la materia orgánica del suelo con  $H_2O_2$  al 30% en caliente (60 °C). Muestras de estos suelos, con y sin materia orgánica, se fraccionaron en húmedo por tamaño de partícula. Las fracciones se separaron por tamizado en: (a) muy gruesa (FMG) mayor a 500  $\mu m$ , (b) gruesa (FG) 500-250  $\mu m$ , (c) media (FM) 250-50  $\mu m$  y (d) fina (FF) (50-2  $\mu m$ ); para la fracción muy fina (FMF) (<2  $\mu m$ ) se empleó un procedimiento de sedimentación y centrifugación. Los materiales usados como referencia, contaminados y sin contaminar así como los dos suelos, se incubaron a 35 °C durante un periodo de 41 días. La evaluación del contenido de C se realizó empleando dos metodologías: Walkley & Black y un analizador automático de carbono (COT).

El procedimiento automatizado (COT) y el de Walkley & Black incorporaron en su medición aproximadamente 1-2 % del C total de los hidrocarburos (HC). El  $H_2O_2$  oxidó sólo parte del C presente tanto en el suelo como en los hidrocarburos (HC). El tiempo de añejamiento de los HC empleados para contaminar los materiales de referencia favoreció la mineralización del

C de los primeros. Este fenómeno no se observó claramente en los suelos incubados. El C, independientemente del grado de contaminación del suelo, fue siempre más abundante en las fracciones FMG del *Acrisol*, FG del *Antrosol*, y FF y muy fina FMF de los dos suelos estudiados.

**Palabras clave:** Contaminación del suelo, Hidrocarburos, Determinación de C.

## PÉRDIDAS DE FÓSFORO EN SUELOS DE LA MARISMA DE LEBRIJA ENMENDADOS CON FOSFOYESO

M. D. Hurtado, A. Delgado y L. Andreu

*Departamento Ciencias Agroforestales. EUITA. Univ. Sevilla, Crtta Utrera km 1. Sevilla 41013(España). Tel: 954233669, Fax: 954232644. <lhurtado@us.es>.*

Los suelos de la Marisma de Lebrija son enmendados periódicamente cada dos-tres años con fosfoyeso, residuo procedente de la fabricación de fertilizantes. Esta enmienda cálcica es beneficiosa en estos suelos dado su gran contenido de Na. Además, esta enmienda aporta una cantidad considerable de P altamente soluble, lo que supone un suplemento ideal en dicho elemento para los cultivos. Este aporte añadido al P aplicado con la fertilización puede implicar pérdidas innecesarias en aguas de drenaje con el consecuente impacto ambiental en el medio acuático.

Con el objetivo de estudiar la dinámica del P en estos suelos, con especial atención a las pérdidas por drenaje, se realizó un ensayo en el que se compararon parcelas tratadas con fosfoyeso (Py) y parcelas testigo (T), sin aplicación de enmienda. El estudio fue llevado a cabo en el 2003 en una parcela de la Marisma de Lebrija (España). El ensayo consistió en dos tratamientos con tres repeticiones cada uno. La parcela experimental drenada artificialmente está constituida por drenes subterráneos de -1 m de profundidad espaciados entre sí 5 m. El cultivo implantado fue algodón regado mediante aspersión y surcos. Durante toda la campaña de cultivo se realizó un seguimiento exhaustivo del flujo de drenaje y de la concentración de las distintas formas de P en las aguas de drenaje. También se realizó un seguimiento del cultivo, efectuándose conteos de germinación y producción.

Los resultados obtenidos indican que no existieron diferencias en el drenaje entre las parcelas tratadas con fosfoyeso y las parcelas testigo. Las pérdidas por drenaje fueron menores del 10 % del agua aplicada, lo que significó un uso eficiente del agua. Las pérdidas de P fueron pequeñas y no existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, aunque se detectaron concentraciones puntuales de 0,1 mg L<sup>-1</sup> (concentración a tener en cuenta por un posible riesgo ambiental). No hubo diferencias en cuanto a germinación y producción.

**Palabras clave:** Fósforo, Drenaje, Fosfoyeso, Marismas, España.

## DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE FONDO DE CINC, COBRE Y NÍQUEL EN LOS SUELOS NATURALES DE LA RIOJA (ESPAÑA)

V. Íñigo, M. Andrades, A. Marín, J. I. Alonso

*Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja (España).  
Complejo Científico-Tecnológico. Avda. Madre de Dios 52, Logroño 26002 (España).  
<vinigo@arrakis.es>.*

La directiva 91/56 CEE y su posterior transposición a nivel nacional en la Ley 10/1998 de 21 de Abril (1998) sobre Residuos propone la realización de un catálogo de suelos contaminados y su posterior recuperación.

Por otra parte, el Real Decreto 9/2005, de 15 de Enero (2005), establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. La aplicación de estas leyes supone el fijar con propiedad los niveles de fondo y de referencia de los diferentes metales para poder establecer los niveles de contaminación en las distintas zonas y poder acometer las labores de recuperación más adecuadas.

El objetivo de este trabajo es cuantificar los contenidos de Zn, Cu y Ni, totales y biodisponibles; estudiar las relaciones de los metales entre sí y con las propiedades físico-químicas del suelo mediante diferentes técnicas multivariantes; obtener a través de estudios geoestadísticos unidos a la aplicación de un Sistema de Información Geográfica los mapas de distribución de estos metales; y, en último lugar, apoyados en todos estos resultados, apuntar el posible origen endógeno o exógeno de estos metales.

Para este estudio se han seleccionado 125 puntos georreferenciados del medio natural de la Comunidad Autónoma de La Rioja (España) donde se ha cogido muestra del horizonte superficial (0-10 cm) y de otro profundo (80-100 cm). En las muestras, una vez secas y tamizadas a través de una malla de 2 mm de diámetro, se han analizado las propiedades físico-químicas: pH,  $\text{CaCO}_3$  (calcímetro de Berndard), y M.O.S. (Jackson, 1958) y granulometría mediante pipeta de Robinson (Day, 1965). También se han determinado los contenidos totales (Mulchi, 1991) y biodisponibles (método modificado de Lindsay y Norwell, 1978) de Zn, Cu y Ni.

Con los resultados obtenidos se han calculado los estadísticos descriptivos más comunes (media, mediana, desviación típica, máximo y mínimo) y se han realizado los estudios de estadística multivariante (correlaciones de Pearson y Análisis de Componentes Principales). Los resultados Geoestadísticos obtenidos de parámetros físico-químicos y de contenidos de metales pesados se han introducido en un Sistema de Información Geográfica y se les ha realizado un estudio.

Los contenidos medios de Zn ( $53,9 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ), de Cu ( $14,13 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) y de Ni ( $33,3 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) son similares a las medias españolas, europeas y mundiales. Aplicando el test  $t$  de Student se ha encontrado que los contenidos de Zn no presentan diferencia significativa entre superficie y profundidad, mientras que los contenidos de Cu y Ni son superiores en profundidad.

En los diferentes análisis multivariantes realizados se ha llegado a los mismos resultados: Los contenidos de Zn, Cu y Ni están relacionados entre sí y con el contenido de arcilla.

Al realizar los mapas de estimación a través del *Kriging* Ordinario se ha obtenido que los tres metales estudiados presentan una distribución semejante, tanto en superficie como en profundidad. Estas distribuciones están muy relacionadas con la geología presente en la zona de estudio, donde predominan los materiales procedentes del Paleozoico y del Mesozoico ricos en estos metales pesados.

**Palabras clave:** Metales Pesados, Niveles de Fondo, Geoestadística, Kriging, Zn, Cu, Ni.

## EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO POR SUELOS CULTIVADOS CON ARROZ

**P. Irisarri, S. Gonnet, V. Domínguez y G. Arrarte**

*Laboratorio de Bioquímica, Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Agronomía. Garzón 780. Montevideo 12900 (Uruguay). <irisarri@fagro.edu.uy>.*

Las emisiones de  $N_2O$  proveniente de los procesos de nitrificación-desnitrificación constituyen una pérdida significativa de N en los suelos agrícolas.

El objetivo de este Trabajo fue medir si la inhibición de la nitrificación tiene efecto sobre las emisiones de  $N_2O$  de un suelo cultivado con arroz y determinar si éstas provienen de la desnitrificación o de la nitrificación.

El ensayo se realizó en invernadero, con y sin inhibidor de la nitrificación (contenido en el *ENTEC*®), y los tratamientos se fertilizaron con urea, *ENTEC*® y *ENTEC*® mas urea. El  $N_2O$  emitido por el suelo se midió por cromatografía de gases en cámaras cerradas en distintos momentos del cultivo. Se tomaron muestras de suelo que se incubaron con 0,1% de acetileno para inhibir la nitrificación y determinar cuánto del  $N_2O$  proviene de la desnitrificación.

El efecto inhibidor de la nitrificación se evidenció en el tratamiento con *ENTEC*® en una menor concentración de nitrato a los 20 días después de la siembra y menor cantidad de  $N_2O$  emitido en 10 días. Tras la inundación no se detectó emisión de  $N_2O$  en ninguno de los tratamientos. El  $N_2O$  proveniente de la nitrificación fue menor en los tratamientos con *ENTEC*® a los 14 días después de la siembra. Durante la cosecha todo el  $N_2O$  se originó por desnitrificación en todos los tratamientos.

**Palabras clave:** Nitrificación, Desnitrificación,  $N_2O$ , Inhibidor de la nitrificación.

## EFFECTOS ALELOPÁTICOS DE RESIDUOS DE *Chenopodium album* SOBRE SOJA SEMBRADA BAJO LA MODALIDAD SIEMBRA DIRECTA

Silvia Leicach<sup>1</sup>, Angela Della Penna<sup>2</sup>, Norberto Sztarker<sup>1</sup>  
y Manuel Olloquiegui

<sup>1</sup> Cátedra de Química Orgánica, Universidad de Buenos Aires (Argentina).

<sup>2</sup> Cátedra de Zoología Agrícola Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453. Buenos Aires 1417 (Argentina). <leicach@agro.uba.ar>.

Con el objetivo de caracterizar falencias de la modalidad siembra directa para el cultivo de soja, se estudiaron los efectos alelopáticos de la maleza *Chenopodium album* sobre su establecimiento, y desarrollo.

La soja es el mayor generador de divisas en Argentina, país que ocupa un lugar importante como productor del grano en el mundo y aún más como exportador de su aceite y harina. Los productores agrícolas comenzaron a usar la siembra directa (siembra sin labranza) para este cultivo con el fin de evitar la degradación del suelo que resulta de su erosión. Una posible complicación de esta forma de manejo está relacionada con la interferencia química de compuestos liberados por los restos de malezas que son controladas con herbicidas en los cultivos de soja resistentes a ellos y permanecen luego en el suelo. Tal es el caso de la maleza *Ch. album* común en cultivos de soja. Muller (1969) utilizó por primera vez el término interferencia para incluir los efectos de competencia e interferencia química (*alelopatía*). El término alelopatía acuñado Molisch (1937) incluye los efectos inhibitorios y estimulantes de sustancias producidos por un microorganismo o planta sobre la germinación y/o el crecimiento de otro microorganismo o planta.

Aunque los bajos rendimientos en la producción agrícola debidos a malezas han sido, en general, relacionados dado que compiten con los cultivos por nutrientes, luz y agua, pueden además interferir por alelopatía. La utilización de herbicidas como el glifosato, que sólo resuelven el factor competencia, ha demostrado no ser suficiente para evitar mermas en el rendimiento de soja en la siembra directa, por lo que se puede aseverar que existe además interferencia química.

Con el fin de comprobar la interferencia química de aleloquímicos liberados por restos de *Ch. album* sobre el establecimiento y desarrollo de soja se sembraron semillas del cultivo (variedad *gm IV*), en ambiente controlado en un diseño en bloques completamente aleatorizado, agregando material vegetal aéreo molido o extractos acuosos de la maleza. Se evaluó el número de plántulas logradas, el tiempo de emergencia, las longitudes aérea, radicular y total, y los pesos secos aéreo, radicular y total. Los datos se evaluaron mediante análisis de variancia (*Statistix*, Windows 2.0). La comparación entre tratamientos se realizó mediante el test de Tukey ( $p < 0,05$ )

Las alteraciones metabólicas debidas a los tratamientos se tradujeron en plantas más cortas y livianas con menor desarrollo radicular indicando una menor incorporación de recursos y una variación en la proporción en que son derivados al crecimiento de las partes aérea y radicular. La notable disminución (44%) del peso seco radicular respecto del de la parte aérea, que permanece prácticamente invariable, evidencia este hecho. El menor desarrollo de la parte aérea (menor longitud) podría representar una desventaja en lo que respecta a la captación de luz, afectando la incorporación de C por fotosíntesis. Paralelamente, como los nutrientes ingresan a la planta por la raíz, un menor desarrollo de la misma resultaría en una menor disponibilidad de recursos para los procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo y reproducción de la planta. Tanto en el tratamiento con material vegetal molido como en el realizado con extracto acuoso los aleloquímicos presentes en *C. album* produjeron variaciones significativas con disminuciones de 14% en la longitud de la parte aérea, 10% en la longitud total y 44% en el peso seco radicular. Sólo el extracto acuoso produjo diferencias significativas en el tiempo de emergencia y el número de plantas logradas. Es probable que estas alteraciones sean más agudas en el tratamiento con extracto acuoso debido a que aleloquímicos bioactivos ya disueltos pueden actuar en forma inmediata sobre el proceso de germinación retrasándolo o anulando la viabilidad de la simiente o, bien, sobre el desarrollo de la plántula. Los aleloquímicos presentes en residuos pueden afectar selectivamente a cultivos, malezas, plagas y patógenos, su estudio podría ser útil para el control biológico con el fin de reducir el uso de pesticidas disminuyendo así el deterioro ambiental.

**Palabras clave:** *Chenopodium album*, Alelopatía, Soja, Siembra directa.

# MACRO E MICRO NUTRIENTES EM ESPÉCIES UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS POR MINERAÇÃO NA FLORESTA AMAZÔNICA (BRASIL)

R. M. Longo<sup>1</sup>, A. I. Ribeiro<sup>2</sup>, W. J. Melo<sup>1</sup> y G. M. P. Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNESP/Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, Km 5, Jaboticabal, Sao Paulo, (Brasil). <rmlongo@uol.com.br> y <wjmelos@fcau.unesp.br>.

<sup>2</sup> FEAGRI/UNICAMP <admilson@agr.unicamp.br>.

O conhecimento dos processos biológicos em solos que de alguma forma foram degradados e estão sendo postos em recuperação tem se mostrado de grande importância para inferir sobre o grau de maturidade, perturbação ou recuperação a que tais sistemas estão sujeitos, além da influência direta na produtividade desses sistemas uma vez que é indispensável à ciclagem de nutrientes.

O presente trabalho utiliza-se da análise do material vegetal para verificar a influência do plantio sucessivo de leguminosas em um solo minerado em processo de recuperação. Este trabalho faz parte do programa de monitoramento das áreas em recuperação pela CESBRA S/A, implantado a partir de 1999 e em parceria com universidades.

Foram avaliados os teores de N, P, K, S, matéria seca, Cu, Fé, Mn, Zn, Ca e Mg em uma área de piso de lavra após 1, 2 e 3 e de uma área de deposição de rejeito após um ano de plantio de um coquetel de leguminosas: Feijão guandu, mucuna preta e crotalária juncea, comparado com o solo de mata e com áreas sem plantio.

Em relação a absorção dos nutrientes e a produção de matéria seca a adubação realizada, por ocasião do plantio de leguminosas, foi eficiente para suprir as necessidades dos vegetais, em alguns casos apresentando valores superiores aos encontrados na serrapilhira da mata (P, Ca, K e matéria seca)

**Palavras chaves:** Macro e micro nutrientes, Adubação verde, Recuperação de solos degradados, Brasil.

# IMPACTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELOS EN GRANJAS AGROFORESTALES LOCALIZADAS EN EL AMAZONAS VENEZOLANO

D. López-Hernández, A. Y. López,  
I. Hernández-Valencia, A. Ojeda y C. Hernández

Universidad Central de Venezuela. Instituto de Zoología Tropical. Laboratorio de Estudios Ambientales, Apdo 47058, Caracas 1041A (Venezuela).  
<dlopez@strix.ciens.ucv.ve>.

Los suelos de las sabanas localizadas al Norte y al Sur de Puerto Ayacucho (capital del estado Amazonas, Venezuela), están representados principalmente por *Ultisoles* y *Entisoles* de textura arenosa, baja fertilidad natural y muy bajos contenidos de los siguientes elementos biógenos: C, N y P. Agricultores criollos de la zona han fomentado un manejo del *compost* y de las enmiendas orgánicas de origen animal que han permitido un cambio en la fertilidad, estructura y productividad de estos suelos.

El presente Trabajo muestra los cambios que se generan en las formas activas: biomásas microbianas y actividades enzimáticas de los elementos biógenos C, N y P.

Los tratamientos incluyeron: a) Un agroecosistema en sabana fertilizado con *compost*, identificado como SPC (Sistema de Producción con Compost) ; b) sistemas agrícolas fertilizados con abonos orgánicos de origen animal, identificados como SPM (Sistema de Producción Majada) y SPG (Sistema de Producción Gallinaza) ; y c) un sistema fertilizado con fuentes inorgánicas de P y N, identificado como SPI (Sistema de Producción Inorgánico).

El *compost* y las enmiendas orgánicas de origen animal mostraron un efecto significativo sobre los valores totales de los elementos de C, N y P. Dicho efecto se relacionó con la calidad del sustrato y su grado de madurez. Los más altos valores de C orgánico dáfico (COS) ocurrieron en los tratamientos con estiércol vacuno (SPM). La adición de materia orgánica indujo un notable incremento de la capacidad de retención de agua, particularmente en SPC. Los valores de N total incrementarán en todos los sistemas orgánicos, mostrando la secuencia: SPM>SPC>SPG. El incremento de P total en los manejos SPG y SPM se relacionó con valores superiores de P disponible; mientras que el SPC mostró valores más bajos. La adición de abonos orgánicos de origen animal incrementó los niveles de C y N microbianos. La actividad ureásica sólo incrementó con el manejo SPM. Las formas activas de C, N y P no fueron afectadas en el SPI respecto a su control.

**Palabras clave:** Calidad de suelo, Amazonas, Granjas orgánicas, Venezuela.

# FÓSFORO, AMONIFICAÇÃO E NITRIFICAÇÃO APÓS LONGO TEMPO DE APLICAÇÕES CONSECUTIVAS DE CHORUME DE SUÍNOS EM SOLO CULTIVADO NO SUL DO BRASIL

M. A. Matos<sup>1</sup>, D. S. Andrade<sup>2</sup>, A. Colozzi-Filho<sup>2</sup>, E.L. Balota<sup>2</sup> e I. Lobo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina (Paraná, Brasil). <mariamatos@iapar.br>.

<sup>2</sup> Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR, Londrina (Paraná, Brasil). <diva@iapar.br>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Londrina, Londrina (Paraná, Brasil). <lobo@uel.br>.

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de suínos e apresenta um grande potencial para sua expansão. Todavia, a intensificação desta atividade resulta na produção de uma grande quantidade de resíduos líquidos (chorume), aumentando os riscos de contaminação do ambiente. Uma alternativa economicamente viável de destinação deste chorume é sua distribuição em solos cultivados, devido ao seu alto conteúdo de P, N e outros nutrientes. O excesso de N e P leva a eutrofização dos recursos hídricos, afetando o desenvolvimento e a diversidade da vida aquática. O mau cheiro, problemas com insetos, diminuição do fluxo da água e desaparecimento de peixes estão entre os problemas mais frequentemente reportados como consequências negativas da eutrofização. Portanto, o monitoramento de áreas com histórico de aplicações de chorume de suínos, avaliando alterações nas características químicas e microbiológicas do solo e da água, é de fundamental importância para evitar os riscos da contaminação dos recursos naturais.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos da aplicação contínua do chorume de suínos nos teores e na distribuição vertical do P, N inorgânico, taxa de amonificação e na nitrificação potencial no solo, através de análises de P, nitrato, amônio, taxa de amonificação e nitrificação potencial no solo.

Os estudos foram realizados em amostras de solo provenientes de um experimento de longa duração instalado em 1997, na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, Palotina; Paraná, Brasil) localizada a uma altitude de 290 m (24° 17' 02" S e 53° 50' 24" W) com clima subtropical úmido e o solo de textura argilosa é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Foram avaliadas as doses 0, 30, 60, 90 e 120 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> de chorume de suínos divididas em duas aplicações anuais, metade da dose antes dos plantios de verão e inverno, durante oito anos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. As amostragens foram realizadas em Setembro de 2005, durante o florescimento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) na camada de 0 a 10 cm na área de plantio convencional (aração e 2 gradagens) e nas parcelas em sistema

de semeadura direta em 3 camadas de 0-10 cm , 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade.

Após anos de aplicações consecutivas no solo, de diferentes doses de chorume de suínos, ocorreram aumento nos teores de P disponível e nitrificação potencial; aumento nos teores de C, acidez potencial, Ca, Mg e K, na camada superficial do solo, nos dois sistemas de plantio (convencional e direto); maiores quantidades de N-nitrato na camada superficial do solo sob plantio convencional; e aumento de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$  com adição de chorume, nas camadas de 20 a 30 cm do solo.

**Palavras chaves:** Plantios convencional e direto, Resíduos de suínos, Nitrogênio, Nitrato, C orgânico.

## DETERMINACIÓN DE RADIONÚCLIDOS PARA LA DISCRIMINACIÓN DE SUELOS DESTINADOS A CULTIVOS ECOLÓGICOS

A. Moyano, E. Charro<sup>1,2</sup>, P. Mayorga<sup>2</sup>, P. Ciria y S. Plaza

<sup>1</sup> Área de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Ciencias Agroforestales Universidad de Valladolid. Palencia 34004 (España). Tel.: 979-108442, fax: 979-108301. <echarro@agro.uva.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. E.U. Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Soria 42004 (España). Tel.: 975-129477, fax: 975-129404. <gardini@pvs.uva.es>.

La agricultura ecológica tiene como objetivo fundamental la obtención de alimentos de máxima calidad respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad del suelo mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis. Por otro lado, los radionúclidos (<sup>238</sup>U, <sup>210</sup>Po, etc), que se encuentran en los suelos, se pueden modificar en terrenos agrícolas mediante la aplicación de fertilizantes procedentes de materias primas que de forma natural contienen radionúclidos.

El objetivo de este estudio fue la determinación mediante espectrometría gamma del Po-210, y otros radionúclidos, para conocer si es posible clasificar los suelos radioquímicamente utilizado como indicadores la cuantificación de los radionúclidos. Así mismo, se desea saber si se puede considerar una referencia para determinar si los suelos se han tratado o no con fertilizantes minerales y verificar aquellos que han sido sometidos a prácticas ecológicas. Así mismo, se pretendió evaluar los suelos que son susceptibles de ser utilizados para agricultura ecológica.

**Palabras clave:** Radionucleidos, Manejo de suelos, Cultivos ecológicos.

## DESENVOLVIMENTO INICIAL E ESTADO NUTRICIONAL DO MARACUJAZEIRO EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE LODO TEXTIL

William Natale<sup>2</sup> e Renato de Mello Prado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Solos e Adubos, Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal 14870 (SP, Brasil). <rmprado@fcav.unesp.br> y <natale@fcav.unesp.br>.

<sup>2</sup> Bolsistas do CNPq.

O processo do tratamento de efluentes líquidos da indústria têxtil gera como resíduo um lodo de características orgânicas com significativa concentração de sódio e potássio. Objetivou-se quantificar os efeitos da aplicação do lodo ao solo no desenvolvimento inicial do maracujazeiro, avaliando-se o crescimento e o estado nutricional dessa frutífera. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições de cinco tratamentos, que consistiram na aplicação de lodo têxtil nas doses de 10, 15, 20 e 30 g por vaso (base seca), correspondendo a 10, 15, 20 e 30 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, além da testemunha sem aplicação do resíduo. As mudas receberam adubação básica com N, P, K, Zn e B nas doses de 300, 450, 150, 5,0 e 0,5 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente. A unidade experimental foi constituída por vasos com 2 dm<sup>3</sup> de amostra de um Latossolo Vermelho distrófico (V = 29%).

Após 100 dias da semeadura, o lodo têxtil corrigiu a acidez do solo. Entretanto, em doses superiores a 10 t ha<sup>-1</sup>, promoveu a morte das plantas. O lodo têxtil aumentou os teores de N, K, S, B, Mn e Zn, diminuiu os de Ca e Mg e não alterou os de Cu e Fe da parte aérea das mudas.

**Palavras chave:** *Passiflora edulis*, Efluente líquido, Indústria têxtil, Reciclagem, Nutrição mineral.

## ADSORÇÃO DE HERBICIDAS IÔNICOS (2,4-D e ATRAZINA) EM LATOSSOLOS BRASILEIROS

Obata Mouriño Rodrigo e Ilza Lobo

*Departamento de Química, Universidade Estadual de Londrina, Londrina (Paraná, Brasil). <lobo@uel.br>.*

As atividades humanas estão intimamente relacionadas com a dispersão de substâncias químicas no ambiente, as quais são distribuídas aos diferentes compartimentos do ambiente natural. Os solos controlam a mobilidade dos poluentes orgânicos para as águas superficiais, subterrâneas ou ainda para a biosfera por adsorção ou degradação química ou biológica. A persistência residual dos herbicidas no solo depende tanto das características do composto em questão quanto do solo onde está sendo aplicado e das condições climáticas. A adsorção é um dos principais processos que afetam a interação entre o herbicida e a fase sólida do solo, influenciando diretamente a magnitude do efeito de outros fatores como biodegradabilidade e lixiviação.

Neste trabalho, foram selecionados dois herbicidas comumente usados na agricultura e com diferentes propriedades químicas, principalmente com relação à capacidade de ionização da molécula: Atrazina (fracamente básica) e 2,4-D (fracamente ácida) e dois solos com diferentes propriedades físicas e químicas. O comportamento dos herbicidas nestes solos foi avaliado correlacionando a capacidade de adsorção com as propriedades físico-químicas dos solos e a estrutura química dos herbicidas. Para isto foram determinadas: (1) a capacidade de adsorção através das isotermas, em dois solos com diferentes propriedades, e (2) as propriedades físicas e químicas dos dois solos. As isotermas de adsorção foram obtidas através da quantidade de herbicida adsorvido e na solução em equilíbrio, determinadas através de análises por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em diferentes valores de pH (próximo, acima e abaixo do PCZ). As propriedades físicas e químicas dos solos foram avaliadas através das análises de pH, textura, superfície específica, mineralogia, ponto de carga zero (PCZ), teor de matéria orgânica e superfície específica.

O solo de textura mais fina, comparado ao solo com menor teor de argila apresentou maiores valores de superfície específica ( $85,2 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ), CTC ( $11,9 \text{ cmol kg}^{-1}$ ), pH (4,38), teor de matéria orgânica (1,58%), PCZ (4,38) e diferente mineralogia (maior % de caulinita e menor de óxidos). O solo argiloso apresentou maior adsorção comparada ao solo com menor teor de argila, para as três condições: no pH natural do solo (próximo ao PCZ), em  $\text{pH} < \text{PCZ}$  e em  $\text{pH} > \text{PCZ}$  para os herbicidas iônicos 2,4-D e Atrazina ( $K_d=2,11$ ;  $K_d=1,03$  e  $K_d=0,60$ , respectivamente, para 2,4-D e  $K_d=0,85$ ;  $K_d=0,98$  e  $K_d=0,22$  para Atrazina). Para o solo com menor teor de argila os valores

obtidos para 2,4-D e Atrazina foram:  $K_d = 1,58$ ;  $K_d = 0,66$  e  $K_d = 0,35$  para 2,4-D e  $K_d = 0,72$ ;  $K_d = 0,92$  e  $K_d = 0,06$  para Atrazina, respectivamente. Os herbicidas apresentaram comportamentos diferentes em valores de pH próximo, acima ou abaixo do PCZ, demonstrando forte influência do pH sobre a ionização do herbicida e sobre as cargas elétricas superficiais variáveis na adsorção de compostos ionizáveis.

**Palavras chaves:** 2,4-D, Atrazina, Adsorção, CLAE, Herbicidas, Latossolos brasileiros.

## DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN SUELOS CULTIVADOS DEL EJE NEOVOLCÁNICO MEXICANO

**Juliana Padilla<sup>1</sup>, Sara Covaleta<sup>2</sup>, Silvia Pajares<sup>2</sup>, Juan F. Gallardo<sup>2</sup>,  
Jorge D. Etchevers<sup>1</sup> y Lorena Alonso<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduado de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <jetchev@colpos.mx>.

<sup>2</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Aptado. 257, Salamanca 37071 (España). <jgallard@usal.es>.

La agricultura de subsistencia en México enfrenta una situación poco favorable desde el punto de vista de la producción y conservación del suelo. El medio rural mexicano se encuentra actualmente empobrecido y en proceso de abandono, lo que ha llevado a una búsqueda de alternativas a los sistemas de cultivo tradicional como pueden ser el manejo conservacionista, el cual intenta dar respuesta a la necesidad de preservar el suelo proponiendo distintas medidas: Labranza mínima, adición de residuos de cosecha, uso de abonos orgánicos, etc. El estudio de la fertilidad de estos suelos se ha centrado principalmente en los macroelementos, pero resulta también de gran interés el estudio de los micronutrientes ya que, aunque su contenido total es bastante estable en el tiempo, la cantidad en la que están disponibles para la vegetación es más dinámica, puesto que depende de factores climáticos y de características edáficas. Por otra parte, en los cultivos agrícolas, la concentración de micronutrientes puede estar influenciada por la aplicación de fertilizantes, como los fosfatados, los cuales contienen trazas de micronutrientes.

En el presente Trabajo se estudiaron algunos micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn) potencialmente asimilables por el cultivo en terrenos agrícolas sobre suelos volcánicos degradados en los que se ensayaron diferentes tratamientos alternativos al sistema tradicional.

El área de estudio se sitúa en el Eje Neovolcánico Mexicano, en el Estado de Michoacán. El suelo es un *Acrisol* con un horizonte *Ap*, troncado por procesos de erosión previos y bastante arcilloso (50-60 % de fracción arcilla), con predominancia de óxidos e hidróxidos de Fe. En 2002 se establecieron cuatro sistemas de manejo agronómico en parcelas experimentales de 1000 m<sup>2</sup>: Manejo tradicional (Tt), Manejo orgánico (To); Manejo tradicional mejorado (Tm) y el sistema de 'año y vez' (Tb). La siembra fue de haba en 2002, avena en 2003 y maíz en 2004. En 2003 se aplicó en las parcelas 5 Mg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>, con lo que el pH incrementó principalmente en la capa arable, disminuyendo en intensidad con la profundidad, el tratamiento Tb fue el más influenciado. El valor medio del COS incrementó notablemente de 10 a 20 cm, sobre todo en el tratamiento To. El Nt mostró una tendencia a disminuir en los 10 primeros cm, sobre todo en el Tt y Tb;

sin embargo, entre 10-20 y 20-40 cm los contenidos de Nt se mantuvieron sin cambios significativos. Como consecuencia del incremento del COS y disminución del Nt la relación C/N aumentó en todos los casos. El P extraíble (Bray) se incrementó en todos los tratamientos en las profundidades de 0-10 y 10-20 cm, destacándose los manejos Tm y To. Un año después del encalado el Mn asimilable experimentó un notable decrecimiento de su concentración original en 0-10 cm y 10-20 cm. La concentración del Fe asimilable se mantuvo sin cambios en las profundidades de 0-10 cm y 20-40 cm; sin embargo, de 10 a 20 cm se observó un aumento significativo, principalmente con los tratamientos To y Tb. También el Zn asimilable aumentó significativamente de 10 a 20 cm de profundidad, sobre todo con esos dos manejos. Los valores de Cu resultaron ser muy bajos en todos los tratamientos. La concentración nutrimental en la capa de 20-40 cm no manifestó cambios sustanciales por efecto de los tratamientos. El análisis de correlación efectuado confirma la influencia del pH y la MOS en la asimilabilidad de los elementos edáficos.

Los tratamientos To y Tm parecen ejercer una influencia positiva en los contenidos nutrimentales; sin embargo, se requiere de mayores aportes en el tiempo o producir otras fuentes nutrimentales de mayor calidad (sobre todo respecto a Cu) a los generalmente añadidos por el productor para asegurar un abastecimiento adecuado para rendimientos óptimos.

**Palabras clave:** Manejos agrícolas, *Acrisol*, Méjico, Materia orgánica del suelo, Micro-nutrientes.

## INFLUENCIA DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS VOLCÁNICOS MEJICANOS EN LA POBLACIÓN MICROBIANA

Silvia Pajares<sup>1</sup>, Ronald Ferrera-Cerrato<sup>2</sup> y Juan F. Gallardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> C.S.I.C., Aptado. 257, Salamanca 37071 (España). <jgallard@usal.es>.

<sup>2</sup> I.R.N., Colegio de Postgraduado de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <spajares@colpos.mx>.

Se hizo un conteo de microorganismos totales y específicos, mediante la técnica de disolución seriada y vaciado en placa con medio selectivo, en una catena de suelos de origen volcánico, con el objetivo de estudiar la relación existente entre la abundancia microbiana, los grupos de microorganismos y el nivel de degradación de estos suelos.

El trabajo se llevó a cabo en una toposecuencia ubicada en el eje Neovolcánico mejicano, concretamente en el volcán del Tláloc (Estado de México), en los meses de Julio (inicio de la época de lluvia) y Agosto (plena época de lluvia) de 2004. Las asociaciones forestales estudiadas fueron: pino-encino (PE), pastizal culminal (PC), pino reforestado (PR), tepetate desnudo (TD) en un área muy erosionada, y formaciones halófitas del ex-lago de Texcoco (LT). Estos sitios se sitúan a 3000, 2950, 2700, 2650 y 2220 m s.n.m., respectivamente. Los suelos son *Andosoles* (PE), *Luvisoles* (PC), *tepetates* (PR y TD) y sedimentos del ex-lago Texcoco desecado (LT). El clima es templado subhúmedo, fluctuando las temperaturas medias anuales entre 12 y 18 °C, con lluvias en verano, oscilando la precipitación media anual entre 700 y 1000 mm a<sup>-1</sup>.

La población microbiana fue escasa en la zona más erosionada (TD) debido a que se trata de un sustrato sedimentario sin cubierta vegetal y con baja disponibilidad de reserva carbonada y N. Mientras que los suelos mejor conservados (PE y ZC) tuvieron una elevada abundancia microbiana, ya que estas zonas están cubiertas por abundante vegetación poco alterada antropozógenamente.

El mes de muestreo también influyó en la microbiología edáfica, apareciendo los valores más altos en el mes de mayores lluvias (Agosto); por consiguiente, la temperatura y, sobre todo, la humedad influyen considerablemente en el desarrollo microbiano.

**Palabras clave:** Eje Neovolcánico mejicano, Catena, Tepetate, Población microbiana edáfica.

## ACTIVIDAD DE LA ENZIMA PROTEASA EN SUELOS CAFETALEROS DEL SECTOR VITÚ (ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA)

**J. Paolini, E. San Blas y H. Ramos**

*I.V.I.C., Centro de Ecología, Apdo. 21827, Caracas 1020-A (Venezuela). <jpaolini@ivic.ve>.*

Las proteínas en el suelo representan una fuente de N fácilmente movilizable y su hidrólisis es catalizada por un grupo de enzimas denominadas proteasas, las cuales son sintetizadas por bacterias, hongos y actinomicetos. Estas proteasas pueden ser estabilizadas en la matriz del suelo bien por adsorción a las sustancias húmicas o a los minerales arcillosos.

El presente estudio fue realizado en dos cafetales bajo sombra del Sector Vitú, Estado Trujillo (Venezuela). Se ensayaron los siguientes sistemas: Sistema A cafetal sin ninguna práctica de manejo, variedad caturra rojo y caturra amarillo de aproximadamente 10 años de edad, con distancia entre planta de 1 m y Sistema B cafetal bajo manejo conservacionista, variedad caturra rojo y café criollo con edades comprendidas entre 10 y 14 años, con distancia de 1–1,3 m entre plantas. En cada agroecosistema se delimitaron tres parcelas de 100 m x 100 m y se recolectaron tres muestras compuestas a nivel superficial (0-5 cm) por cada parcela para un total de nueve (9) muestras de suelos por agroecosistema. Se emplearon dos tipos de sustrato en el método enzimático: caseína y N-Benzoil-L-Arginamida (BAA). Las condiciones experimentales estudiadas del ensayo enzimático fueron: Cantidad de suelo, concentración de sustrato y tiempo de incubación.

En el Sistema A se detectaron las mayores actividades para ambos tipos de proteasas.

**Palabras clave:** Enzimas, Proteasas, Suelos, Café.

## ESTUDIO COMPARATIVO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TRES HERBICIDAS DE USO COMÚN EN CULTIVOS DE SOJA Y TRIGO

**C. Pessagno Romina y María dos Santos Afonso**

*Instituto de Química Física de Materiales, Ambiente y Energía (INQUIMAE) y Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria Pabellón II 3er Piso, Ciudad Autónoma de Buenos Aires C1428EHA (Argentina). <rpessagno@qi.fcen.uba.ar>.*

Los herbicidas de la familia de las sulfonilureas son ampliamente utilizados para el control de malezas de hoja ancha en diferentes tipos de cultivos. La aplicación de herbicidas residuales solos o en combinación con glifosato, para el control de malezas en barbechos de siembra directa es una práctica habitual en nuestra región. Una de las características más relevantes del grupo de las sulfonilureas es su moderada a alta residualidad en el suelo. La fitotoxicidad depende del principio activo, las condiciones ambientales y de la especie cultivada a tratar. Las sulfonilureas son inhibidores meristemáticos con actividad tanto foliar como en el suelo y controlan las malezas de hoja ancha mejor que los pastos. A este grupo de herbicidas pertenecen el clor-sulfurón, el clorimurón-etilo, el metsulfurón-metilo y el sulfometurón-metilo, entre otros. El clorimurón-etilo (CHLO) controla malezas de hoja ancha en soja como herbicida de postemergencia, mientras que el metsulfurón-metilo (MTS) se usa para cebada, avena, trigo y control de malezas en áreas no cultivadas. La deposición en suelos, la escorrentía y los procesos de adsorción y lixiviado contribuyen a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, siendo la hidrólisis uno de los procesos más importantes de disipación de estos herbicidas en los medios naturales. La evaluación de los parámetros termodinámicos y cinéticos de estos procesos es una herramienta importantísima a la hora de formular modelos que permitan estimar el destino y comportamiento de estos compuestos en un medio natural. El glifosato (N-fosfonometilglicina); (GPS) es uno de los herbicidas de uso más difundido en Argentina y en el mundo. Este herbicida es no selectivo, post-emergente y de amplio espectro, utilizado mundialmente en grandes cantidades para el control de malezas. Este compuesto y sus productos de degradación forman complejos con algunos iones metálicos presentes en las aguas naturales y son fuertemente adsorbidos sobre óxidos de hierro, arcillas y suelos.

En este trabajo se presenta un estudio comparativo del impacto ambiental de los tres herbicidas: CHLO, usado mayoritariamente en cultivos de soja, MTS utilizado en cultivos de trigo y GPS, utilizado en un amplio espectro de tipos de cultivos.

Suspensiones acuosas de suelos en presencia de una concentración conocida del herbicida fueron equilibradas a diferentes valores de pH durante 24 h. Estas suspensiones fueron, posteriormente centrifugadas y filtradas, determinándose en el líquido de filtrado la concentración del herbicida y de sus productos intermediarios y finales de degradación. Los métodos analíticos utilizados fueron cromatografía gaseosa acoplada a espectroscopía de masas (CG-EM), y/o espectroscopía de emisión atómica por plasma de acoplamiento inductivo (ICP) y/o cromatografía iónica (CI).

Para determinar las velocidades de permeabilidad de los herbicidas y sus productos de degradación se realizaron ensayos en columnas empaquetadas con suelos en condiciones de pH, temperatura y humedad controlados. Los procesos de permeabilidad y degradación de estos compuestos fueron interpretados en función de sus diferentes estructuras moleculares y propiedades químicas asociadas.

**Palabras clave:** Glifosato, Clorimurón-etilo, Metsulfurón-metilo, Adsorción, Degradación.

# ADSORCIÓN DE NITRATO EN UN SUELO VOLCÁNICO MEXICANO: COMPETENCIA CON EL CLORURO Y EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA

**B. Prado<sup>1</sup>, C. Duwig<sup>1</sup>, M. Escudey<sup>2</sup>, C. Hidalgo<sup>3</sup> y J. Padilla<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> IRD, c/o Colegio de Postgraduados de Montecillo. Laboratorio de Fertilidad de Suelo, Texcoco 56230 (México). <blanca.prado@hmg.inpg.fr>.

<sup>2</sup> Departamento de Química de los Materiales, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, Santiago (Chile).

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo. Laboratorio de Fertilidad de Suelo, Texcoco 56230 (México). <hidalgo@colpos.mx>.

Los fertilizantes nitrogenados son ampliamente utilizados en México. La aplicación de éstos de manera inadecuada y, en ocasiones, incontrolada por parte de productores empresariales ha generado contaminación del agua con nitratos en algunas partes del país. La dinámica de los nitratos en los suelos ha sido ampliamente estudiada en suelos con arcillas silicatadas cristalinas (montmorillonitas, etc.); sin embargo, los estudios de este tipo realizados en suelos volcánicos son escasos a pesar que éstos presentan características que los hacen altamente productivos: Alta retención de agua, buena permeabilidad, contenido alto de materia orgánica edáfica (MOS), entre otros. La presencia de elementos amorfos, que les confieren una carga variable, hace complicado el estudio de la dinámica de aniones y cationes en ellos.

En el presente trabajo se estudia un suelo volcánico mexicano localizado en la cuenca hidrológica de Valle de Bravo, dentro del Sistema Volcánico Transversal. La cuenca es explotada agronómicamente y es una reserva de agua potable, lo que hace indispensable la caracterización del comportamiento del nitrato en el suelo. El objetivo del trabajo fue analizar la adsorción del nitrato en el suelo de la cuenca evaluar el efecto de la MOS en la capacidad de adsorción del anión y apreciar el efecto que la presencia del cloruro tiene en la adsorción del nitrato. Se realizaron experimentos en *Batch*, utilizando suelo sin ningún tratamiento y suelo sin materia orgánica.

La adsorción del nitrato en el suelo volcánico estudiado siguió el modelo lineal de Freundlich. Los principales contribuyentes a la capacidad de adsorción del nitrato del suelo fueron la MOS en los primeros 55 cm y los elementos amorfos a partir de 80 cm de profundidad. La materia orgánica recubre las arcillas, reduciendo con ello el efecto del alofano en la capacidad de adsorción aniónica del suelo.

**Palabras clave:** Andosol, Nitratos, Materia orgánica del suelo, Isotermas de adsorción, México.

## ACUMULACIÓN EN SUELOS AGRÍCOLAS DE COBRE, NÍQUEL, PLOMO Y ZINC PROCEDENTES DE LODOS DE DEPURADORA URBANA

Pablo Rodríguez, Saleta González, M.<sup>a</sup> José Lema

Estación Fitopatológica “do Areeiro”. Excm<sup>a</sup>. Diputación Provincial de Pontevedra. Subida a la Robleda s/n, Pontevedra 36153 (España). <prodriguez@efa-dip.org>.

Debido al crecimiento del número de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) en los últimos años se ha producido un elevado incremento de los residuos generados, esencialmente lodos orgánicos, que plantean serios problemas a la hora de su almacenamiento o eliminación. Una de las vías prioritarias para su valorización es la aplicación a suelos de uso agrícola con fines de fertilización y reciclaje de los nutrientes, si bien se debe tener en cuenta que estos residuos contienen niveles elevados de elementos potencialmente tóxicos como son los metales pesados.

Se planteó un ensayo para evaluar la capacidad receptora máxima de lodos de EDAR en suelos agrícolas. Para ello se aplicaron cantidades crecientes de lodos de EDAR en dosis entre 5 y 100 t ha<sup>-1</sup> (peso fresco) a dos suelos agrícolas ácidos derivados de granito, en macetas de 5 L de capacidad. Estos tratamientos se han repetido en 4 ocasiones en un corto período de tiempo, aplicándose así cantidades acumuladas de lodos comprendidas entre 20 y 400 t ha<sup>-1</sup>, con un total de 32 tratamientos por cada suelo. Se determinaron los metales totales extraídos con agua regia, así como los metales disponibles extraídos con *DTPA* en las 192 réplicas finales.

Se produjo un incremento de los niveles totales de Cu, Zn, Ni y Pb con la aplicación de dosis crecientes de lodos, superándose los límites establecidos por la actual legislación para el Cu, Ni y Pb con los aportes acumulados de lodos de más de 280 t ha<sup>-1</sup>. De la misma forma se ha producido un aumento en los niveles biodisponibles (extraídos con *DTPA*) de Cu, Zn y Ni, siendo más acentuado este incremento para el Cu y el Zn, alcanzándose valores finales de 10 y 20 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, no observándose ninguna variación destacable en el caso del Pb. Para el Cu, Zn y Ni la aplicación de lodos en dosis crecientes provocó un aumento de la relación metal disponible/metal total, pasando de niveles de en torno al 10 al 15 % en el Cu, del 1 al 15 % para el Zn y del 1 al 4 % en el caso del Ni. En cambio, para el Pb esta tendencia no se reprodujo, indicando por tanto que este metal tiene una movilidad menor en el suelo y, como consecuencia, su disponibilidad para los cultivos será menor.

**Palabras clave:** Lodos de depuradora, Metales pesados, Suelos agrícolas.

## EFFECTO DE UN GEL HIDROFÍLICO FERTILIZANTE SOBRE EL SUELO Y LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE Y TRIGO

F. Rodríguez-Neave, J. Pineda-Pineda, M. A. Vergara-Sánchez,  
R. García-Pérez, A. Vázquez-Alarcón

Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos; Texcoco (México).  
<neavef@yahoo.com.mx>.

El uso de polímeros sintéticos constituye una práctica agrícola orientada a la restauración y rehabilitación de suelos degradados. Se han realizado estudios sobre la influencia de dichos polímeros en la nutrición de los cultivos, en el control de la erosión y retención de nutrimentos, así como en la infiltración y retención de humedad, demostrándose que tienen potencial en el ámbito agrícola y en la protección ambiental. El *POLYTER* es un gel hidrofílico biodegradable mezclado con nutrimentos. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del *POLYTER* sobre la retención de humedad y la disponibilidad nutrimental del suelo, así como en el crecimiento y desarrollo del jitomate (*Solanum lycopersicum* L) y trigo (*Triticum aestivum*) bajo diferentes condiciones de humedad y fertilización en invernadero. El trabajo se realizó en 2004. Se utilizó el híbrido Romana (F1) de *Western Seed* para jitomate y la variedad *Tlaxcala C-Y-02* para trigo. El suelo utilizado presentó los siguientes atributos: pH = 7,8. textura arcillo-limosa, 2,96% de MOS, P asimilable (32,5 mg kg<sup>-1</sup>), K asimilable (706 mg kg<sup>-1</sup>), Ca extraíble (4,117 mg kg<sup>-1</sup>), Mg extraíble (705 mg kg<sup>-1</sup>), Fe extraíble (14,3 mg kg<sup>-1</sup>), Cu extraíble (1,17 mg kg<sup>-1</sup>), Zn asimilable (5,1 mg kg<sup>-1</sup>) y Mn extraíble (7,6 mg kg<sup>-1</sup>). El hidrogel utilizado *POLYTER* (P), con una granulometría de 3 a 5 mm, retiene humedad de 160 a 500 veces su peso y por una riqueza de NPK del 3%, además de B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn cuya concentración no especifica. Se usó un diseño factorial; se probaron dos niveles de *POLYTER* (0 y 2 g kg<sup>-1</sup> de suelo seco), tres niveles de fertilización [0,125-75-150 (más solución nutritiva) y 250-150-300 (más solución nutritiva)] y dos niveles de humedad utilizable (50-60% y 100%). Se manejaron 4 repeticiones cada una en una bolsa de polietileno con 12 kg de suelo y una planta de jitomate o 25 de trigo. El *POLYTER* se mezcló con el suelo al inicio del experimento. Las variables evaluadas fueron: a) en el suelo: Curva de retención de humedad y contenido de nutrimentos aprovechables al inicio del experimento y y; b) en la planta: Biomasa aérea, rendimiento total y comercial de fruto y número de frutos totales y comerciales.

En el suelo, el *POLYTER* promovió un incremento en la capacidad de campo de 32,1% a 37,8% y el punto de marchitamiento permanente de 16,5% a 18,25%, lo cual se traduce en una mayor retención de humedad y humedad útil. La MOS se incrementó en un 45%, el N inorgánico en un

133% y el P asimilable en un 57%; mientras que el K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn asimilables no tuvieron un cambio significativo. En jitomate el *POLYTER* incrementó significativamente el rendimiento total de jitomate hasta un 20% bajo condiciones de estrés de humedad y un 31% en ausencia de fertilización. En número total de frutos se observaron incrementos de hasta un 24% bajo estrés hídrico y un 19% en ausencia de fertilización. En la producción de frutos comerciales, se observó un incremento del 11% en promedio en ambas condiciones. En la producción de trigo la adición de *POLYTER* tuvo un efecto significativo en la producción de grano, hasta de un 26% sin presencia de fertilizante; incremento similar ocurrió en la producción de paja. Dado que *POLYTER* manifestó efectos positivos en condiciones de estrés de humedad y en situaciones de fertilización deficiente, su uso permitiría el cultivo de suelos con limitaciones ambientales de humedad y/o escasa fertilidad.

**Palabras clave:** Uso eficiente del agua, Hidrogeles, Humedad del suelo.

# LIXIVIAÇÃO DE AMÔNIO, NITRATO, POTÁSSIO E FÓSFORO QUANDO APLICADOS NA FORMA DE FERTILIZANTES FORMULADOS POR FERTIRRIGAÇÃO

**Alberto Ruiz Hugo<sup>1</sup>, Agno Tadeu da Silva<sup>2</sup>, Víctor Hugo Alvarez<sup>1</sup>,  
Paulo Afonso Ferreira<sup>1</sup>, Reinaldo Bertola Cantarutti<sup>1</sup>  
y Guilherme Kangussú Donagemma<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa 36570-000 (MG, Brasil). <hruiz@ufv.br>, <vhav@ufv.br>, <pafonso@ufv.br> y <cantarutti@ufv.br>.

<sup>2</sup> Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), Dorcas de Rio Preto 29580-000 (ES, Brasil). <agnosilva@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Solos), Jardim Botânico, Rio de Janeiro 22460-000 (RJ, Brasil). <gkdonagemma@yahoo.com.br>.

A fertirrigação é a técnica que consiste na aplicação simultânea de água e fertilizantes por meio de um sistema de irrigação. Uma fertirrigação eficiente exige a localização dos nutrientes na profundidade de máxima densidade de raízes. A aplicação fora do alcance das raízes das plantas, por excesso de água, além de diminuir a eficiência da adubação, aumenta o risco de contaminação das águas subsuperficiais. O objetivo deste trabalho foi determinar a lixiviação do amônio, do nitrato, do potássio e do fósforo aplicados por fertirrigação na forma de fertilizantes formulados, usando colunas com amostras de quatro Latossolos de Minas Gerais, (Brasil). Assim, realizou-se um ensaio de laboratório, em amostras retiradas até a profundidade de -40 cm de dois Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, de um Latossolo Vermelho distroférico e de um Latossolo Vermelho distrófico. Os tratamentos corresponderam a um fatorial 4 x 3 x 3, sendo os quatro solos apontados, três formulações comerciais indicadas para fertirrigação (15-30-15, 6-12-36 e 15-5-30), em doses calculadas para incorporar 20 mg dm<sup>-3</sup> de P, e três lâminas de irrigação, correspondentes a fertirrigação com 0,20 volume de poros (F); fertirrigação seguida de irrigação com igual volume de água (F + I); e fertirrigação seguida de duas irrigações semelhantes (F + I + I).

Cada unidade experimental foi constituída de 11 anéis de PVC, de 6,6 cm de diâmetro interno e 7,0 cm de altura. O recipiente assim formado foi preenchido com o solo peneirado por malha de 4 mm até 7,0 cm da borda superior, formando uma coluna de solo de 70 cm de altura e volume de 2,4 dm<sup>3</sup>. Com a finalidade de homogeneizar a umidade do solo aplicou-se lâmina de água deionizada correspondente a 0,7 volume de poros, cinco dias antes do começo do ensaio. Inicialmente aplicaram-se os tratamentos F + I + I e, na seqüência, os tratamentos F + I e F, com intervalos de cinco dias de forma a finalizar o ensaio na mesma data. Após cada fertirrigação ou irrigação recolheu-se o lixiviado, determinando-se o volume e reservando

alíquota para posterior análise. Na solução percolada, determinou-se a concentração de  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$  e de P por colorimetria, e de K por fotometria de chama. Nestas soluções também foi determinada a condutividade elétrica e o pH. A concentração de  $\text{PO}_4^{3-}$  na solução percolada foi inferior ao limite de detecção do método utilizado. Com o volume de lixiviado e a concentração de  $\text{N-NH}_4^+$ , de  $\text{N-NO}_3^-$  e de K na solução calculou-se a quantidade perdida por lixiviação.

A condutividade elétrica da solução percolada, quando estatisticamente diferente, alterou-se em resposta às lâminas de irrigação, havendo perda crescente de eletrólitos com a irrigação. Poucas diferenças foram mostradas pelo pH. A lixiviação dos elementos estudados apresentou a seqüência:  $\text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ \gg \text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Essa constatação permite alertar para o risco de utilizar fertilizantes formulados na fertirrigação de Latossolos, o que pode levar à eventual contaminação de cursos de água com compostos nitrogenados e à localização excessivamente superficial de P, com menor aproveitamento por parte da cultura.

**Palavras chave:** Lixiviado, Nitrogênio, Condutividade elétrica, Latossolo, Oxisol.

## INFLUENCIA DAS PRÁTICAS CULTURAIS NA GESTÃO DAS RELAÇÕES AGRICULTURA/NATUREZA

**E. P. Sampaio**

*Departamento de Geociências, Universidade de Évora (Portugal). Tef: 266.745300;  
fax: 266.745397. <ems@uevora.pt>.*

Agricultura e natureza exercem influências profundas uma na outra, estabelecendo entre si relações bastante complexas. De facto, a agricultura mantém um largo espectro de espécies que lhe confiam a sua sobrevivência e, simultaneamente, as práticas agrícolas podem ter efeitos adversos em alguns recursos naturais. Processos de degradação do solo, tais como, desertificação, erosão, redução do teor de matéria orgânica do solo (MOS), contaminação, salinização, compactação e redução em biodiversidade, podem causar perdas na capacidade do solo exercer as suas funções. Contudo, a agricultura também pode contribuir com soluções para os desafios da mudança global do clima. O sequestro de carbono pode acontecer tanto por uma redução em perturbação do solo, como, por aumentar o carbono nele introduzido.

Assim sendo, um dos objectivos da agricultura deverá ser, alcançar o equilíbrio certo entre produção competitiva e respeito pela natureza e ambiente, por exemplo, no que refere à protecção do solo contra a erosão, manutenção da MOS e estrutura.

Ora, uma vez que a maioria dos solos explorados pelo homem, são aqueles em que o ser humano os tornou, é necessário, saber adequar os sistemas de exploração da terra às potencialidades edafo-climáticas, encontrando formas de utilização sustentáveis.

Deste modo, o objectivo deste trabalho é divulgar os resultados obtidos num ensaio onde se avaliou o comportamento e correlação entre a capacidade de armazenamento de água no solo, teor em MOS, estabilidade e distribuição de agregados e densidade aparente, num estudo comparativo entre dois sistemas diferentes de produção de cereais, sendo um deles com recurso a sementeiras directas ao longo de 10 anos consecutivos, ou seja, sistema conservador, e o outro com sementeiras tradicionais. Este estudo foi efectuado num *Vertic Cambisol* do Sul de Portugal (Beja).

Os resultados obtidos demonstraram que, tanto a capacidade de armazenamento de água, como o teor em MOS, como o coeficiente de agregação aumentaram no sistema de agricultura conservadora, enquanto a densidade aparente decresceu, observando-se as maiores diferenças nas camadas *Bw* e *CB*. Assim, aumentaram as potencialidades do solo evoluir no sentido da

recuperação das suas características e potencialidades naturais, favorecendo a capacidade de exercer as suas funções, tais como, gerir recursos hídricos, sequestrar C, permitir uma maior biodiversidade, resistir à erosão e compactação, entre outros. Além disso, verificou-se existir uma correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre todos estes indicadores e o tipo de sistema de produção.

Isto leva à confirmação dos efeitos conservadores deste sistema de produção alternativo, ao longo de 10 anos consecutivos, uma vez que estas alterações nas suas características, conduzem a maiores produtividades com menor consumo de factores de produção, mas acima de tudo, com maior rentabilização desses recursos sensíveis que o solo e a água são, num clima mediterrâneo.

**Palavras-chave:** Agricultura, Natureza, Solo, Água, Sistema de produção.

## IMPACTOS DE LA REHABILITACIÓN SOBRE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN LA CUENCA HIDROLÓGICA DE ZIRAHUÉN, MICHOACÁN (MÉXICO)

C. Sánchez-Brito<sup>1</sup>, A. Roldán-Garrigós<sup>2</sup>, M. Tiscareño-López<sup>1</sup>,  
F. Caravaca-Ballester<sup>2</sup>, M.T. Hernández<sup>2</sup>, C. García<sup>2</sup>, M. Velásquez-Valle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP, Morelia (Michoacán, México). <csbrito@integra.net.mx>.

<sup>2</sup> C.S.I.C., CEBAS, Murcia (España).

La actividad microbiana, desarrollada después de la incorporación de materia orgánica, es responsable de la formación de agregados y su estabilización. Existe una estrecha relación entre propiedades físicas y bioquímicas del suelo. Cuando la estructura se rompe el desprendimiento de las partículas y los escurrimientos se incrementan y la retención de agua e infiltración se reduce. Los índices de calidad del suelo se pueden obtener a partir de sus propiedades bioquímicas y se busca un índice de calidad bioquímica del suelo que permita hacer el diagnóstico. Existen más de 15 propiedades bioquímicas que pueden utilizarse para la obtención de índices y en este proyecto se destaca el uso de las enzimas, que son indicadores muy sensibles para medir en forma rápida los cambios que ocurren en el suelo, como un parámetro que define su calidad y que indirectamente está relacionado con la actividad biológica que ocurre en éste.

El objetivo de este trabajo es presentar avances de las transformaciones bioquímicas (actividad enzimática)-biológicas que tienen lugar en el suelo después de tratamientos de rehabilitación de cuencas hidrológicas. El sitio experimental se ubica en la cuenca hidrológica de Zirahuén, ubicada en la región templada lacustre Pátzcuaro- Zirahuén en el Estado de Michoacán (México). El sitio es representativo de la agricultura de ladera que se realiza en esta región. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano con un promedio anual de 1 000 mm a<sup>-1</sup>. La temperatura media anual es de 14,5 °C. Los suelos son de origen volcánico conocidos como Andosoles. La pendiente de los terrenos varía de 8 a 45 por ciento. El sistema de producción que predomina en la región es conocido como “año y vez”; en este sistema el productor un año siembra la tierra y el siguiente la descansa. Se instrumentaron cinco microcuencas naturales en terrenos de ladera. La superficie de cada microcuenca varió de 3500 a 4500 m<sup>2</sup>. En cada una de ellas se colocó una opción de producción sostenible diferente, como tratamiento posible para la rehabilitación de cuencas hidrológicas.

En la primera microcuenca se sembró avena para forraje en labranza mínima asociada con una leguminosa forrajera, veza *Vicia villosa* en la segunda, se estableció maíz para grano bajo el sistema “año y vez”; en la tercera, también se sembró maíz para grano, pero con cero labranza;

en la cuarta, se estableció una pradera de pasto llorón *Eragrostis curvula*; y en la quinta microcuenca se consideró una plantación de pinos. Como estructuras auxiliares en la evaluación de los impactos se utilizaron lotes de escurrimiento de 20 m de largo por 2 m de ancho, en donde se hicieron evaluaciones del impacto de los tratamientos de laboreo del suelo. Se determinaron cinco actividades enzimáticas (fosfatasa, ureasa, proteasa,  $\alpha$ -glucosidasa y dehidrogenasa). Los efectos de los tratamientos de rehabilitación y laboreo en las variables evaluadas se probaron en un análisis de varianza y se hicieron comparaciones entre medias (LSD). Se consideraron otros cuatro indicadores químicos que también se evaluaron para medir el impacto de las prácticas de rehabilitación. Los indicadores fueron: Carbono Orgánico Total (COT), Carbohidratos Solubles en Agua (CHSA), Carbono Hidrosoluble (CSA) y Biomasa de Carbono Microbiano (BCM).

Se concluye que es posible mejorar la calidad de los suelos con restauración de su estructura, actividad microbiana y la actividad enzimática, en tierras agrícolas degradadas, a través de la implementación de nuevas opciones productivas, como la labranza conservacionista y la aplicación de residuos de cosecha, uso de pastos y el uso de plantaciones forestales. En particular, para maíz, el tratamiento combinado de labranza conservacionista con una cobertura de 33 % de residuos de la cosecha anterior e incorporando una leguminosa se puede considerar una tecnología efectiva, debido a su rapidez para mejorar la calidad de los suelos.

**Palabras clave:** Cuencas, Rehabilitación, Calidad del Suelo, Actividad Enzimática.

## CAMBIOS EDÁFICOS PRODUCIDOS POR EL USO CITRÍCOLA EN UN OXISOL DE MISIONES (ARGENTINA)

**Marcela Toledo Diana, Carlos Dalurzo Humberto y Sara Vázquez**

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral  
2131. Corrientes 3400 (República Argentina). <toledo@agr.unne.edu.ar>

En los últimos años el cultivo de *Citrus* ha adquirido gran importancia económica en diferentes suelos de Misiones entre los cuales se encuentran los Oxisoles fácilmente erosionables.

El objetivo de este estudio fue estimar el efecto del sistema de producción citrícola sobre algunas propiedades químicas y biológicas del suelo, a fin de evaluar los cambios edáficos producidos.

Se estableció un ensayo en un *Eutrudox* ródico con dos tratamientos: Selva subtropical (Sv) y uso citrícola fertilizado con N-P-K (Ci). El diseño fue en bloques completos aleatorizados, con cuatro parcelas de 900 m<sup>2</sup> por tratamiento. Se tomaron muestras compuestas de 0-10 cm de profundidad. Se determinaron: pH, carbono orgánico edáfico (COS), materia orgánica particulada (MOP), P asimilable (Pa), actividad de la fosfatasa ácida (APA), respiración del suelo (RES), N total (Nt), N potencialmente mineralizable (Npm), P total (PT) y fósforo orgánico (PO). Con los datos obtenidos se aplicó análisis de la varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para las comparaciones entre las medias de los tratamientos.

El pH no presentó diferencias estadísticamente significativas entre la Sv (4,87) y el Ci (4,76). El contenido promedio de COS fue mayor en la Sv (40,3 g kg<sup>-1</sup>) coincidiendo con valores más elevados de RES (47,3 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>) y de APA (684 mg de p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) atribuidos a una mayor cantidad de sustratos disponibles para la flora y fauna. En el Ci el COS fue de 23,5 g kg<sup>-1</sup>, la RES de 33,4 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> y la APA de 270 mg de p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Este último valor se debió al aumento del Pa como respuesta a la fertilización del cultivo, provocando la disminución de la actividad enzimática.

La MOP fue menor en el Ci (9,0 g kg<sup>-1</sup>) que en la Sv (13,8 g kg<sup>-1</sup>), con diferencias significativas ( $P < 0,023$ ). El porcentaje de MOP, dentro de la MO total, fue en promedio para la selva de 34 % y para *Citrus* de 38 %. Estos resultados son atribuidos al aporte permanente de la cobertura vegetal y de las raíces de las gramíneas existentes entre las líneas de plantación.

En la Sv los contenidos de Nt (3,4 g kg<sup>-1</sup>) y de Npm (74,5 mg kg<sup>-1</sup>) fueron mayores que en el Ci (1,9 g kg<sup>-1</sup> y 53,7 mg kg<sup>-1</sup>). El aporte de N al cultivo no suplió la gran diferencia en el contenido de COS existente entre los tratamientos.

El contenido promedio de PT para Sv y Ci fue de 854 y 816 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, sin diferencias significativas. El sistema prístino presentó este valor debido principalmente a la contribución del PO (364 mg kg<sup>-1</sup>) que se origina por el gran aporte de MOS y la mayor actividad de la APA. El alto contenido de PT para Ci puede ser atribuido a un mayor contenido de P inorgánico (601,6 mg kg<sup>-1</sup> en Ci y 489,3 mg kg<sup>-1</sup> en Sv) por los aportes de las fertilizaciones fosfatadas que permitió mantener el contenido de PT en niveles similares a la situación prístina. El PO disminuyó un 31 % en el Ci debido a la intensa mineralización que ocurre en los suelos de trópicos y subtrópicos húmedos.

Concluyendo, el COS, la MOP, la RES y la APA fueron las propiedades más afectadas cuando se reemplaza la selva por el cultivo de *Citrus* en Oxisoles de Misiones (Argentina).

**Palabras clave:** Oxisoles, *Citrus*, C orgánico edáfico, P edáfico, Respiración del suelo.

## ADSORCIÓN DE Cu Y Zn, EN BENTONITA ARGENTINA Y SUS PRODUCTOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO Y MECÁNICO

R. M. Torres Sánchez<sup>1</sup>, P. Naranjo<sup>2</sup>, M. Farfán Torres<sup>2</sup> y E. Sham<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CETMIC, Camino Centenario y 506, M.B. Gonnet 1897 (Argentina).  
<rosats@netverk.com.ar>.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, Salta 4400 (Argentina).

A pesar que en bajas concentraciones tanto el Zn como el Cu son esenciales para la vida, en cantidad excesiva provocan la contaminación del medio ambiente trasladándose al ser humano por distintas vías. Suelos y aguas son depósitos finales de estas contaminaciones sobre las que se han dedicado estudios para evaluar su extensión de adsorción, viabilidad y eliminación. La montmorillonita es una de las arcillas comúnmente existentes en suelos y que se indica como buen adsorbente de Zn y el Cu y lograr su inmovilización en suelos.

La generación de mesoporos, por tratamiento térmico, que supone cambios de la estructura y de coordinación del Al (evidenciados en otra arcilla con estructura semejante: la caolinita), similares a los encontrados por tratamiento mecánico, llevó a estudiar la utilización de una montmorillonita argentina, sin tratar e intercambiada con Na, más los productos obtenidos de esta última con tratamientos mencionados, como adsorbentes de Cu y Zn.

Para evaluar los sitios de adsorción, de los metales indicados, se caracterizaron las muestras, determinando su área superficial (por adsorción de agua a humedad relativa constante), capacidad de intercambio catiónico y porosidad (por intrusión de Hg). La Difracción de Rayos X, permitió analizar la pureza de la muestra (por el método de Rietveld) y la modificación de la intercapa originada por las distintas adsorciones, por evaluación de la reflexión d(001).

La capacidad de intercambio iónico disminuyó con los tratamientos, siendo más importante la pérdida de la misma por el tratamiento mecánico que por el térmico, mientras que los valores de superficie específica disminuyeron 6 veces con el tratamiento mecánico y sólo dos con el tratamiento térmico.

La distribución acumulativa de tamaño de poro por volumen indicó un orden de volumen decreciente (716, 642, 634, 336 y 256 cm<sup>-3</sup> g<sup>-1</sup>), en correspondencia con los diámetros de poro medio (2,79; 0,36; 2,09; 0,08 y 0,03  $\mu$ m) para las muestras: Tratada térmicamente a 500 °C, tratada mecánicamente, sin tratar, sólo intercambiada con Na y tratada térmicamente a 350 °C. La muestra sin tratar presentó una distribución de tamaño de poro con un radio máximo de 1,93  $\mu$ m, mientras que las muestras tratadas térmica

y mecánicamente presentaron distribuciones bimodales, lo cual podría ser indicativo del ataque parcial de la estructura efectuado por dichos tratamientos.

La disminución de superficie específica con los tratamientos empleados no parece incidir en la cantidad de metales adsorbidos, indicando la constancia de sitios superficiales para retener a los mismos, los cuales podrían ser asignados al aumento de volumen de poros.

En general, se puede indicar que la adsorción de Zn genera un mayor ensanchamiento de la intercapa que el Cu, en todas las muestras. El mayor ensanchamiento, de la intercapa, encontrado en la muestra sin tratar respecto a la Na evidencia la competencia generada por el Na, obstaculizando la inserción de los metales en la intercapa.

El análisis del espaciado de la intercapa, conjuntamente con las curvas de adsorción obtenidas en presencia de fuerza iónica y sin ella de ambos metales postula la formación de complejos del tipo de esfera interna, en mayor cantidad para el Cu que el Zn en las muestras sin tratar y con Na. Mientras que en las muestras tratadas los metales estudiados parecen formar complejos de esfera externa y asociarse con otros sitios superficiales; específicos tipo óxido de Al para el Cu y sitios dependientes de pH para el Zn.

**Palabras clave:** Bentonita, Montmorillonita, Adsorción catiónica, Porosidad.

## EFFECTO DE LA TEMPERATURA, pH Y COSOLVENTE EN LA ADSORCIÓN DEL CYPRODINIL EN UN SUELO DE CULTIVO

Sara María Trelles Reinoso<sup>1</sup>, José Eugenio López Periago<sup>1</sup>,  
Manuel Arias Estévez<sup>1</sup> y Jesús Simal Gándara<sup>2</sup>

Área de Edafología y Química Agrícola<sup>1</sup>, área Nutrición y Bromatología<sup>2</sup>,  
Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias Ourense, Ourense 32004 (España).  
<edsara@uvigo.es>.

El cyprodinil (4-ciclopropil-6-metil-N-fenilpirimidina) es un fungicida sistémico recomendado para la prevención y tratamiento de varias enfermedades de origen fúngico que afectan a frutos y plantas. Al ser de reciente introducción existe poca información acerca de su interacción con el suelo. Se ha estudiado el efecto que tiene la temperatura, el pH y la fracción de cosolvente en la adsorción del *cyprodinil* en un suelo de cultivo mediante experimentos de equilibrio de adsorción.

Se encontró que la adsorción de este pesticida, ácido débil con un pKa de 4,4, es mayor a pH 7 que a pH 3, indicando una mayor capacidad de adsorción de la especie ionizada frente a la molecular, que se puede explicar por la actuación de iones  $\text{Ca}^{2+}$  del electrolito de fondo ( $\text{CaCl}_2$  0,05M), como puente catiónico entre el pesticida y el suelo. Se obtuvo que a medida que aumenta la proporción del cosolvente metanol (1,2, 5, 10, 20, 40 y 60 %) la retención en el suelo disminuye, posiblemente porque se favorece la forma soluble. La adsorción del *cyprodinil* a 25 °C fue mayor que a 10 °C. A partir de los datos experimentales de las isotermas de adsorción a estas dos temperaturas y a pH 5,5 se realizó una aproximación de la fuerza de interacción entre el *cyprodinil* y el suelo. La entalpía de adsorción obtenida aplicando la ecuación de Clausius-Clapeyron fue entre -4,2 y -12,2 kJ/mol para un intervalo de qe de 14,5 a 84,5 mg/kg, y sufre una disminución cuando aumenta la cantidad de *cyprodinil* absorbida a la fase sólida. Estos resultados indican que el proceso de adsorción es exotérmico y que la interacción entre la forma ionizada del pesticida y el suelo es débil.

**Palabras clave:** *Cyprodinil*, Adsorción, Suelo, Fungicidas.

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS AGRÍCOLAS TRADICIONALES E INTRODUCIDOS EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA (MÉXICO)

M. A. Vergara-Sánchez<sup>1</sup> y J. D. Etchevers<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Suelos, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo (México). <miguelvergara2005@yahoo.com.mx>.

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <jetchevers@colpos.mx>.

Los estudios y criterios para evaluar los cambios en la calidad del suelo son escasos en México a pesar de la creciente degradación de este recurso en el país. La pérdida de la calidad del suelo impacta no sólo el medio ambiente local y global, sino que representa un problema económico que se traduce en menor bienestar para los habitantes de la región impactada y para la humanidad. Se entiende por calidad del suelo su capacidad para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, lo cual implica: Sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana y el hábitat. Como la calidad del suelo no puede medirse directamente es necesario estimarla mediante la medición de propiedades de éste que puedan servir como indicadores. Constituyen buenos indicadores las propiedades físicas, químicas y biológicas que estén relacionadas con algunos de los procesos indicados anteriormente. Si bien las prácticas de manejo del suelo persiguen la finalidad de preparar y proporcionar las condiciones más adecuadas para el desarrollo del cultivo su implementación altera las propiedades o características del suelo. Surge, sin embargo, la duda de si esas modificaciones afectarán de forma positiva o negativa a este recurso natural en corto o largo plazo y, por lo tanto, su sostenibilidad.

Con base a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad del suelo en diferentes sistemas agrícolas tradicionales e introducidos en la Sierra Norte de Oaxaca (México) para concluir sobre su sustentabilidad. El trabajo fue realizado en tres microcuencas experimentales (Mazateca, Cuicateca y Mixe) en la Sierra Norte de Oaxaca (México), donde existen diversos sistemas de manejo de la tierra en áreas de ladera. En esas áreas se seleccionaron varios agrosistemas tradicionales representativos y recientemente introducidos en los cuales se realizó un muestreo de suelos a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm); en esas muestras se determinó un conjunto de indicadores químicos, físicos y biológicos (pH, COS, P Olsen, acidez intercambiable, K, Ca, Mg y Na intercambiables, CIC, humedad utilizable, conductividad hidráulica y actividad de microorganismos) para los cuales se usaron como patrón de referencia y comparación los indicadores obtenidos

en el sistema agrícola practicado por los agricultores de cada microcuenca (normalmente maíz en labranza tradicional). A los indicadores de los sistemas de referencia se les asignó una calidad de 100% y se compararon, en términos relativos, con los valores de los indicadores obtenidos en los otros agrosistemas de la misma microcuenca. Posteriormente los diversos indicadores se integraron en un Índice de Calidad del Suelo Cuantitativo, que se calculó sumando los valores relativos de los indicadores individuales, obteniéndose así un índice para cada uno de los sistemas estudiados en cada microcuenca.

El análisis general de los datos indicó que algunos sistemas que fueron introducidos en la microcuenca Mazateca no mejoraron la calidad del suelo, pues aumentaron el porcentaje relativo de un indicador considerado como perjudicial (acidez intercambiable) y disminuyeron otros indicadores considerados como benéficos para un sistema agrícola (COS y cationes intercambiables). Comportamiento diferente se observó en las microcuencas Mixe y Cuicateca. Estas diferencias se asociaron a las condiciones de manejo y clima de cada microcuenca. Los índices generados permitieron medir la distancia relativa de los diferentes sistemas de uso de la tierra a un referente y deducir el efecto del manejo sobre la calidad del suelo y su posible tendencia en el tiempo, pudiendo ser utilizados como base comparativa en evaluaciones sobre sustentabilidad.

**Palabras clave:** Calidad del suelo, Uso de la tierra, Manejo sustentable, Suelos de ladera.

## NITRATOS EN AGUA DE DRENAJE EN UN MAÍZ FERTILIZADO EN EL CENTRO SUR DE LA PAMPA HÚMEDA (ARGENTINA)

Martín Zamora<sup>1</sup>, José Luis Costa<sup>2</sup>, Hernán Echeverría<sup>2</sup> y Agustín Báez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Integrada de Barrow (INTA-MAA). Ruta Nac N.º 3, km 487. C.C. 50. Tres Arroyos 7500 (Argentina). <mzamora@correo.inta.gov.ar>.

<sup>2</sup> Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP-EEA INTA Balcarce. CC 276, Balcarce 7620 (Argentina).

Se proyecta un crecimiento de la producción mundial de granos del 100 % con referencia al año 2050. El incremento de las dosis de fertilización es uno de los medios para aumentar la producción. En Argentina, como ha ocurrido en países desarrollados, el consumo de fertilizantes ha tenido un continuo crecimiento desde hace dos décadas. Cuando se aumentan las dosis de fertilización, la eficiencia por unidad de fertilizante aplicado disminuye. La magnitud de la pérdida de N por lavado no ha sido aún medida en suelos del centro sur de la Región Pampeana Argentina. Los  $\text{NO}_3^-$ , generados a partir de la fertilización nitrogenada y las labranzas pueden contaminar el agua subterránea. La elevada frecuencia de contaminación de aguas subterráneas con  $\text{NO}_3^-$  crea la necesidad de estudiar este tipo de pérdida en suelos agrícolas de esta zona.

El objetivo de este Trabajo fue detectar y cuantificar las pérdidas de N en un cultivo de maíz y determinar los momentos de ocurrencia a lo largo del año a través de la medida de la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en el agua de drenaje y la determinación del volumen de agua drenada.

Para ello se realizó una experiencia durante las campañas agrícolas 2000/01, 2001/02 y 2002/03 en un suelo de Tres Arroyos (Argentina: 38° 28' 40" S y 60° 25' 50" O), utilizando cápsulas de cerámica de succión para la extracción de la solución del suelo y el modelo de simulación *LEACHM* para determinación del volumen de agua drenada. Los tratamientos de fertilización nitrogenada fueron 0, 100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. La cuantificación del  $\text{NO}_3^-$  se realizó por colorimetría.

El lavado de  $\text{NO}_3^-$  estuvo asociado a los momentos de ocurrencia de drenaje. La concentración de  $\text{NO}_3^-$  medida en el agua de drenaje se ubicó por encima de los umbrales indicados por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (*USEPA*) para el agua de bebida (10 mg N L<sup>-1</sup> de  $\text{NO}_3^-$ ) en los tratamientos fertilizados. Los picos máximos de concentración fueron detectados en los momentos posteriores a la fertilización. Los picos de concentración fueron más elevados en la medida que aumentaron las dosis de fertilización. Las pérdidas se vieron favorecidas por el contenido de  $\text{NO}_3^-$  (N residual) en el suelo, después de la cosecha de los cultivos. Las pérdidas de nitrato por lavado, en promedio para las tres campañas, utilizando -1 m

de profundidad, fueron de 38, 119 y 140 kg N ha<sup>-1</sup> para las dosis de 0, 100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, respectivamente. Esto representa 27 y 17 % del N aplicado de las dosis aplicadas de 100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, respectivamente. En la campaña 2000/01 las pérdidas ocurrieron en un 100 % con posterioridad a la finalización del ciclo del cultivo. En las campañas 2001/02 y 2002/03 las pérdidas fueron mayores en los primeros estadios del cultivo de maíz, cuando aún no eran altas las demandas de agua y el suelo contenía elevada humedad.

**Palabras clave:** Nitrógeno, Contaminación aguas subterráneas, Nitratos, Modelos de simulación, Argentina.



## ***Sesión IV***

# **CICLO Y CAPTURA DE C EN IBEROAMÉRICA**

*Presidente: Dr. M.<sup>a</sup> Cristina AMEZQUITA <m.amezquita@cgiars.org>*

*Secretario: Dr. Juan F. GALLARDO <jgallard@usal.es>*



# CAPTURA DE CARBONO EN SISTEMAS DE PASTURAS Y SILVOPASTORILES EN CUATRO ECOSISTEMAS DE IBEROAMÉRICA TROPICAL

María Cristina Amézquita<sup>1</sup>, Enrique Murgueitio<sup>2</sup>,  
Muhammad Ibrahim<sup>1</sup> y Bertha L. Ramírez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Proyecto Captura de Carbono Cooperación Holandesa CO-010402, Parque Científico de CIAT. Dirección de correspondencia: A. A.# 67-13, Cali (Colombia). <m.amezquita@cgiar.org>.

<sup>2</sup> Laderas Andinas (Colombia); <sup>3</sup>Bosque Tropical Húmedo y Sub-húmedo (Costa Rica); <sup>4</sup>Bosque Húmedo Tropical, Amazonía (Colombia).

**Situación actual.**- La deforestación del bosque nativo y la conversión final de estas áreas en pastos representa el más importante cambio en el uso del suelo en Iberoamérica Tropical (IT) en los últimos 50 años. El 77 % del área agrícola de IT está hoy con pastos. Por manejo inadecuado, más del 60 % de estas tierras se encuentra en severo estado de degradación. Los sistemas de pasturas y silvopastoriles mejorados y bien manejados representan una importante alternativa de recuperación de áreas degradadas; son una actividad económica atractiva para los productores y, como lo sugiere la literatura reciente, muestran un alto potencial de captura de C. Los acuerdos del Protocolo de Kioto (1997) y subsiguientes de las Naciones Unidas (COP, 1998-2005) sugieren la reforestación de áreas de pasturas degradadas, lo cual tendrá implicaciones negativas sobre el bienestar socio-económico de los productores. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas sostenibles que combinen producción económica con oferta de servicios ambientales, en particular captura de C.

**Objetivo.**- Se presentan resultados de 4 años de investigación sobre la evaluación de acumulación de C en suelo y biomasa en una gama de sistemas de pasturas y silvopastoriles tropicales, comparándolos con bosque nativo (control positivo) y pastura degradada (control negativo) en cuatro ecosistemas de IT: Laderas Andinas erosionadas (Colombia); Bosque Húmedo Tropical (Amazonia, Colombia); y Bosque Sub-húmedo y húmedo Tropical (Costa Rica). Se han reportado resultados parciales de nuestra investigación que se complementan con la presente comunicación (Amézquita et al., 2005; Amézquita *et al.*, 2004; Buurman *et al.*, 2004).

**Metodología.**- Se evaluó la acumulación de C en suelo y biomasa en sistemas de pasturas y silvopastoriles ya establecidos (de 10-20 años) en fincas ganaderas comerciales productivas. Se empleó un diseño muestral que controla las principales fuentes de variación en la captura de C (condiciones del sitio: Altura, temperatura, precipitación, pendiente, tipo de suelo; historia de uso del suelo; profundidad). Se emplearon 2-3 repeticiones espaciales/sistema,

12 puntos muestrales /replicación espacial/sistema y 4 profundidades de suelo (0-10, 10-20, 20-40 y 40-100 cm). En cada punto muestral/profundidad se midió densidad aparente, textura, pH, C total, C oxidable, N total, P y CIC. El C total en raíces finas, raíces gruesas, biomasa aérea de pastura y de árboles se estimó siguiendo la metodología de CATIE y Guelph (2000) multiplicando la materia seca por ha de cada componente por los factores 0,35 (para estimar C en la pastura) y 0,42 (para estimar C en raíces y biomasa aérea en sistemas silvopastoriles). Para la comparación estadística del nivel de C en el suelo entre los diferentes sistemas se corrigieron los contenidos de C por densidad aparente y se ajustaron por peso fijo de suelo utilizando como valor de referencia el punto muestral de peso mínimo en cada ecosistema (Buurman *et al.*, 2004). El beneficio económico de invertir en sistemas mejorados de pasturas y silvopastoriles mejorados se evaluó a través de encuestas y talleres con productores.

**Resultados.**- Los resultados obtenidos en los cuatro años (2002-2005) sugieren: 1) En términos de C acumulado en el sistema total (suelo+biomasa) el bosque nativo presenta los mayores niveles en todos los ecosistemas, seguido por sistemas mejorados de pasturas, silvopastoriles, regeneración natural de pasturas degradadas y, por último, por pastura degradada o suelo degradado. 2) El C acumulado en el suelo representa un altísimo porcentaje del C total del sistema (61,7 % en el bosque nativo y entre 91-97 % en sistemas de pasturas y silvopastoriles) y 3) En términos de C acumulado en el suelo, sin embargo, los sistemas de pasturas y silvopastoriles mejorados y bien manejados muestran niveles comparables o aún mayores que los del bosque nativo, dependiendo de las condiciones climáticas y ambientales del sitio. Ello indica que estos sistemas deben ser considerados como alternativas atractivas bajo el punto de vista económico y ambiental, en especial por su potencial de captura de C.

**Palabras clave:** Iberoamérica, Trópico, Carbono, Pasturas, Sistemas silvopastoriles.

**EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> EN TEPETATES  
(MATERIALES VOLCÁNICOS ENDURECIDOS)  
HABILITADOS PARA LA AGRICULTURA EN TLAXCALA (MÉXICO)**

**Aurelio Báez<sup>1</sup>, Jorge D. Etchevers<sup>1</sup>, Claudia Hidalgo<sup>1</sup> y Christian Prat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <pbaz@colpos.mx>.

<sup>2</sup> IRD. BP 34093 Montpellier Cedex 05 (Francia). <hidalgo@colpos.mx>.

Los sustratos terrestres, particularmente el suelo donde crecen las plantas, son parte fundamental de los ecosistemas. Son uno de los principales reguladores del ciclo global del C en el Planeta; sobre o en él se mineralizan constantemente residuos de plantas, animales y todo tipo de materiales orgánicos. El flujo de los gases del sustrato edáfico a la atmósfera, principalmente CO<sub>2</sub>, es un proceso dinámico que influye determinadamente en las condiciones climáticas del orbe. Se ha estimado que la reserva de C en los suelos del mundo es más del doble que la que se encuentra en la atmósfera y en la vegetación sumadas. El suelo y los sustratos habilitados para al agricultura pueden contribuir a disminuir el impacto del cambio climático global ocasionado por las emisiones de CO<sub>2</sub> que provocan las actividades humanas. Sin embargo, las prácticas de manejo agrícola a las que se someten los suelos, desde que el hombre practica la agricultura (arado), ha ocasionado un aumento drástico en el flujo de este gas de invernadero a la atmósfera y una disminución de la reserva de C del mismo, dado que la remoción del suelo favorece la mineralización y oxidación de la materia orgánica (MO) de éste. En las laderas y piedemonte los suelos, además de la pérdida de MO son susceptibles al deterioro por la erosión hídrica. En México, en el Eje Neovolcánico Transversal (ENT), ésta ha ocasionado el afloramiento de bastas áreas de *tepetate*, esto es, capas de tobas volcánicas endurecidas por procesos geológicos o pedológicos, los cuales son abundantes en México y cubren más de 30 000 km<sup>2</sup> en el ENT, una zona densamente poblada. Al roturar los *tepetates* y acondicionarlos se pueden convertir en tierras de cultivo; sin embargo, sólo contienen trazas de C, N y P, por lo que presentan limitantes físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de plantas. El acondicionamiento de los *tepetates* los convierte en un almacén potencial para el C, pero la tasa de acumulación es muy baja. Las prácticas agronómicas influyen de manera determinante en el secuestro de C.

El propósito de esta evaluación es estudiar la dinámica del flujo de CO<sub>2</sub> en diversos sistemas de manejo en contraste con algunos ecosistemas naturales.

El experimento se realizó en la vertiente oriental del ENT, en la comunidad de Santiago de Tlalpan, Tlaxcala, (19° 20' de N y 98° 20' de O, a 2600 m altitud). Presenta un clima templado subhúmedo: C (w1) (w).

La temperatura media anual es de 14 °C, con una máxima de 19 °C y una mínima de -2 °C. La precipitación media anual es de 543 mm a<sup>-1</sup>, concentrada principalmente en verano pero con una distribución muy irregular de las lluvias. Se midió la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> (TEC) en un lecho de *tepetate* expuesto (T), en *tepetates* habilitados para la producción agrícola con tres manejos: Convencional (como lo hacen los campesinos, Co), convencional mejorado (con fertilización mineral, CM) y orgánico (fertilización sólo con composta, Or). También se evaluó un pastizal natural (Pn) adenaño a las parcelas experimentales y un matorral con vegetación natural (M). Para medir la tasa de CO<sub>2</sub> se utilizó un equipo *IRGA PP-System* (EGM-4) con una cámara especialmente diseñada para suelo, que detecta las emisiones de este gas. Se hicieron mediciones semanales y al mismo tiempo se midió la humedad volumétrica (HV) en los puntos donde se medía la TEC.

Los resultados globales de TEC de los sistemas evaluados muestran que en T, con sólo trazas de C orgánico, tuvo la TEC más baja. Esta variable aumentó paulatinamente con los años de cultivo y es mayor en los sistemas agrícolas orgánicos donde se adicionó C exterior al sistema. En Pn y el M se tuvo la TEC más alta, lo que indica que la pérdida de C es mayor en estos últimos. La tendencia general muestra que la TEC es proporcional al contenido de COS. La TEC en Pn y M aproximadamente 40 % mayor que en los tepetates cultivados; sin embargo, se debe considerar que la producción de biomasa es mayor en los primeros, ya que cuentan con vegetación durante todo el año y ésta se incorpora constantemente al sistema. La TEC aumentó en los meses más húmedos y fue mínima en los meses secos. La HV se relaciona positivamente con la TEC (R<sup>2</sup> entre 0,70 y 0,85).

**Palabras clave:** Suelos volcánicos, Rehabilitación, Horizontes endurecidos, México, Secuestro de C.

## IMPLICACIONES AMBIENTALES DE FORMAS REFRACTARIAS DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS Y SEDIMENTOS

J. M. de la Rosa<sup>1</sup>, J. A. González-Pérez<sup>1</sup>, R. González-Vázquez<sup>1</sup>,  
B. Sales-Dávila<sup>1</sup>, A. Terán<sup>1</sup>, T. Verdejo-Robles<sup>1</sup>, E. Lopez-Capel<sup>2</sup>,  
F. J. González-Vila<sup>1</sup> y O. Polvillo

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Av. Reina Mercedes nº 10, Sevilla 41080 (España). <jmrosa@irnase.csic.es>.

<sup>2</sup> School of Civil Engineering & Geosciences, Newcastle University NE1 7RU (Gran Bretaña).

En líneas generales, y dependiendo del tiempo de degradación en suelos y sedimentos, se pueden distinguir tres fracciones conceptuales en el C orgánico edáfico del suelo (COS): Fracciones activas lábiles (MOL) e intermedias, que tienen un tiempo de residencia (TMR) de años (o décadas), y fracción pasiva (refractaria) almacenada en el suelo por siglos (o milenios.)

El objetivo fue realizar una evaluación de las implicaciones ambientales de formas de materia orgánica refractaria (MOR) presentes en suelos y sedimentos recientes, así como la caracterización química de estas formas. Las formas de MOR incluyen el llamado “black carbon” (BC) que se define como un “continuo” de materia producida durante la combustión incompleta de biomasa, de carácter aromática, con estructuras variables, desde similares a antracitas hasta carbones de bajo rango. La BC puede representar un sumidero importante de C dada su bioestabilidad (“secuestro de C”).

La captura y almacenamiento segura del C global es un tema de rabiosa actualidad, incluido su manejo, dado que ello significa una reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico. Así, pequeñas desviaciones de diferentes formas de C presentes en los ecosistemas pueden tener efectos importantes en el cambio climático global. Por ello, es necesario conocer la cantidad de C presente en los diferentes compartimentos del planeta, su potencial de secuestro, así como la reactividad de las diferentes formas de C, que informen sobre la capacidad para ser liberado a la atmósfera o, de otro modo, almacenado de forma estable.

Se estima que la cantidad global de BC que se produce al año es de 270 Tg (teragramos = 10<sup>12</sup> g); entre 50 y 260 Tg año<sup>-1</sup> procede de la quema de biomasa y sólo entre 12 y 24 Tg año<sup>-1</sup> de la emanaciones de combustibles fósiles. A pesar de ello, son poco conocidos los mecanismos de estabilización-degradación de estas formas de MOR.

Para el aislamiento y posterior caracterización de las formas de MOR se han publicado una gran variedad de técnicas oxidativas debido a la complejidad del material estudiado. En este Estudio se ha realizado su aislamiento

mediante procedimientos de degradación química que permiten eliminar completamente la MOL.

La caracterización molecular de las formas de MOR aisladas se realizó mediante técnicas espectroscópicas FT-IR, GC/MS y Py-GC/MS que revelaron, no sólo la presencia esperada de formas poliaromáticas (condensadas), sino también la contribución de formas alifáticas.

**Palabras clave:** Materia orgánica refractaria, Black carbon, Secuestro de Carbono.

## DISTRIBUCIÓN DE C EN FRAGMENTOS Y AGREGADOS DE MATERIALES VOLCÁNICOS ENDURECIDOS HABILITADOS PARA LA AGRICULTURA

**Jorge D. Etchevers B.<sup>1</sup>, Aurelio Báez P.<sup>1</sup>,  
Christian Prat<sup>2</sup> y Claudia Hidalgo M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <jetchev@colpos.mx>, <pbaez@colpos.mx> y <hidalgo@colpos.mx>.

<sup>2</sup> IRD. B.P. 34093, Montpellier Cedex 05 (Francia). <prat@ird.fr>.

En México, en el centro del país, la actividad volcánica del período Terciario y Cuaternario proyectó una gran diversidad de materiales piroclásticos, que dieron origen a capas de toba parcialmente alteradas y endurecidas por procesos geológicos y pedológicos que son conocidas localmente como tepetates. Éstas tienen relevancia económica y social porque abundan en zonas densamente pobladas. Se ubican principalmente en el Eje Neovolcánico Transversal (ENT) de México, en el piedemonte entre 1800 y 3400 m de altitud. Las capas endurecidas se encuentran cubiertas por suelo forestal o agrícola. En la actualidad el deterioro de esta región, debido a la erosión provocada por el hombre durante los últimos siglos, es grave. Ello ha ocasionado que queden expuestas extensas superficies con tepetate. Se ha estimado que más de 11% de la superficie del país presenta algún tipo de tepetate y en el ENT hay más de 30 000 km<sup>2</sup>. En su condición natural éstos son improductivos, debido a su elevada dureza y baja porosidad, pero pueden ser acondicionados para la agricultura mediante roturación y otras prácticas, contribuyendo de este modo a aliviar la demanda de tierras de cultivo de los campesinos. Los tepetates carecen de C orgánico, N y P, por lo cual, el substrato roturado y acondicionado para el cultivo tiene serias limitaciones en la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, en la infiltración y almacenamiento de agua y en la proliferación de flora y fauna del suelo. Un mejoramiento substancial en las propiedades físicas, químicas y biológicas del substrato roturado está relacionado con la formación y estabilidad de los agregados. La acumulación de compuestos carbonados de origen biológico y su interacción con la fracción inorgánica del suelo es un mecanismo natural mediante el cual se forman los agregados. El tepetate recientemente roturado y acondicionado para el cultivo, no contiene agregados, solamente fragmentos de diversos tamaños, carentes prácticamente de C, P y N. Por tanto, la estructura física del substrato limita su productividad agrícola. La acumulación de C orgánico y la producción de agregados en los tepetates cultivados estaría relacionada con el tipo de manejo agronómico y el tiempo de cultivo.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la formación de agregados y la distribución del C en fracciones de agregados y fragmentos de distinto

tamaño en tepetates con una amplia gama de años (0 a aproximadamente 100 años) de haber sido incorporados a la producción y sometidos a diferentes manejos.

Con este propósito se colectaron 93 muestras de sustrato en la Cuenca del río Texcoco y comunidades aledañas (México). Se separaron 13 fracciones de diferente tamaño de partícula: 50,8-31,7, 31,7-22,2, 22,2-11,5, 11,5-6,35, 6,35-4,76, 4,76-3,36, 3,36-2,00, 2,00-1,00, 1,00-0,46, 0,46-0,25, 0,25-0,10, 0,10-0,05 y 0,05 mm. Se midió el C orgánico mediante combustión seca (Shimadzu, modelo TOC-5050A). También se midió la proporción de agregados y fragmentos presentes en las siguientes fracciones: 50,3 mm, 50,3-22,2 mm, 22,2-11,3 mm, 11,3-6,30 mm, 6,30-4,25 mm, y 4,25-3,36 mm.

La proporción de agregados aumentó en función de los años de cultivo, alcanzando 80% del máximo teórico después de 100 años. Los fragmentos de tepetate generados por la roturación contuvieron sólo trazas de C, pero los agregados mostraron concentraciones 1 a 3 veces mayores. En los fragmentos, la acumulación de C a medida que se incrementaron los años de cultivo, fue muy baja, en contraste con lo que ocurrió en los agregados que se formaron en el mismo lapso. La acumulación de C orgánico fue mayor en las partículas con menor tamaño; dicha variación se ajustó a modelos logarítmicos o potenciales.

Este estudio muestra que los tepetates tienen potencial para almacenar carbono. Sin embargo, la cantidad que se acumula está relacionada con el tipo de práctica de cultivo, porque ésta se asocia con la proporción de agregados, que es la parte del sustrato donde verdaderamente se acumula el citado elemento.

**Palabras clave:** Tepetate, C orgánico del suelo, México, Agregados edáficos.

## AVALIAÇÃO DO EFEITO DE OPERAÇÕES DE PREPARAÇÃO DO TERRENO NO ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO E CARBONO EM JOVENS POVOAMENTOS FLORESTAIS

F. Fonseca<sup>1</sup>, A. Martins<sup>2</sup>, T. de Figueiredo<sup>1</sup>, A. Guerra<sup>1</sup> e C. Nogueira<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, Bragança 5301-855 (Portugal). <ffonseca@ipb.pt>.

<sup>2</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, Vila Real 5001-911 (Portugal). <amartins@utad.pt>.

O Protocolo de Quioto tem como principal objectivo reduzir a emissão de gases com efeito estufa na atmosfera provenientes das actividades humanas. As acções de florestação e reflorestação, com utilização de técnicas de preparação do terreno adequadas, contribuem para uma maior produtividade dos sistemas e menores impactes no solo e no ambiente, podendo contribuir para o cumprimento dos objectivos daquele Protocolo.

A avaliação do sequestro de C decorreu num povoamento misto de *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS), com dois anos de idade, onde se testam sete modalidades de preparação do terreno com diferentes intensidades (ligeira, intermédia e intensiva), constituídas por: (1) testemunha, sem mobilização (TSMO); (2) plantação à cova, com broca rotativa (SMPC); (3) ripagem contínua, seguida de lavoura localizada com ripper equipado com aivequilhos (RCAV); (4) sem ripagem e armação do terreno em vala e câmore (SRVC); (5) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmore (RLVC); (6) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmore (RCVC); (7) ripagem contínua seguida de lavoura contínua (RCLC). Com o objectivo de avaliar o efeito destas técnicas no sequestro de C no sistema (solo e material vegetal), foram analisadas amostras de biomassa aérea e subterrânea (vegetação herbácea e espécies florestais) e de solo. As amostras de biomassa herbácea e solo foram colhidas numa área de um metro quadrado, correspondendo as amostras de solo às profundidades 0-5; 5-15; 15-30 e 30-60 cm. A biomassa das espécies florestais foi determinada a partir de 16 árvores (8 PM e 8 CS) em tratamentos de intensidade de mobilização intermédia e intensiva.

Os resultados mostram: (i) mais de 90% do total de C armazenado no sistema encontra-se no solo, sendo que mais de 60% encontra-se nos primeiros 30 cm; (ii) os primeiros 5 cm de solo são os que apresentam menor quantidade de C, verificando-se um acréscimo em profundidade com o aumento da intensidade de mobilização; (iii) o contributo da vegetação herbácea e respectivas raízes é pouco expressivo; (iv) a massa de C por árvore é mais elevada em CS do que em PM, e é idêntica entre tratamentos no caso de

CS e muito diferente no caso de *PM*; (v) o armazenamento global de C foi afectado pela mobilização, ocorrendo geralmente, uma redução no armazenamento com o aumento da intensidade de mobilização.

**Palavras chave:** Sequestro de C, *Castanea sativa*, *Pseudotsuga menziesii*, Portugal, Florestas.

# ESTIMACIÓN DE C ALMACENADO EN EL BOSQUE TEMPLADO DE UN PARQUE NACIONAL DE MÉXICO

Sergio Franco Maass

*Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, Col. Centro, Toluca 50000 (México). Tel. 52(722)2965552. <serfm@uaemex.mx>.*

**Introducción.** Ante la preocupación por detener el deterioro de las áreas naturales protegidas se han planteado esquemas de transferencias financieras para compensar a la población local por el mantenimiento de las funciones de regulación de los ecosistemas. En este contexto se desarrolló una investigación para evaluar la situación actual del estrato arbóreo y estimar su potencial para la captura de C en el Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT, México).

**Objetivo.** El Proyecto, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), tuvo como objetivo central estimar el C almacenado en el estrato arbóreo del PNNT.

**Metodología general.** El cumplimiento del objetivo general implicó realizar un análisis de los tipos de cobertura del parque nacional en 1972 y en 2000 y analizar los procesos de perturbación o recuperación de la cubierta forestal. Se estimó el contenido de C y el potencial de contenido de C. Estos datos permitieron predecir el comportamiento futuro de captura en C para distintos escenarios.

**Resultados obtenidos.** El análisis de los tipos de cobertura del parque permitió confirmar que la superficie agrícola disminuyó ligeramente. Esto no significó una recuperación importante del bosque, sino la apertura de pastizales y matorrales, producto de una creciente actividad pecuaria. En este contexto, el proceso de perturbación supera con mucho las cifras de recuperación forestal. La tasa general de deforestación anual para el parque fue de 0,48%, lo que representó una pérdida de 156 ha de bosque por año.

La obtención de los índices de contenido de C por hectárea para los diversos tipos de cobertura forestal permitió cartografiar en un ambiente SIG la distribución del contenido de C en la biomasa aérea del PNNT. Se estima que en el año 2000 las 30421 ha de bosque contenían poco más de 4 millones de Mg de C. Los mayores contenidos de C se presentaron en los bosques densos, principalmente de latifoliadas (*Alnus* sp) y oyamel (*Abies religiosa*). A lo largo de los 28 años del periodo estudiado el estrato arbóreo del parque resultó un emisor neto de C con un monto cercano a 260 mil Mg C (poco más de 9200 Mg C por año). Estas emisiones equivalen a 7 Mg C ha<sup>-1</sup>. La principal causa del desequilibrio entre captura y emisiones radicó

en el intenso proceso de deterioro de los bosques de coníferas que registraron emisiones por encima de 450 Gg C.

Para la estimación del potencial de captura de C, tomando en consideración los incrementos corrientes anuales calculados previamente para pinos y abetos, suponiendo una densidad de la madera de  $0,48 \text{ Mg m}^{-3}$  y un contenido de C de 0,45, se obtuvieron para la región los siguientes valores:  $P_{cc}(Pinus) = 1,07 \times 0,48 \times 0,45 = 0,23 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  y  $P_{cc}(Abies) = 2,07 \times 0,48 \times 0,45 = 0,45 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

Los bosques de oyamel (*Abies*) se caracterizan por la abundancia de árboles jóvenes, pero también por la presencia de individuos de diversas edades. Esto significa elevados volúmenes de biomasa por hectárea y mayor potencial para la captura de C.

Para determinar el valor económico derivado de la captura de carbono en el PNNT se consideraron tres escenarios: De prevalecer las condiciones actuales en el parque se prevé una pérdida superior a 650 mil Mg C, lo que significa un monto superior a los 13 millones de dólares. En el escenario más optimista, detener el deterioro de los bosques densos y promover la recuperación de los bosque semidensos, contribuiría con poco más de 400 Gg C en un periodo de 10 años, es decir, un valor cercano a 8,5 millones de dólares. Finalmente, mantener el ritmo de deterioro sin procesos compensatorios de recuperación forestal, elevaría las pérdidas de C superiores a 1 Tg C.

**Palabras clave:** Captura de C, Cobertura del suelo, México, Bosques templados, México.

## CAPTURA DE CARBONO E INDICADORES DE LA REHABILITACIÓN EDÁFICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA MINERÍA EN MOA (CUBA)

Guillermina Hernández<sup>1</sup>, Irma Izquierdo<sup>1</sup>, María M. Alguacil<sup>2</sup>,  
Fuensanta Caravaca<sup>2</sup> y Antonio Roldán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA. Carretera de Varona, Capdevila, Rancho Boyeros, Ciudad de La Habana 10800 (Cuba). <sachy@ecologia.cu>.

<sup>2</sup> CSIC-Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Departamento de Conservación del Suelo y el Agua. P.O. Box 4195, Campus de Espinardo. Murcia 30080 (España).

La rehabilitación de áreas degradadas y el aumento de la captura de C constituyen vías prioritarias para garantizar la salud ambiental. En el presente trabajo se evalúa la captura del C orgánico del suelo (COS) y el avance de la rehabilitación (4 y 6 años de revegetación) por medio de indicadores físicos (estabilidad de agregados y densidad aparente) y microbiológicos (actividad enzimática y fracciones lábiles del C) de suelos de un sitio degradado por la minería y dos áreas revegetadas con *Casuarina equisetifolia* Forst. o *Anacardium occidentale* L., en la región de Moa. Un área cercana, no usada por la minería con predominio de *Pinus cubensis* Griseb., fue utilizada como referencia de las condiciones de alta calidad del suelo locales.

Ambas especies incrementaron significativamente ( $p < 0.05$ ) la captura del COS y, por consiguiente, contribuyeron a su rehabilitación después de 4 años de sembradas, siendo *C. equisetifolia* más efectiva en el aporte de C al suelo. El incremento de la captura de COS fue bajo en los primeros 4 años (0,17 y 0,35 g C kg<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) para *A. occidentale* y *C. equisetifolia* (respectivamente) y aumentó a valores de 2,85 y 4,6 g C kg<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> en los dos últimos años para estas especies. Las cantidades de C fijadas por el suelo, respecto al área sin rehabilitar, fueron de 5,41 Mg ha<sup>-1</sup> para el área de *P. cubensis* y de 0,79 y 1,21 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para las áreas revegetadas con *A. occidentale* y *C. equisetifolia*. A los seis años de revegetación ambas especies produjeron mayores contenidos de carbohidratos solubles en agua y porcentaje de agregados estables, comparando con el suelo sin rehabilitar. La densidad aparente decreció bruscamente después de plantadas ambas especies, acercándose a la del suelo bajo vegetación nativa. Las actividades de la Proteasa-BAA y b-glucosidasa fueron mayores en el suelo revegetado con *C. equisetifolia* que con *A. occidentale*, mientras la actividad remanente alcanzó valores similares para ambos suelos revegetados, siendo superiores a las del suelo sin rehabilitar.

Se concluye que la revegetación con *C. equisetifolia* o *A. occidentale* mejora rápidamente la captura de C y las propiedades físicas y microbiológicas de áreas degradadas por la minería bajo condiciones subtropicales. La

actividad enzimática de los suelos y las fracciones lábiles del C fueron indicadores muy sensibles para evaluar la elevación de la calidad del suelo que resulta de la revegetación. En el transcurso de la evaluación los suelos rehabilitados están todavía muy lejos de alcanzar los niveles de la calidad del suelo bajo vegetación natural.

**Palabras clave:** Captura de C, Rehabilitación, Indicadores, Áreas degradadas, Minería.

## CO<sub>2</sub> SEQUESTRATION IN COAL SEAMS: ARE IBERIAN PILOT PROJECTS FEASIBLE?

M. J. Lemos de Sousa

*Academia das Ciências de Lisboa, Rua da Academia das Ciências 19, Lisboa 1249-122 (Portugal). Universidade Fernando Pessoa, Praça 9 de Abril 349, Porto 4249-004 (Portugal). <lemosdesousa@gmail.com>.*

Studies worldwide of “Climate change” demonstrate the unquestionable need for the abatement of greenhouse gases both in the medium and in the long term. CO<sub>2</sub>, a major component of greenhouse gases (GHG), besides natural origin, is produced from human activities principally during the generation of electricity in thermal power plants and in other major industrial activities such as oil refineries, cement and ceramic plants and iron and steel works. Apart from transports, these sources account dramatically for CO<sub>2</sub> emissions, and the above-referred industrial activities are likely to continue for decades in Europe.

Although there is research on the substitution of coal by renewable energy sources, there are many obstacles which hinder the rapid growth of these technologies. Furthermore, the drive for the development of near zero emission fossil fuel based energy conversion systems includes, as a component technology, the separation, capture and storage of CO<sub>2</sub>. However, in the transition to a future new energy supply infrastructure based on carbon-free systems, we will continue to produce enormous amounts of CO<sub>2</sub>.

Additionally, it is demonstrated that improving the efficiency of thermal power plants and switching from coal to natural gas does not resolve, *per se*, the required CO<sub>2</sub> reduction. Moreover, CO<sub>2</sub> capture and sequestration is applicable to industrial emissions only and not to other human activities such as transport, agriculture and house-hold routines.

The storage of CO<sub>2</sub> is the last stage in the sequence of sequestration following processes of combustion capture in fossil fuel power plants or capture technologies applicable in other CO<sub>2</sub> generating industries. CO<sub>2</sub> capture integration into a particular industrial process is one of the key issues to be investigated taking into account that the first priority is the equilibrium choice between the best technology and the need of a reduction in costs in order to be competitive.

The disposal of the captured CO<sub>2</sub> presents long term challenges that may be best addressed through geological storage in favourable locations. Amongst the technologies proposed for CO<sub>2</sub> storage in natural bodies, there are some still at the very early stages of development and therefore require much greater understanding before they can be put into practice. In contrast, geologic storage in deep unmineable coal seams or in the remaining coal in abandoned

mines is a technology presently easy to implement and is considered to be the best longer term option. In this case, the CO<sub>2</sub> is considered to be stored as adsorbed/dissolved in coal pores/matrix under already well known conditions, most of them recently developed in the scope of coal-bed methane (CBM) prospecting, exploring and exploiting. However, although this is the most promising way to mitigate CO<sub>2</sub> emissions, the involved methodologies still require concentrated research to be fully developed.

The scientific objectives of such a Project are to define the CO<sub>2</sub> storage capacity in a range of coal beds of different geological characteristics. The storage capacities will be assessed through the use of sorption isotherms and the detailed study of the coal “cleat system”. The technical objectives are to establish the feasibility of a CO<sub>2</sub>-free industry based on CO<sub>2</sub> storage in coal seams (non-mined deep seams or abandoned collieries) done by a systematic study of selected sites and pilot injection tests. The expected outcome is an assessment of the scientific controls to the conditions and rate of adsorption of CO<sub>2</sub> in a range of typical coal seams, and the selection of suitable Iberian sites for CO<sub>2</sub> sequestration/storage.

**Key words:** C sequestration, Iberian peninsula, European Union, Emission mitigation, Climate change.

## EL CARBONO EDÁFICO EN MANGLARES DE NAYARIT (MÉJICO)

E. Valdés Velarde<sup>1</sup>, J. I. Valdez Hernández<sup>2</sup>, J. F. Gallardo Lancho<sup>3</sup>,  
V. M. Ordaz Chaparro<sup>1</sup>, J. Pérez Nieto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Edafología. <evvelarde@colpos.mx>.

<sup>2</sup> Programa Forestal. <ignaciouv@colpos.mx>. Colegio de Postgraduado de Montecillo, Texcoco 56230 (Méjico).

<sup>3</sup> IRNA/CSIC de Salamanca (España). <jgallard@usal.es>.

<sup>4</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo (Méjico). <jperezn14@hotmail.com>.

El objetivo del presente trabajo fue ampliar el conocimiento sobre el papel que tienen los manglares de las Marismas Nacionales del Estado de Nayarit (NO de Méjico) en la mitigación del efecto invernadero provocado, principalmente, por exceso de emisión de CO<sub>2</sub>, así como evitar, mediante el reconocimiento de éste y otros servicios que los manglares proporcionan a las sociedades humanas, su cambio o conversión a otros usos del suelo.

Se evaluó el contenido de C orgánico en el suelo (COS; método vía seca) de los manglares del área de estudio. Se tomaron un total de 264 muestras de suelo en 10 tipos de manglares.

Los resultados indicaron que el suelo donde se localiza la combinación de especies de mangles (*Laguncularia racemosa*-*Rhizophora mangle*) ocupó la mayor superficie en el área de estudio (2008 ha), pero el contenido más elevado de COS fue encontrado en el tipo de manglar *Avicennia germinans*-*Laguncularia racemosa* con 173 Mg ha<sup>-1</sup>. Comparando con diferentes trabajos realizados en otros lugares, los manglares de Nayarit tienen mayor contenido de COS (114 Mg ha<sup>-1</sup>) que los situados en Micronesia (97 Mg ha<sup>-1</sup>), pero menor cantidad que los ubicados en Tabasco (159 Mg ha<sup>-1</sup>). Los datos reportados indican una tendencia hacia un mayor contenido de COS cuando se presenta la combinación de tres factores: Rodal "Lr", geoforma "Cuenca Pantanosa" y abundancia de vegetación.

Las conclusiones preliminares indican que dada la eficiencia de los manglares para atrapar el C en el suelo, la deforestación motivada por el cambio de uso de suelo puede ser aún más dramática en zonas de manglar localizadas a las orillas de los cuerpos de agua y el resto de la zona intermareal donde predomina *L. racemosa* y *R. mangle*, donde existe una mayor acumulación la materia orgánica dada la amplia superficie que ocupan.

**Palabras clave:** Efecto invernadero, CO<sub>2</sub>, Cambio de uso de suelo, Servicios ambientales, Manglares.



## ***Sesión V***

# ***PROCESOS Y CICLOS BIOGEOQUÍMICOS***

*Presidente: Dr. Felipe GARCIA <fgarcia@oikos.unam.mx>*

*Secretario: Dr.: Ricardo AMILS <ramils@cbm.uam.es>*



## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL SILICIO: BIOMINERALIZACIONES SILÍCEAS

**Margarita L. Osterrieth**

*Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP. CC 72. Mar del Plata 7600 (Argentina). <mosterri@mdp.edu.ar>.*

La mayoría de las investigaciones del ciclo biogeoquímico del Si se han realizado sobre la alteración de rocas silíceas y su rol en el ciclo oceánico, siendo sustancialmente menores las investigaciones de este elemento en el ciclo terrestre, por lo cual se abordan en esta ponencia los conceptos básicos y generales de este ciclo en el marco conceptual de considerarlo como un *bi-ciclo*, donde el ambiente terrestre y las aguas continentales son las que alimentan de este elemento al ciclo marino.

El trabajo se centra en la explicación de los estados de la sílice y los diferentes procesos involucrados en los ambientes continentales que condicionan su presencia, movilización, transformación, transporte, mineralización y disponibilidad. Se profundiza en las características, origen e importancia de las biomineralizaciones silíceas (silicobiolitos) vinculadas a bacterias, algas, plantas y animales en el ambiente terrestre. En particular se abordan más detalladamente las biomineralizaciones silíceas de las plantas (silicofitolitos): Historia, origen, evolución, alteración y relación con los sustratos (sedimentos y suelos). Como ejemplos de la complejidad y diversidad de los aspectos vinculados al ciclo biogeoquímico del Si se trata:

- La relación entre los distintos tipos de plantas, sus silicofitolitos y la evolución y degradación de suelos en diferentes ambientes, mencionando ejemplos de climas tropicales y templados.
- Considerando que los silicofitolitos son los únicos biomorfos de sílice que están siempre presentes, su evaluación como parte de la mineralogía total permite definir los contenidos y características cualitativas de la pedogénesis y su intensidad. Además, permite inferir la presencia de comunidades de gramíneas típicas de rutas metabólicas 3 C y 4 C, así como de ciperáceas, en relación con el clima edáfico y el ambiente.
- También, como parte del ciclo biogeoquímico del Si se presentan resultados de la participación de este elemento en la conformación de matrices de agregados de suelos naturales y de agrosistemas sometidos a distintos tipos de manejos en ambientes de llanuras, así como en suelos y paleosuelos de ambientes costeros (dunas y marismas) vinculados a cambios climáticos y oscilaciones del nivel del mar durante el Cuaternario tardío.

- Se considera en particular el estado y cantidad de la sílice amorfa (inorgánica y orgánica) en suelos, sedimentos, cuerpos de agua dulce y aguas subterráneas, con ejemplos paradigmáticos de investigaciones realizadas en la Pampa deprimida y Llanura pampeana.

En los últimos años se ha producido un importante avance en el tema de la especificación de la sílice en aguas naturales, no así en suelos y sedimentos, por lo que todavía son numerosos los aspectos que requieren mayor investigación y debate. Por ello se puntualiza la necesidad de incrementar el estudio de este ciclo, vistas las deficiencias de su conocimiento en el sistema continental respecto de otros ciclos mayoritarios. Definir las formas químicas y/o especies presentes en el medio ambiente en los que interviene dependerá de la comprensión de los procesos geoquímicos y biogeoquímicos que lo involucran.

**Palabras clave:** Ciclo del Si, Biomineralizaciones, Llanura pampeana, Silicobiolitos, silicofitolitos.

# CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DE BOSQUES DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN DEL RÍO PARANÁ (ARGENTINA): APORTE DE HOJARASCA

P. G. Aceñolaza<sup>1,2</sup>, L. P. Zamboni<sup>2</sup> y J. F. Gallardo Lancho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CICYTTP-CONICET. Matteri y España Diamante 3105 (Entre Ríos, R. Argentina). <acenolaza@gmail.com>.

<sup>2</sup> Universidad de Entre Ríos Ruta 11, km 10.5, Oro Verde (Entre Ríos, R. Argentina).

<sup>3</sup> IRNASA-CSIC. Apartado 257, Salamanca 37071 (España). <jgallard@usal.es>.

Se estudió la producción aérea de hojarasca en cuatro bosques representativos de la llanura de inundación del río Paraná en el Predelta (32° 03' 43" S y 60° 38' 39" O) durante el período 1998-2002.

Los bosques dominados por *Salix humboldtiana* Willd. (1806) y *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav. (1798) presentaron producciones aéreas similares entre sí (5.32-8.19 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> y 4.55-7.85 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> respectivamente); éstas se diferenciaron significativamente del aporte de los otros bosques estudiados ( $p < 0.001$ ). Los bosques de timbó blanco (*Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W. Grimes (1996)) y laurel del río (*Nectandra angustifolia* (Schr.) Nees & Mart. (1833)) también presentaron diferencias significativas entre sí (2.62-3.69 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> y 8.80-10.34 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> respectivamente,  $p < 0.001$ ). Estos valores son cercanos a las estimaciones para otros bosques subtropicales estacionalmente inundados. Las hojas son las fracciones dominantes de la hojarasca llegando al 68 % en el bosque de sauce siendo la amplitud temporal de su caída característica de cada bosque.

La caída de hojarasca es estacional y está asociada a la variación hidrológica, produciéndose mayormente luego del pulso de inundación (primavera-verano).

**Palabras clave:** Producción aérea, Hojarasca, Llanura de inundación, Río Paraná, Pulso de inundación.

# EFFECTO DE LA COBERTURA VEGETAL Y LA PRODUCCIÓN DE BIOMINERALES CÁLCICOS SOBRE EL CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL CALCIO

Natalia Borrelli<sup>1,3</sup>, Fabricio Oyarbide<sup>1</sup>,  
Margarita Osterrieth<sup>1</sup> y Jorge Marcovecchio<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP. CC 722. Mar del Plata 7600 Buenos Aires (Argentina). <mosterri@mdp.edu.ar>.

<sup>2</sup> Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Laboratorio de Química Marina. CC 804 Bahía Blanca 8000 (Buenos Aires, Argentina).

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Los suelos dominantes en el sudeste de la Llanura Pampeana (Argentina) son *Argiudoles* típicos en los cuales se ha descripto la presencia de biominerales de oxalato de Ca de origen fúngico (whewellita y weddellita). Ante la inexistencia de antecedentes referidos a la producción vegetal de los mismos los objetivos del presente trabajo son: a) describir la presencia de biominerales cálcicos de origen fúngico y vegetal; y b) analizar el rol que juegan en el ciclo biogeoquímico del Ca en *Argiudoles* típicos con diferente cobertura vegetal del Sudeste bonaerense, (Argentina). Se trabajó en los horizontes orgánicos, en las matas miceliarias desarrolladas en los mismos y en las especies vegetales (*Eucalyptus globulus* Labill.) para realizar la descripción de los minerales cálcicos de origen biogénico. A su vez, se tomaron muestras del epipedón mólico (hasta -50 cm) para determinar la concentración de Ca en el extracto de suelo. Todos los análisis se realizaron en una parcela con cobertura vegetal de gramíneas y otra con cobertura vegetal de eucaliptus.

El desarrollo de los horizontes orgánicos, el desarrollo fúngico y la densidad de cristales de oxalato de Ca fue notablemente mayor en la parcela con cobertura vegetal arbórea (eucaliptus). Las morfologías halladas fueron diversas: Desde cristales individuales bipiramidales a rosetas. La misma tendencia se observó en el contenido de Ca del extracto de suelo, con valores entre 9,6 y 19,2 mg kg<sup>-1</sup> para la parcela de gramíneas; y valores entre 22 y 92 mg kg<sup>-1</sup> para la parcela de eucaliptus. En las hojas de eucaliptus se observó una elevada densidad de cristales de oxalato de cálcico adoptando morfologías de tipo drusas asociadas al tejido parenquimático y cristales bipiramidales en estrecha relación con los haces vasculares. Si bien las dos parcelas presentan el mismo tipo de suelo en la misma posición topográfica la cobertura vegetal genera un contenido diferencial de biominerales cálcicos y, consecuentemente, de Ca en solución. El importante aporte de biominerales cálcicos de origen vegetal y fúngico en la parcela arbórea estaría explicando las elevadas concentraciones de Ca halladas en el sistema. La notable producción de

biominerales cálcicos, sumado a su mayor susceptibilidad a la alteración respecto de los distintos minerales de origen inorgánico que conforman la matriz del suelo, resulta en un aporte extra al ciclo biogeoquímico del Ca de acuerdo a lo esperable sólo a partir de la degradación de los minerales de origen inorgánico.

**Palabras clave:** Biominerales, Llanura pampeana, Arguindoles, Aegentina, Calcio.

## USO DE MODELOS PARA ESTUDIAR LA DINÁMICA DEL CARBONO EN EL SISTEMA SUELO-ATMÓSFERA

E. Charro<sup>1</sup>, A. Moyano<sup>2</sup> y P. Mayorga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Ciencias Agroforestales Universidad de Valladolid. Campus Universitario de Palencia. Avda de Madrid, Palencia 34004 (España). <echarro@agro.uva.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. E.U. Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Campus Universitario de Soria, Soria 42004 (España). <gardini@pvs.uva.es>.

La evolución que sufre la materia orgánica del suelo (MOS) puede ser estudiada a largo plazo mediante el uso de herramientas como es el empleo de modelos matemáticos dado que constituyen métodos complementarios a las técnicas experimentales y permiten predecir resultados en función de cambios de uso del suelo, diferentes prácticas de manejo, incendios, edad del monte, etc.

El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de diferentes suelos agrícolas sometidos a rotación con el propósito de conocer el estado actual y el comportamiento futuro para prevenir la degradación edáfica por la pérdida de MOS y garantizar un desarrollo sostenible integrado.

Los cálculos preliminares que se presentan confirman la degradación de los suelos agrícolas si hay abandono de los mismos. Ello resalta el interés que representa implantar cultivos biológicos para evitar dicha degradación, además de una mayor pérdida de MOS que contribuye al Cambio Climático Global.

**Palabras clave:** Ciclo del C, Modelización, Abandono de tierras, Cambio global, Suelos agrícolas.

# EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO: EFECTO DE LA INTERACCIÓN FERTILIZACIÓN vs INOCULACIÓN EN CULTIVO DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Marta Elvira Conti, Ignacio Ciampitti y Esteban Ciarlo

Cátedra de Edafología-Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.  
Avda. San Martín 4453. Ciudad Autónoma De Buenos Aires 1417 (Argentina).  
<conti@agro.uba.ar>.

El óxido nitroso absorbe radiación infrarroja contribuyendo al efecto invernadero; este gas es producido principalmente en el suelo mediante los procesos de nitrificación y desnitrificación. En un estudio en campo, sobre un suelo *Argiudol* típico se evaluó el efecto de la fertilización y la inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* en un cultivo de soja (*Glycine max* (L.) merrill) sobre las emisiones de óxido nitroso. El esquema básico de los tratamientos es un diseño completamente aleatorizado (dca), con arreglo factorial completo, con los factores inoculación y fertilización. Inoculación: Sin cultivo (control), cultivo de soja, inoculado, cultivo de soja no inoculado. Niveles de fertilización: Sin fertilización, fertilización de N (15 kg N ha<sup>-1</sup>), fertilización de N (30 kg N ha<sup>-1</sup>). Esta cantidad se aplica como arrancador por única vez en forma de urea líquida, al inicio del experimento.

Medición de emisiones de N<sub>2</sub>O: Para la realización de las mediciones de óxido nitroso, se utilizó el método de “Cámara Cerrada Estática”, mediante cilindros de PVC de 15 cm de largo y 11 cm de diámetro interno (Khera *et al.*, 1999). Las determinaciones se realizaron en Cromatógrafo Gaseoso Agilent 6890 y detector ECD, con columna capilar *Carboplot*, usando como carrier gas He; las temperaturas de trabajo fueron de 100 °C para el horno e inyector y de 250 °C para el detector. El experimento abarcó todo el ciclo del cultivo de soja, desde el día 28 de Diciembre de 2004 hasta el día 3 de Mayo de 2005 y su posterior descomposición de rastrojos durante un período de tiempo de 60 días. Las muestras de gases fueron tomadas con intervalos de dos semanas entre muestreos durante el ciclo del cultivo.

Las emisiones de óxido nitroso presentaron una tendencia creciente durante el ciclo del cultivo, presentando una mayor acumulación durante las etapas fenológicas de Llenado de granos-Madurez fisiológica, representando aproximadamente un 68 % en promedio de las emisiones totales de óxido nitroso. Estos altos niveles de emisiones al finalizar el ciclo de cultivo se relacionan a los mayores niveles de C producto de la senescencia nodular y radicular. La inoculación con bacterias de la especie *Bradyrhizobium japonicum* no tuvo efectos de importancia sobre las emisiones de óxido nitroso, mientras que la fertilización nitrogenada tuvo un efecto decisivo en estas pérdidas de N del suelo, en especial en aquellas situaciones donde se cultivó

soja inoculada con bacterias simbiontes. Las emisiones se correlacionaron solamente con los niveles de nitratos, probablemente debido a que dichas emisiones se encuentran reguladas por una combinación compleja de factores, con una fuerte variación espacial y temporal.

La fertilización nitrogenada aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ) las emisiones y la variable inoculación solo presentó efectos con el mayor nivel de fertilización ( $p < 0.05$ ). Los valores más elevados se observaron en los tratamientos fertilizados con mayor dosis de N e inoculados. La variable que mejor explicó las emisiones es el nivel de nitratos del suelo ( $r^2 = 0.19$ ;  $p < 0.05$ ).

**Palabras clave:** Óxido nitroso, Desnitrificación, Inoculación de soja, Fertilización nitrogenada.

## ABSORÇÃO PELO FEIJOEIRO DE CÉSIO-137 DE SOLOS DE REGIÃO TROPICAL (BRASIL)

**Antonio Enedi Boaretto, Mário Lúcio Roque, Felipe  
C. Álvarez Villanueva, Virgílio Franco do Nascimento Filho,  
Takashi Muraoka e Fábio S. Tagliaferro**

*Centro de Energía Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Av. Centenário  
303, Piracicaba 13400-970 (SP, Brasil). <aeboaret@cena.usp.br>.*

A contaminação de solo por isótopos radioativos do cézio ( $^{134}\text{Cs}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ) e a absorção dos mesmos pelos vegetais têm sido estudadas em solos de regiões de clima temperado. Os estudos sobre o mesmo tema são escassos em solos situados em região tropical. O presente trabalho teve o objetivo: 1- Quantificar a absorção e o acúmulo pelo feijoeiro do  $^{137}\text{Cs}$  de oito solos de região tropical, contaminados artificialmente por  $^{137}\text{Cs}$ ; 2 - Avaliar a influência da calagem e da adubação potássica na absorção e distribuição do  $^{137}\text{Cs}$  no feijoeiro.

Foram escolhidos oito solos de região tropical, classificados pela classificação Brasileira (FAO) como: Nitossolo (Vertisol), Latossolo Vermelho eutrófico (Ferralsol), Neossolo (Arenosol), Cambissolo (Cambisol), Chernossolo (Phaeozém), Gleissolo (Gleysol), Latossolo Vermelho Amarelo (Ferralsol) e Argissolo (Acrisol). Estes, depois de secos, foram colocados em vasos e foram contaminados com solução de cloreto de  $^{137}\text{Cs}$ . A atividade específica adicionada foi de aproximadamente  $25 \text{ kBq kg}^{-1}$  de solo. Os solos permaneceram na casa-de-vegetação por 180 dias, sendo alternados períodos com e sem umidade. No primeiro experimento, a calagem foi feita aplicando-se doses crescentes de carbonato de cálcio e de magnésio para se obter um gradiente de saturação por bases, desde o valor inicial de cada solo até o máximo de 80 %. Os solos foram adubados com todos os nutrientes para que não ocorresse deficiência nutricional no feijoeiro. No segundo experimento, as doses de cloreto de potássio foram crescentes para se obter um gradiente de saturação por potássio desde o valor inicial de cada solo até um máximo de 6%. Os demais nutrientes foram colocados nos vasos em doses iguais para todos os tratamentos. As sementes de feijoeiro foram semeadas nos vasos e depois que ocorreu a emergência, foram mantidas duas plantas por vaso. No final do ciclo, as partes aéreas dos feijoeiros de cada vaso foram colhidas e separaram-se as vagens do restante do material vegetal. Os grãos e o material vegetal foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a  $65^\circ\text{C}$  e moídos. Após a secagem do solo de cada vaso, este foi misturado para homogeneização, amostrado e passado em peneira de 1 mm de malha. As amostras do material vegetal e do solo foram conduzidas para medição da atividade do  $^{137}\text{Cs}$  em detector de NaI, tipo poço, acoplado

a um analisador monocanal. Nas amostras de material vegetal foram realizadas contagens pelo tempo de 10 minutos. Para as amostras de solos, o tempo de contagem foi de um minuto. O número de contagens por tempo obtido no detetor foi convertido para atividade específica ( $\text{Bg kg}^{-1}$  de material seco). A partir dos resultados, calculou-se o fator de transferência (FT), que é a razão entre os valores de atividade específica de  $^{137}\text{Cs}$  absorvido pelo feijoeiro (em  $\text{Bq kg}^{-1}$  de matéria seca) e do solo (em  $\text{Bq kg}^{-1}$  de terra fina seca em estufa) onde o feijoeiro se desenvolveu.

Os resultados mostraram que os solos de região tropical apresentaram maior capacidade, em relação aos solos de clima temperado, de transferir radiocésio para a cultura do feijoeiro, sendo que os valores médios de FT variaram entre 0,3 a 0,5. A calagem não apresentou efeito significativo sobre a transferência de  $^{137}\text{Cs}$  para o feijoeiro. O potássio, entretanto, foi eficiente em conter a transferência de  $^{137}\text{Cs}$  para a cultura, devido a efeito antagônico ao  $^{137}\text{Cs}$  na absorção radicular, tendo havido diminuição do fator de transferência em até uma ordem de grandeza, para alguns solos.

**Palavras chaves:** RadioCésio, Contaminação ambiental, Absorção, Acúmulo.

**MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA  
DE LA PRECIPITACIÓN INCIDENTE AL ATRAVESAR EL DOSEL  
ARBOREO DE UNA REPOBLACIÓN DE *Pinus pinaster*  
EN LA PROVINCIA DE LA CORUÑA (ESPAÑA)**

**M. R. González Cascón<sup>1</sup>, I. González González<sup>2</sup>,  
Ana Carmen de la Cruz Calleja<sup>2</sup>, M. Serrano Játiva<sup>2</sup> y J. M. Grau Corbí<sup>2</sup>**  
*I.N.I.A., \*Dpto. de Medio Ambiente. \*\*C.I.F.O.R. Apto 8111, Madrid 28080 (España).  
<cascon@inia.es>.*

Se ha estudiado la alteración de la composición química de la precipitación incidente al atravesar una repoblación de *Pinus pinaster*, especialmente la entrada de protones.

La parcela de experimental está situada en la provincia de la Coruña (España) muy cercana a la zona más interior de la ría de Arosa. Pertenecer a la Red Nacional del Nivel II. La zona se caracteriza por precipitaciones medias de 1706 mm a<sup>-1</sup> y temperaturas anuales medias de 15 °C (estación meteorológica de Herbón-Padrón). Los suelos (*Cambisoles húmicos* sobre granitos muy arenizados) se caracterizan por un elevado contenido en MOS y un bajo porcentaje de saturación de bases (< 10 % en todo el perfil). Se presentan datos de la composición química del agua de la precipitación incidente y bajo copas en el período comprendido entre Mayo de 1997 y Diciembre de 2003.

La concentración media de protones en el agua de la precipitación incidente en el período de seis años es de 3,7 μmol L<sup>-1</sup> (pH 5,44), aproximadamente la tercera parte de la del agua de precipitación bajo copas con 12,7 (pH 4,89); siendo significativas ( $p < 0,001$ ) las diferencias entre ambos grupos. Este efecto de incremento del pH bajo copas no se constata en todas las parcelas seguimiento de la deposición de la Red Nivel II y no se observa una relación directa con el tipo de especie arbórea, ni con el pH de la precipitación incidente. El aumento de la entrada de protones bajo copas en la parcela de estudio va acompañado de un incremento en la concentración de todos los iones. Exceptuando el ión amonio, las concentraciones ponderadas de cada ión se duplican o casi triplican en el agua de trascolación. El aumento de concentración al atravesar la cubierta forestal es máximo para los iones Mg<sup>2+</sup> y N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. El cociente entre la concentración en la precipitación bajo copas y a cielo abierto es de 2,8 y 2,7 respectivamente, seguidos de los iones Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup>, cuyo cociente es de 2,5. Para el S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> adquiere un valor de 2,2. La ecuación:

$$\text{pH}_T = 0,46 + 0,67\text{pH}_{PI} - 0,33\log(\Delta\text{SO}_4)_T + 0,09\log(\text{Alc}_T) + 0,40\log(\Delta\text{BC}_T)$$

explica el 78,5% de la variabilidad del pH del agua de trascolación, siendo T la trascolación, PI precipitación incidente; Alc<sub>T</sub> alcalinidad de la precipitación

bajo copas;  $\Delta\text{SO}_4\text{T}$  el incremento de la concentración de sulfatos bajo copas; y  $\Delta\text{BC}_\text{T}$  el incremento de la concentración de cationes básicos (Ca, Mg, K) bajo copas. El incremento de la acidez del agua de lluvia bajo copas está relacionado, principalmente, con el aumento de la concentración de sulfatos. En alguna medida que no pudo cuantificarse puede influir la presencia de ácidos orgánicos de carácter ácido débil, ya que la concentración media de C orgánico bajo copas triplica la de la precipitación a cielo abierto. El intenso incremento de la concentración de cationes de carácter básico, especialmente  $\text{Mg}^{2+}$ , y en segundo lugar potasio y calcio compensa la entrada sulfatos y nitratos de forma que el incremento medio de pH bajo copas no superó 0,5 unidades de pH.

**Palabras clave:** Precipitación, Traslación, *Pinus pinaster*, pH.

## CHUMBO EM SOLO CONTAMINADO POR DIFERENTES FONTES DO METAL E EM PLANTAS DE AMENDOIM

**José Melo Wanderley, Leal Renata Moreira, Pires Andréia Juliana,  
Melo Gabriel Maurício Peruca e Melo Valéria Peruca**

*Departamento de Tecnologia, FCAV, UNESP. Jaboticabal 14884-900 (SP, Brasil).  
<wjmel@fcav.unesp.br>.*

A contaminação do solo por chumbo ocorre de forma natural, uma vez que o metal pode estar presente nas rochas em proporções variadas. Contudo, a extensão e a velocidade dessa contaminação aumentaram muito a partir da revolução industrial, tendo em vista a exploração dos minérios de chumbo e o uso do metal pesado em diferentes bens de consumo. O chumbo presente no solo pode ser absorvido pelas plantas e organismos que o habitam ou contaminar águas superficiais ou subterrâneas e, desta forma, entrar na cadeia alimentar, com potencial para causar toxicidade aos animais e ao homem. O amendoim é uma cultura de grande importância na região Norte do Estado de São Paulo, maior produtor nacional, uma vez que é utilizada na reforma dos canaviais. Em assim sendo, os objetivos deste trabalho foram: 1. avaliar o efeito de doses e fontes de chumbo, quando aplicados ao solo, sobre a disponibilidade do metal e seu efeito na produtividade de plantas de amendoim; 2. definir possíveis extratores para avaliar a disponibilidade do chumbo presente no solo para plantas de amendoim. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com temperatura controlada ( $25 \pm 5$  °C) em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4 tratamentos (fontes de chumbo), 4 subtratamentos (doses de chumbo) e 1 testemunha, em 3 repetições. O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média, colhido na camada 0-20 cm. As fontes de chumbo foram acetato de chumbo, cloreto de chumbo, nitrato de chumbo e sulfato de chumbo, e as doses, 210, 420, 840 e 1680 mg kg<sup>-1</sup> solo, expressas em Pb. A planta teste foi o amendoim (*Arachis hypogaea*), cultivar Tégua, cultivando-se 2 plantas por vaso por 130 dias, tendo sido o solo submetido à calagem para elevar a saturação por bases a 70 % e devidamente fertilizado com macro e micronutrientes. Após o período de cultivo as plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em parte aérea, raízes, cascas e grãos, que foram avaliadas com relação à produção de matéria seca e com relação ao conteúdo em chumbo. No mesmo dia foram obtidas amostras de solo, que foram analisadas com relação às formas de chumbo presentes e sua relação com a disponibilidade para as plantas de amendoim. Os extratores testados para avaliar a disponibilidade do chumbo foram Mehlich-3, DTPA e solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> de HCl.

Os resultados obtidos permitiram concluir que: 1. O aumento nas doses de chumbo adicionadas ao solo, para todas as fontes, causou diminuição na produção de matéria seca por todas as partes da planta (parte aérea, raízes, cascas e grãos). 2. A menor produção de matéria seca ocorreu quando se utilizou acetato de chumbo (fonte de chumbo que determinou maior absorção do metal pela planta), enquanto a maior produção ocorreu quando se utilizou o sulfato (fonte de chumbo que causou menor absorção do metal pela planta). 3. A aplicação ao solo de  $840 \text{ mg kg}^{-1}$  de Pb, em qualquer das formas testadas, causou diminuição na produção de matéria seca. 4. Todos os extratores testados apresentaram baixo potencial para avaliar a disponibilidade do chumbo presente no solo para as plantas de amendoim ( $r^2 = 0,59$  para Mehlich 3;  $r^2 = 0,58$  para o DTPA; e  $r^2 = 0,60$  para solução de HCl  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ). 5. A maior parte do chumbo absorvido pelas plantas localizou-se no sistema radicular, havendo baixa translocação para a parte aérea e grãos. 6. a concentração de chumbo nos grãos permaneceu abaixo dos limites considerados inadequados para consumo humano para todas as doses e fontes.

**Palavras chaves:** Metal pesado, Poluição, Leguminosa, Oleaginosa, Brasil.

## PATRONES DE ACUMULACIÓN DE ELEMENTOS TRAZA EN PLANTAS SUPERIORES: IMPLICACIONES PARA LA RED TRÓFICA

**J. M. Murillo, T. Marañón, P. Madejón y M.<sup>a</sup> T. Domínguez**

*IRNASE, CSIC. Apartado 1052. Sevilla 41080 (España). <murillo@irnase.csic.es>.*

Se estudia el patrón de acumulación de elementos traza (As, Cd, Tl y Zn) en plantas afectadas por el vertido minero de Aznalcollar (Abril 1998), concretamente: Alamo blanco (salicácea de bosques de ribera), encina y acebuche (bosque mediterráneo) y diversas herbáceas (grama, plantago y crucíferas). Se contempla la posible incidencia de los distintos patrones de acumulación de elementos traza sobre la red trófica, aspecto relevante para la biomonitorización de zonas contaminadas, línea emergente de gran actualidad en el campo de la investigación científica.

Las plantas fueron muestreadas en diversas zonas de la cuenca del Guadiamar, tanto en suelos afectados por el vertido minero como en otros que no lo fueron (controles). Los muestreos se hicieron en 1999 (durante las labores de limpieza de suelos) y durante el período 2001-2005 (después de la limpieza). En cada sitio se marcaron cinco árboles, de los que se recolectaron hojas (y frutos de encina y acebuche). La grama se muestreó recolectando la parte aérea (tres muestras por sitio). También se tomaron plantas completas de otras herbáceas (cinco plantas por sitio), separándose distintas fracciones para su análisis. Las muestras fueron descontaminadas mediante lavado (en el caso de la grama, se analizaron muestras sin descontaminar), secadas, molidas y digeridas en horno microondas con HNO<sub>3</sub> concentrado; en los extractos obtenidos se analizó As, Cd, Tl y Zn mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente.

En la cuenca existe todavía una importante contaminación residual por metales, muy aleatoria en su distribución. Las márgenes del río siguen muy contaminadas al ser prácticamente inaccesibles a las labores de limpieza; en ellas, el S (elemento mayoritario en las piritas) puede alcanzar valores próximos al 2 %, mientras que en suelos bien limpios y enmendados es del orden de 0,2 %. Por esta razón, Cd y Zn fueron altos en las hojas de los álamos muestreados en las márgenes, tanto en 1999 (valores medios de 3,82 y 542 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente) como en 2001 (3,07 y 455 mg kg<sup>-1</sup>). Las Salicáceas acumulan Cd y Zn en hojas, órganos idóneos para la biomonitorización de suelos contaminados por estos metales. En general, las concentraciones de Cd, Zn y especialmente As, fueron algo mayores en 1999, lo que pudo deberse, en parte, a problemas de contaminación externa con el polvo levantado durante la limpieza de suelos.

La contaminación externa fue particularmente notoria en órganos propensos a la retención de polvo: hojas de encina (muy rugosas: concentración de As: 14 mg kg<sup>-1</sup> en 1999 y 0,92 mg kg<sup>-1</sup> en 2001) y frutos de acebuche (desnudos y untuosos: concentración de As: 4,16 mg kg<sup>-1</sup> en 1999 y 0,13 mg kg<sup>-1</sup> en 2001). En general, las concentraciones de las hojas de ambas especies fueron mayores que las de los frutos. A pesar de su riqueza en el vertido (hasta 60 mg kg<sup>-1</sup>) las concentraciones de Tl fueron muy bajas tanto en hojas como en frutos, y, en general, en la mayoría de las especies muestreadas, debido a la baja movilidad del Tl en lodos y suelos afectados. Sin embargo, existen especies con alta capacidad para acumularlo, caso de la crucífera *Hirschfeldia* sp. (media de 13,4 mg kg<sup>-1</sup> en las flores de suelos afectados: valor máximo de 46,5 mg kg<sup>-1</sup>); esta acumulación estuvo influenciada por el régimen de lluvias (en períodos secos estos valores fueron 2,86 y 4,98 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

Por consiguiente, desde un punto ecosistémico es importante contemplar distintos modelos de acumulación de elementos traza en plantas superiores, así como la estrategia analítica a seguir. La menor translocación de elementos traza hacia frutos que hacia hojas beneficiará a animales frugívoros y granívoros frente a folívoros; éstos pueden verse afectados si la hoja presenta una capacidad de acumulación importante. Las hojas que acumulan elementos traza constituyen órganos adecuados para la biomonitorización de zonas contaminadas; pero no hay que olvidar que la acumulación puede realizarse en órganos distintos a la hoja y que puede estar condicionada por las variaciones edafoclimáticas del medio, aspecto importante para la evaluación de riesgos.

**Palabras clave:** As, Metales pesados, Biomonitorización, Contaminación, España.

## RETENCIÓN DE NITRÓGENO EN CUENCAS CON BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES DE *EUCALYPTUS* EN EL SUR DE CHILE

C. E. Oyarzun<sup>1</sup>, C. Aracena<sup>1</sup>, R. Godoy<sup>2</sup>, P. Rutherford<sup>1</sup> y J. C. Proschle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociencias.

<sup>2</sup> Instituto de Botánica. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia (Chile). <coyarzun@uach.cl>.

Los cambios de uso del suelo, en particular el reemplazo de bosques por agricultura o tierras de pastoreo, tienen una fuerte influencia sobre las concentraciones y flujos de nutrientes en los cursos de agua. Sin embargo, los efectos de la conversión de bosques nativos por plantaciones exóticas de rápido crecimiento sobre la exportación de P y N todavía son pobremente comprendidos. Esta sustitución de vegetación nativa está asociada con drásticas prácticas de cosecha, las cuales generan impactos sobre la calidad del agua a través de los procesos de remoción de biomasa, la entrada de una cantidad variable de residuos al suelo, mineralización y erosión acelerada.

Durante un período de dos años (Mayo 2003 – Junio 2005) se realizó un estudio sobre las entradas y salidas de N en seis microcuencas, dos cubiertas con bosque nativo y cuatro parcialmente reemplazadas por plantaciones exóticas de *Eucalyptus* sp., localizadas en la Cordillera de la Costa del Sur de Chile (40° S). La capacidad de retención de N de las cuencas fue calculada como  $(\text{entrada} - \text{salida})/\text{entrada}$ ; Lovett *et al.*, 2000). Las entradas de N estimaron en las precipitaciones y las salidas en los esteros principales de las cuencas.

El  $\text{NO}_3\text{-N}$  fue la fracción dominante ( $> 50\%$ ) de las pérdidas de N, especialmente en las cuencas dominadas por plantaciones exóticas; en la cuenca con bosques nativos sólo contribuyó con el 11% de las pérdidas totales de N. La retención anual de N-total fluctuó entre 61% en la cuenca dominada por bosque nativo y el 15% en las cuencas dominadas por plantaciones de *Eucalyptus* sp. La capacidad de retención de N fue positivamente correlacionada con la cobertura de bosque nativo y negativamente correlacionada con la cobertura de plantación. Por lo tanto, la capacidad de retención de N puede ser atribuida a las prácticas de cosecha y a las diferencias en cobertura vegetal.

**Palabras clave:** Bosque nativo, Plantaciones exóticas, Retención de N, Chile, Cuencas.



## ***Sesión VI***

# ***PROCESOS Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES***

*Presidente: Dr. Miguel Angel BLESÁ <miguel.blesa@cnea.gov.ar>*  
*Secretaria: Dr. Maite GARCÍA VALLÉS <maitegarciavalles@ub.edu>*



## VITRIFICACIÓN DE LODOS DE EDAR

**S. Martínez-Manent, J. M. Noguès, G. Ávila y M. García-Vallès**

*Dpto. Cristal·lografia, Mineralogía i Dipòsits Minerals. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. c/ Martí i Franquès, s/n, Barcelona 08028(España). <salvadormartinez@ub.edu>.*

El control del medio ambiente es uno de los temas que cada vez preocupan más, no tan solo a la ciudadanía sino también a los más altos órganos de dirección de los países y de los organismos internacionales. Prueba de ello es la legislación desarrollada por la Unión Europea en los últimos años, tendente a la protección del medio ambiente y prueba de la importancia que ello tiene para la supervivencia de nuestra sociedad en un futuro no muy lejano.

Uno de los puntos importantes es el control de las aguas residuales. Ello afecta directamente a la calidad de nuestros ríos y mares ya que son los receptores directos de dichas aguas. Ello conlleva la puesta en funcionamiento de depuradoras de dichas aguas antes de su vertido.

Todo proceso de depuración implica como resultado del mismo; a) unas aguas limpias que pueden devolverse al cauce superficial de las corrientes de agua, o bien a las aguas subterráneas con el fin de recuperar los niveles freáticos de la zona y b) unos lodos en donde se concentran el material sólido y contaminante que dichas aguas arrastran.

En Cataluña, en el año se están depurando las aguas de las poblaciones de menos de 1000 habitantes con un total de más de 300 depuradoras en activo, estando previstas la puesta en funcionamiento del resto de depuradoras en los próximos años. Esto conlleva una producción de lodos muy importante y que seguirá aumentando por el aumento de población y por la construcción de nuevas depuradoras en el resto de municipios. En el año 2000, la cantidad de lodos generados fue de 3.800.000Tm de lodos deshidratados.

¿Cuál es el destino de dichos lodos?. En su mayoría, un 70%, se destinan a la agricultura, con la problemática que dicha aplicación conlleva al producirse un efecto acumulativo en los campos de elementos contaminantes. Ante ello, la legislación europea adopta unas medidas mucho más restrictivas para dicha aplicación exigiendo, a parte de unos niveles máximos de contaminación para dicho uso, unos niveles máximos de elementos contaminantes en los terrenos en donde se pretenda aplicar como abono. El 30% restante va a vertedero y solo un 0.1% se utiliza en otras aplicaciones.

Ante dicha perspectiva hay que buscar soluciones al gran volumen de lodos que se generan ya que las propuestas de gestión actuales no representan una solución real al problema. La utilización como abono implica a

la larga, en la mayoría de los casos, una contaminación a largo plazo de los cultivos y la disposición en vertedero, conlleva la saturación de los mismos y un gran coste de gestión de los mismos.

La Comunidad Europea, en su 6º Programa de Actuación Medioambiental, plantea para la gestión de los residuos, una política basada en los siguientes puntos:

- Prevención de residuos
- Reutilización de productos y componentes
- Reciclaje de materiales
- Recuperación de energía
- Deposición en vertedero, en las mejores condiciones medioambientales posibles

Una aplicación que se fundamenta en dicha política es la vitrificación de dichos residuos.

**Palabras clave:** Lodos residuales, Vitrificación, Depuración de aguas.

## MODIFICACIÓN DE UN CARBÓN ACTIVADO COMERCIAL PARA SU UTILIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS

M. F. Alexandre-Franco<sup>1</sup>, M. D. Gutiérrez-Valero<sup>2</sup>,  
M. L. Godino-Salido<sup>2</sup>, R. López-Garzón<sup>2</sup>, V. Gómez-Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Inorgánica, Universidad de Extremadura, Avda de Elvas s/n, Badajoz 06071 (España). <vgomez@unex.es>.

<sup>2</sup> Departamento B3, Campus de las Lagunillas, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Jaén, Jaén 23071 (España).

El carbón activado (Cac) es un adsorbente único y muy versátil, debido fundamentalmente a su estructura porosa y a su química superficial. Una aplicación cada vez más importante del Cac es su utilización en el tratamiento de aguas, potables y residuales. Las propiedades adsorbentes del Cac constituyen la base de sus numerosas aplicaciones. Dichas propiedades están muy estrechamente relacionadas, no sólo con el gran desarrollo de su porosidad, sino también con su estructura química superficial. En el Cac hay una serie de elementos químicos (heteroátomos), tales como el O, que se combinan con átomos de C pertenecientes a la parte orgánica del Cac y forman unos complejos físicoquímicos (también llamados grupos funcionales superficiales oxigenados) de composición variable ( $C_xO_y$ ). Los grupos funcionales superficiales suelen constar de más de un heteroátomo, por ejemplo, el O y el H juntos en grupos como  $-OH$  y  $-COOH$ . Los métodos que permiten formar complejos de O son métodos basados en la utilización de gases oxidantes y métodos que implican el empleo de disoluciones oxidantes.

El presente trabajo tiene como objetivo principal modificar la superficie de un Cac comercial utilizando tres agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ácido nítrico y ozono) y el posterior estudio de los productos resultantes para obtener información sobre la magnitud de los cambios producidos en la superficie química y en la estructura porosa. Se ha utilizado un Cac granular (Merck 1,5 mm). Su oxidación se ha efectuado con el agente oxidante en disolución acuosa ( $H_2O_2$  y  $HNO_3$ ) o en fase gaseosa ( $O_3$ ). En los tratamientos de oxidación se ha variado la concentración del agente oxidante y la temperatura. En el estudio del Cac de partida y los productos oxidados se han utilizado las técnicas de espectroscopía FT-IR y la adsorción física de gases a bajas temperaturas ( $N_2$ ,  $-196^\circ C$ ).

La oxidación del Cac originó un aumento ( $H_2O_2$ ,  $HNO_3$ ) o una disminución ( $O_3$ ) de la masa de muestra, siendo el efecto de la concentración de la disolución más importante que el efecto de la temperatura. En el Cac de partida son predominantes las estructuras con enlaces  $C=C$  y  $C-O$ . En los espectros de los productos oxidados se registró una nueva banda a  $1715\text{ cm}^{-1}$ , que por su posición puede estar asociada con la vibración de tensión del

enlace C=O en grupos carboxilo. La intensidad de esta banda indica una mayor formación de estos grupos oxigenados con  $\text{HNO}_3$  y  $\text{O}_3$ . Por otra parte, en algunos espectros se registra un hombro a  $1677\text{ cm}^{-1}$  que podría estar causado por el mismo modo de vibración del enlace C=O, pero en estructuras superficiales tipo quinona. Cuando la oxidación del Cac se llevó a cabo en fase líquida fue importante el efecto de la temperatura sobre los grupos funcionales superficiales. El tratamiento de modificación de la superficie del Cac es más efectivo cuando se efectúa a una temperatura inferior a  $0\text{ }^\circ\text{C}$  con  $\text{H}_2\text{O}_2$  y a  $85\text{ }^\circ\text{C}$  con  $\text{HNO}_3$ . Con  $\text{O}_3$ , sin embargo, es posible preparar un producto con un contenido más alto de grupos oxigenados, aumentando el contenido del agente oxidante en fase gaseosa, mientras que la subida de la temperatura parece afectar a la variedad de estructuras oxigenadas formadas. Los cambios originados en la estructura porosa del carbón son en general poco importantes.

**Palabras clave:** Carbón activado, Tratamientos químicos, Química superficial, Estructura porosa.

## ZEOTECNOLOGÍA: PROTECCIÓN AMBIENTAL (AMONIO)

Ángeles Alonso Borbalán y José López Ruiz

Grupo de Investigación Zeolitas. CASEM Universidad de Cádiz (España).  
<jose.lopezruiz@uca.es>.

**Objetivos.**- Las zeolitas y los productos zeolíticos, en general, son aluminosilicatos que disponen de una amplia gama de propiedades y de utilidades. Se utilizan extensamente en aplicaciones industriales, originando un amplio campo llamado zeotecnología. En este trabajo queremos referirnos a una de sus utilidades dentro de la protección ambiental, como es la eliminación de amonio en aguas residuales con referencia al rendimiento de zeolitas sodificadas.

**Situación del tema.**- Dentro del campo zeolítico ocupa una importante posición el cambio catiónico mediante el cuál los cationes amónicos se eliminan de las aguas residuales. Esta eliminación es plenamente satisfactoria en el caso del tratamiento de aguas de escasa salinidad, pero resulta de mucho menor eficacia cuando las aguas están altamente salinizadas. Esta deficiencia de rendimiento zeolítico se suple a través de la utilización de nuevas variedades zeolíticas, previamente preparadas.

**Métodos y técnicas.**- En el presente trabajo se utilizan cuatro variedades, Zesep-56, Clinoptilolita natural, ATZ (filipsita italiana) y 4/20 (mordenita española) sometidas a dos tipos de sodificaciones

**Resultados.**- En la experimentación llevada a cabo se observa que el proceso eliminatorio es favorable en agua destilada para todos los productos, excepto para la clinoptilolita, que apenas si obtiene alteración de su capacidad intercambiadora ( $57,05/54,76 \times 10^{-3}$  meq  $\text{NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  zeolita). En cambio, la modificación al alza es espectacular en el caso del Zesep-56, que la duplica ( $12,91 \times 10^{-3} / 26,50$  meq  $\text{NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  zeolita). Por otra parte, en disoluciones de alta salinidad los tratamientos de sodificación también mejoran en todos los productos los rendimientos eliminatorios.

**Discusión y conclusiones.**- A la vista de los resultados obtenidos concluye que, en general, la sodificación es un procedimiento sencillo y económico para incrementar el cambio catiónico de los productos zeolíticos con respecto al amonio. Por otra parte, debe tenerse en cuenta la economía y sencillez de los procesos sodificadores con agua de mar, cuyos rendimientos, en la eliminación amónica de los productos sodificados, suelen ser cercanos a los obtenidos con NaCl.

**Palabras clave:** Zeolitas, Amonio, Sodificación.

# DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD DE UNA RESINA EPOXY BAJO LA FORMA DE UNA EMULSIÓN O/W. SUBSTITUCIÓN SOLVENTES ORGÁNICOS VOLÁTILES POR MEDIO DE AGUA COMO FASE DISPERSANTE

**Juan Ramón Avendaño-Gómez<sup>1\*</sup>, Elizett Uzcanga Hernández<sup>1</sup>  
y José Manuel del Río García<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Sección de Estudios de Posgrado de ESIQIE.  
Laboratorio de Ingeniería Química Ambiental. UPALM Ed. 8. México D.F.  
<juan\_avendan@yahoo.com.mx>.

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Petróleo. Laboratorio de Nanocalorimetría. Eje Central  
Lázaro Cárdenas México D.F. <jmdelrio@imp.mx>.

Los procesos de polimerización en las industrias de pinturas y adhesivos están sufriendo cambios debido a requerimientos ambientales y de costos. Por un lado, el reto ambiental es sustituir el empleo de solventes orgánicos volátiles (tales como tolueno, xileno, y fenolatos) por el uso de agua como fase dispersante. Por otro lado, la viscosidad de las resinas epóxicas es un factor limitante en la transferencia de masa de catalizador para reacciones de polimerización.

El objetivo de este trabajo es formular una emulsión estable del tipo O/W de una resina epoxy bi-fenol-A en agua empleando surfactantes no iónicos del tipo PEO-PPO-PEO. El objetivo del presente trabajo contribuye a resolver un problema ambiental y, también, a mejorar la dispersión de la resina para trabajar en condiciones de flujo con viscosidades de 5 a 10 poises.

Con el fin de obtener la emulsión de resina en agua se emplea un surfactante no iónico del tipo tri-bloque copolimero PEO-PPO-PEO. La formulación optimizada revela que el diámetro medio de la fase dispersa es de 1  $\mu$ m. El comportamiento de la emulsión O/W se evalúa con referencia al diámetro promedio de la fase dispersa y de su velocidad de sedimentación. La técnica experimental empleada fue el barrido con dispersión de luz empleando un Turbiscan MA 2000 de Formulation (Francia). La técnica de barrido óptico permite determinar variaciones dinámicas tanto en la emulsión como la sedimentación, la coalescencia y la migración de partículas hacia la parte superior o la floculación.

Los resultados muestran que el parámetro más importante de la formulación que influye en la estabilidad de la emulsión es la concentración de surfactante. Es importante señalar que la concentración de surfactante empleada en este trabajo está por encima de la concentración crítica micelar (CMC). Por otro lado, la CMC de este grupo de surfactantes ha sido determinada por la velocidad de sonido, sin reporte en la literatura. El análisis turbiscan revela que el comportamiento dinámico de la emulsión se caracteriza

por una sedimentación de las micro-gotas de resina dispersas en agua. A pesar de la sedimentación no se observa coalescencia, lo cual es resultado de implicaciones favorables a procesos de polimerización. La agitación suave de la dispersión permite homogenizar nuevamente las partículas de resina.

**Palabras clave.** Emulsión, Micro-emulsión, Coalescencia, *Oswald ripening*, Surfactante no iónico, Análisis turbiscan.

# OXIDACIÓN DE CLOROBENCENO ADSORBIDO EN CARBÓN ACTIVADO MEDIANTE OZONO/ULTRAVIOLETA EN UN LECHO FLUIDIZADO SÓLIDO-LÍQUIDO-GAS

**R. Bernal González, L. A. Campa Macías y R. Limas Ballesteros**

*Laboratorio de Investigación en Ingeniería Química Ambiental, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional. Edif. Z, Secc. 6, 1er. Piso, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Deleg. Gustavo A. Madero, México D.F. 07738. Tel.: (52) 57-29-6000 Ext. 55290. <rlimas@ipn.mx>.*

En este estudio se llevó a cabo la oxidación de clorobenceno, previamente adsorbido en carbón activado, en un nuevo fotoreactor que combina el uso de ozono/ultravioleta en un lecho fluidizado sólido-líquido-gas. La primera fase de esta investigación consistió en el diseño teórico y físico del foto-reactor de lecho fluidizado donde se llevó a cabo la experimentación. La segunda fase consistió en llevar a cabo la oxidación de clorobenceno adsorbido en carbón activado tomando como base un diseño experimental de tipo factorial de dos niveles y cuatro factores. Las variables de estudio fueron pH, flujo de ozono, velocidad de fluidización y tiempo de prueba.

Se obtuvieron eliminaciones máximas de clorobenceno de 82% en fase heterogénea y 89% en fase homogénea para valores de pH alcalinos (10-11), flujo de ozono de  $0,5 \text{ L min}^{-1}$ , velocidad de fluidización 66% mayor que la velocidad mínima de fluidización y tiempo de prueba de  $15 \text{ min}^{-1}$ . Además, se obtuvieron dos modelos estadísticos que representan significativamente el fenómeno, dentro del intervalo de experimentación, con un error de predicción en la respuesta de  $\pm 2,97\%$  y  $\pm 1,14\%$  en la fase heterogénea y homogénea, respectivamente.

La influencia de las variables en el proceso se analizó usando superficies de respuesta y los modelos estadísticos previamente obtenidos. A partir de este análisis se observa que el incremento del pH en el intervalo de estudio no influye en el proceso de oxidación en fase heterogénea, el aumento de la velocidad de fluidización mejora la eliminación manteniendo el flujo de ozono mínimo, pero se requiere aumentar el tiempo de prueba; para lograr eliminaciones de clorobenceno en menores tiempos de prueba es necesario aumentar el flujo de ozono manteniendo velocidades de fluidización mínimas.

**Palabras clave:** Clorobenceno, Oxidación combinada  $\text{O}_3/\text{UV}$ , Fluidización, Descontaminación.

## DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE PUF PARA LA DETERMINACIÓN DE HAPs PRESENTES EN AEROSOLES ATMOSFÉRICOS

Francisco Cereceda-Balic<sup>1</sup>, Nicolás Schiappacasse<sup>1</sup>,  
Víctor Vidal<sup>1</sup> y Pedro Oyola<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Ambiental, Departamento de Química, Universidad Técnica Federico Santa María, Casilla 110-V, Valparaíso (Chile). Fax: 56-32-654872. <francisco.cereceda@usm.cl>.

<sup>2</sup> Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).

Para evaluar con exactitud el riesgo que implica para la salud humana la exposición a compuestos tan tóxicos como los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) se debe analizar tanto el material particulado (MP) como la fase gaseosa del aerosol atmosférico. Para coleccionar el MP se usa, entre otros, un filtro de membrana de teflón y para la fase gaseosa un filtro de espuma de poliuretano (PUF). Para llevar a cabo la extracción de éstos últimos se aplican métodos normalizados que requieren de grandes volúmenes de solvente, así como de muchas horas de tratamiento.

Este trabajo reporta el desarrollo, validación y aplicación de un nuevo procedimiento de extracción de PUF para la determinación de HAP presentes en la fase gaseosa del aire ambiente. El nuevo procedimiento se basa en el uso de un equipo automático de extracción (*AutoExtract PUF®*) diseñado y construido en nuestro laboratorio.

Para validar el nuevo procedimiento de extracción el desempeño del sistema *AutoExtract PUF®* se comparó con el de un *Soxhlet*, que es el equipo recomendado por la EPA (Método EPA-TO13A) para la determinación de HAP coleccionados en PUF. Dos PUF limpios fueron inoculados con una solución estándar de 16 EPA-HAP y extraídos con cada uno de los métodos referidos, respectivamente.

No hubo diferencias significativas en los porcentajes de recuperación; sin embargo, *AutoExtract PUF®* presentó diversas ventajas comparativas: Tiempos de extracción cortos y pequeños volúmenes de solvente; automatización del procedimiento y capacidad de programación; bajo costo de mantenimiento y operación, así como bajo consumo de energía.

En la etapa de preparación de la campaña de monitoreo de HAP en aire realizada en Pudahuel (Santiago de Chile, 2002), los PUF nuevos (que vienen de fábrica con un alto grado de contaminación) se limpiaron mediante un procedimiento que hace uso del nuevo sistema *AutoExtract PUF®*, trabajando con una secuencia de solventes. Para la última fracción de lavado (n-hexano) se obtuvo cromatogramas limpios y con una buena línea base,

lo que indica que el nuevo procedimiento es eficaz y eficiente en la eliminación de las impurezas contenidas en el *PUF*.

En el tratamiento de las muestras obtenidas en la campaña de monitoreo Pudahuel 2002 se usó el nuevo procedimiento de extracción de *PUF*. Además de la gran concentración total de HAP en el aire ambiente y de la elevada potencia tóxica de la mezcla se observó que todos los HAP, incluso los menos volátiles (compuesto de 5 y 6 anillos) se hallaban preferentemente en la fase gaseosa.

**Palabras clave:** Aerosoles atmosféricos, *PUF*, Extracción, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Contaminación atmosférica.

## SALT TECTONICS IN GAS STORAGE & RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL

C. Cramez<sup>1</sup> y M. J. Lemos de Sousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rue du Nord 203, 2300 La Chaux-de-Fonds (Suiza). <ccramez@compuserv.com>.

<sup>2</sup> Universidade Fernando Pessoa, Praça 9 de Abril 349, Porto 4249-004 (Portugal).

Most geologists would agree that underground storage of hydrocarbons, as well as radioactive waste disposal are possible in rocks with low permeability and wherein open fractures are unlikely, that is to say, that salt bodies are one of the best candidates. In fact, in evaporitic basins, such as Rio Maior (Portugal onshore), Gulf of Mexico, NordKapp basin, Angola offshore, *etc.*, conventional inductive, or “Baconian” interpretation of the seismic lines proposed huge salt domes suggesting wonderful storage sites (Fig. 1). Indeed, few projects were initiated on such interpretation without any geological criticism (tectonic, seismologic, *etc.*).

However, an hypothetic-deductive, or “Popperian” interpretation of the seismic lines (fig. 2), in conjunction with a holistic geological setting, clearly indicated that the majority of such a proposed storage sites was inappropriate due to reduced volume of the salt rock, as well as from the seismic-tectonic point of view.

In Fig 1, there is an inversion point, above which the pressure of the salt against the sediments is higher than the pressure of the sediments against the salt. Contrariwise, below the inversion point, the pressure of the sediments against the salt is higher than the pressure of the salt against the sediments. Subsequently, the proposed salt geometry is unlikely. On the other hand, assuming a velocity of 15-17 m s<sup>-1</sup> of the seismic waves through the salt, a simple time-depth conversion completely falsifies such interpretation. There is more salt than space available in the basin.

Two examples are shown:

- (i) An hydrocarbon storage project in Portugal, in which the inductive interpretation of the seismic lines and the geologic context was submitted to criticism too late;
- (ii) & a radioactive waste disposal in NordKapp basin, in which the hypothetico-deductive interpretation of the seismic lines killed the “project” since the very beginning.

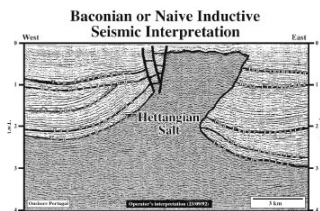


Fig. 1- In this interpretation, the interpreter forgot that the density of the salt is roughly constant in depth.

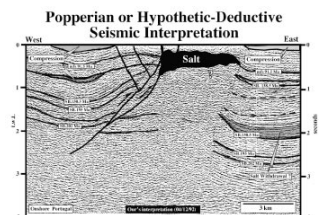


Fig. 2- On this interpretation, the authors took into account the regional compressional geological context of the area, the rheological characteristic of the salt, the seismicity of the area, and the act that “Theory precedes Observation”.

**Key words:** Salt Tectonics, Gas Storage, Radioactive Waste Disposal.

# LIMPIEZA DE GASES I: FILTRACIÓN MAGNÉTICA DE UN AEROSOL DE ÓXIDO DE HIERRO MEDIANTE PARRILLAS MAGNETIZABLES

A. M. Estévez<sup>1</sup>, A. Álvaro<sup>1</sup>, J. M.<sup>a</sup> Rodríguez<sup>1</sup>,  
J. R. Sánchez<sup>1</sup> y Paulo A. Augusto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Química y Textil. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Salamanca, Plaza de los Caídos 1-5, Salamanca 37008 (España). <estevez@usal.es>.

<sup>2</sup> Dpto. de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, Porto 4200-465 (Portugal).

**Introducción.**- La industria siderúrgica, en particular la fabricación del hierro y del acero a partir del Fe mineral, contiene procesos con notable impacto en la polución atmosférica, siendo las partículas formadas por óxidos de Fe uno de los contaminantes más importantes. La captura de estas partículas en esta industria suele realizarse por medio de filtros de mangas, lavadores Venturi y precipitadores electrostáticos, presentando algunas limitaciones, así como una disminución significativa de la eficacia colectora de las partículas cuando el tamaño de éstas es menor de 2 micras, por lo que es clara la dificultad de lograr una limpieza total de estos gases contaminados.

Teniendo en cuenta que muchas de las partículas emitidas en los gases de esta industria siderúrgica tienen carácter para/ferromagnético, parece conveniente intentar la limpieza de estos gases añadiendo, a los mecanismos convencionales de la filtración de gases, un mecanismo adicional de tipo magnético que, actuando sobre estas partículas de óxido de Fe, las retenga y evite su emisión a la atmósfera, tal como se propone en este trabajo.

**Método empleado.**- Se generó un aerosol de partículas de óxido de Fe mediante su elutriación a partir de un lecho formado por partículas de óxido de Fe y arena. El aerosol así formado se filtró a través de un filtro magnético formado por una, dos o tres parrillas superpuestas, formadas por alambres cilíndricos de hierro. Las parrillas se magnetizaron mediante un campo magnético producido por una corriente eléctrica continua que pasó a través de una bobina de hilo conductor de Cu que rodea las parrillas, las cuales, una vez magnetizadas, se comportan como imanes y retienen las partículas de óxido de Fe del aerosol a filtrar. Un sistema isocinético de toma de muestra, antes y después del filtro magnético formado por las parrillas, que fue conectado a un analizador de partículas *Microtrac* SRA 150, permitió realizar la distribución de tamaño de partícula de la alimentación y de la corriente de salida del filtro y, posteriormente se calculó la eficacia colectora de partículas o eficacia de filtración, así como su variación con el campo magnético aplicado, con el tamaño de partícula y con otras variables de operación.

**Resultados y Discusión.**- Se desarrolló un modelo teórico para la filtración magnética teniendo en cuenta las diferentes fuerzas que actúan sobre las partículas de óxido de Fe y realizando un balance de materia sobre el filtro magnético considerado como un reactor de flujo pistón, obteniéndose una expresión para la eficacia de filtración en función del tamaño de partícula que coincide aceptablemente con los valores de la eficacia de filtración determinados experimentalmente. Otros resultados experimentales obtenidos indicaron que la eficacia de filtración aumenta con la intensidad del campo magnético aplicado, con el tamaño de partícula del óxido de Fe que forma el aerosol que fue sometido a filtración y con el número de parrillas superpuestas que formaron el filtro magnético. En todos los experimentos realizados la caída de presión a través del filtro fue muy pequeña, incluso inferior a la caída de presión de otros aparatos convencionales y filtros utilizados para la limpieza de gases contaminados.

**Conclusiones.**- Se ha diseñado, montado y probado un filtro magnético formado por parrillas magnetizables, incluyendo un sistema isocinético de toma de muestra que permite calcular eficacias filtrantes. La expresión teórica de la eficacia filtrante obtenida coincide aceptablemente con los valores experimentales de la misma, aumentando esta eficacia con el tamaño de partícula, intensidad de campo magnético aplicado y número de parrillas superpuestas que forman el filtro magnético.

**Palabras clave:** Filtración magnética, Parrillas magnetizables, Óxido de hierro.

## UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS

J. L. Fernández Turiel<sup>1</sup>, V. Marín<sup>2</sup>, D. Gimeno<sup>2</sup> y M. García Vallès<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Inst. de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Barcelona (España).*

*<jlfernandez@ija.csic.es>*

<sup>2</sup> *Depto. Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica, Fac. Geologia, Univ. Barcelona (España.).*

<sup>3</sup> *Dpto. Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Univ. Barcelona (España).*

Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados de metales alcalinos y alcalinotérreos del grupo de los tectosilicatos con una estructura tridimensional con poros y canales. Se conocen alrededor de 40 zeolitas naturales formadas principalmente por la alteración de vidrio volcánico; se sintetizan más de 150 tipos. Debido a su estructura y sus propiedades de sorción y deshidratación las zeolitas tienen múltiples aplicaciones entre las que destaca su utilización en el tratamiento de efluentes con metales pesados para industrias a pequeña escala, en áreas rurales y países en desarrollo.

En este trabajo se ha investigado la remoción de arsénico en aguas con diferente grado de mineralización utilizando cinco zeolitas, cuatro naturales –compuestas por chabazita, mordenita, clinoptilolita y phillipsita– y una sintética (4A). Se ha utilizado la difracción de rayos X para la caracterización mineralógica de las zeolitas y las técnicas ICP-OES e ICP-MS para el análisis de los diferentes elementos de las soluciones después de la interacción agua-zeolita en un agitador rotatorio durante 18 h.

La eficiencia de la remoción de As es diferente según la zeolita utilizada. La muestra compuesta por chabazita y phillipsita alcanza los valores de remoción más elevados, cercanos al 80% en aguas de elevada mineralización. La muestra sintética no es capaz de eliminar As y lixivia gran cantidad de Na. Se ha comprobado que la muestra formada por chabazita y phillipsita también es adecuada para tratar otros metales pesados como el Zn, el Cr, el Cu y el Ni. En todos los casos se ha detectado un aporte importante de Al al agua como resultado de la interacción con las zeolitas. Este aspecto debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar procesos de tratamiento que involucren a las zeolitas naturales para la remoción de As en agua.

**Palabras clave:** Arsénico, Agua, Remoción, Zeolita, Tratamiento.

# ADSORCIÓN DE P EN ROCA CALCÁREA NO CONSOLIDADA UTILIZADA COMO MEDIO DE SOSTÉN EN CORRALES DE ENGORDE DE GANADO VACUNO

Ana R. García y Alicia F. de Iorio

Química Analítica. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453. Buenos Aires 1417 (Argentina). <agarcia@agro.uba.ar>.

El entendimiento de la adsorción de P en la roca calcárea es importante para salvaguardar la calidad de agua en actividades ganaderas intensivas; generalmente se utiliza la roca calcárea (tosca) como piso-sostén en los corrales de engorde, evitando el anegamiento de los mismos.

Con el fin de estudiar la potencial adsorción de P en este sustrato se establecieron los siguientes objetivos específicos: a) Desarrollar una isoterma para estimar la capacidad máxima de adsorción de P (P-adsorción) de la roca calcárea; b) Caracterizar la adsorción de P de este sustrato a partir del ajuste a los modelos Langmuir, Freundlich y Tempkin; y c) Relacionar las propiedades de adsorción de la roca calcárea (grado saturación de P, GSP), concentración de P en el equilibrio a adsorción cero (CPE°) máxima capacidad de adsorción (P-adsorción) con parámetros ambientales.

Se recogieron muestras compuestas de roca calcárea no consolidada (tosca) que será utilizada como piso de un corral de engorde. Las propiedades del sustrato se determinaron por métodos normalizados descritos por Page (1982). Se determinó la máxima capacidad de adsorción de P (máxima P-adsorción) del sustrato utilizando el método adaptado por el *International Soil Testing Project (International soil testing Project 1966, Nair et al., 1984)*. Los datos se ajustaron a los modelos de Langmuir, Freundlich y Tempkin. Se calculó el grado de saturación de P (GSP) a partir de:

$$\text{GSP} = (\text{P extractado}/\text{Máxima adsorción de P}) \cdot 100$$

Los datos obtenidos, al establecer la isoterma de adsorción mostraron dos comportamientos diferenciales con respecto a la fijación de P. A bajas concentraciones de P en el equilibrio (CPE) (menores a 40 mg L<sup>-1</sup>), la curva tiene una forma sigmoidea. A elevadas CPE, entre 40 y 150 mg L<sup>-1</sup> se registró un cambio abrupto en la pendiente. Estos resultados conducen a dos comportamientos; por un lado se establece una baja adsorción de P cuando la concentración en solución es baja y, por otro, esta situación se invierte a concentraciones de P elevadas, dominada por el proceso de precipitación. La adsorción de P en este sustrato se ajustan bien a las ecuaciones de Langmuir, Freundlich y Tempkin. El mejor ajuste lo tuvo el modelo de Langmuir, el mismo que permite determinar la máxima capacidad de adsorción, alcanzando un valor de 384 mg kg<sup>-1</sup> cercano al inferido en la isoterma de

adsorción. La concentración de P en el equilibrio, cuando la adsorción es cero (CPE°), es útil para identificar si los suelos actúan como fuente o sumidero de P en los procesos de escurrimiento y precolación. En este caso el valor obtenido es superior al valor límite de P en la solución del suelo propuesto para la protección de las aguas subterráneas, pudiendo actuar como fuente de P. El grado de saturación de P es bajo (16%); no obstante, este sustrato tiene una limitada capacidad para retener P cuando las concentraciones que percolan son menores a 2 mg L<sup>-1</sup>; por consiguiente, hay un riesgo potencial de movimiento vertical de P en los poros de este sustrato.

**Palabras clave:** Adsorción de P, Modelos, Roca calcárea, Grado de saturación de P.

## OBTENCIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS A PARTIR DE RESIDUOS INDUSTRIALES

**M. García-Valles, J. M. Noguès, G. Ávila y S. Martínez-Manent**

*Universidad de Barcelona, Barcelona 08028 (España). <maitegarciavalles@ub.edu>.*

La contaminación acústica se plantea como un problema medioambiental cada vez más grave en nuestra sociedad; del mismo modo, la acumulación de residuos generados y la necesidad de su gestión se hace cada vez más acuciante. En este trabajo se plantea la obtención de un nuevo material: (“*prouso*”), a partir de residuos ricos en aluminio, polvo de mármol, arena de fundición, poliestireno expandido reciclado y arcillas plásticas. La técnica utilizada para la producción del material es la de un proceso cerámico convencional. En base a las propiedades físicas analizadas, siguiendo las técnicas marcadas por la normativa actual, se propone el uso de este material dentro del campo del aislamiento acústico (paneles de autopistas, industria, salas de máquinas, sala de ascensores, etc.) ya que absorbe un 95% del sonido en la banda de frecuencias de los 500 Hz. Por otra parte, dado su buen comportamiento como aislante térmico y buena resistencia mecánica, el campo de aplicación es más amplio que el indicado como aislamiento térmico, por su buena refractariedad y resistencia al fuego y/o una cierta resistencia mecánica; por ejemplo, se puede utilizar como tabique sin necesidad de una estructura que lo soporte como ocurre con otros tipos de aislantes térmicos y acústicos...

**Palabras clave:** Pantallas acústicas, Residuos industriales, Nuevos materiales.

## MODELO DE CÉLULA ELETROQUÍMICA PARA ESTUDOS DA REMEDIAÇÃO DE SOLOS

**Odilio B. Garrido Assis y Eliandro R. Silva**

*Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro 1452. São Carlos 13560-70 (S. P., Brasil). <odilio@cnpdia.embrapa.br>.*

O uso de técnicas eletrocinéticas e suas variantes têm apresentado resultados promissores em processos de eliminação de contaminações químicas presentes em águas e em meios porosos. Essas técnicas têm como princípio a migração de espécies sob a ação de um campo elétrico aplicado por meio de eletrodos, gerando no sistema uma camada difusa móvel que arrasta com ela os compostos polares presentes em solução. Na presença de meios com superfícies sólidas, como solos, estas são consideradas fixas com relação ao movimento da camada, sendo a este fenômeno dado o nome de eletro-osmose. Metodologias baseadas neste princípio são atraentes do ponto de vista prático, sendo passíveis de aplicação em qualquer meio permeável humidificado onde o contaminante a ser removido pode ser um composto do tipo inorgânico, orgânico ou organometálico, adsorvido ou não, sob a superfície sólida, ou de espécies iônicas, polares ou apolares em solução. Neste trabalho apresentamos o projeto de construção de uma cela eletroquímica para a avaliação, em escala laboratorial, da eficiência da técnica na descontaminação de solos.

A célula foi confeccionada em acrílico, com paredes de 0,8 cm de espessura, para um volume total de 1125 cm<sup>3</sup> e um volume preenchido com meio poroso de 850 cm<sup>3</sup>. Câmaras para fixação dos eletrodos foram definidas por separação via membranas permeáveis de nylon monofilamento com abertura de malhas de 20 mm e espessura do fio de 60 mm diâmetro, de fabricação TEGAPE®. Essas câmaras são acopladas a um sistema de alimentação e retirada de líquido, promovendo a circulação do eletrólito e remoção do contaminante migrado. As dimensões gerais da célula são: 26,65 cm de comprimento, 20,00 cm de separação entre as membranas, 6,78 cm de altura e 6,50 cm de largura. Os eletrodos foram confeccionados de titânio de composição comercial.

Uma metodologia mínima foi adotada para aferir a eficiência da técnica na remoção em solos do tipo latossolo roxo distrófico, argiloso, comum na região sudeste do Brasil. Dois contaminantes, fenol e atrazina, foram avaliados. O fenol foi escolhido como um elemento teste, não somente por sua toxicidade, mas igualmente por apresentar uma alta solubilidade em água e ser um dos principais resíduos das refinarias de óleo, indústrias de plástico, tintas e pesticidas. O agrotóxico atrazina, um herbicida é amplamente empregado no Brasil no controle geral de ervas daninhas. Faz parte do grupo das

s-triazinas que são compostos de alta mobilidade e persistência, além de danosos à saúde humana.

As contaminações controladas foram realizadas a partir de soluções estoques na concentração de  $11 \text{ mg mL}^{-1}$  (fenol e atrazina). Os testes foram realizados sob tensão de 60 V (DC) e corrente constante de 5,0 mA aplicadas diretamente nos eletrodos. A medida da eficiência do processo foi realizada ao longo do tempo pelo mapeamento do pH ao longo da distancia e por medidas de absorbâncias obtidas por espectroscopia de UV-Vis, tomando as intensidades medidas no comprimento de onda 270 nm para o fenol e em 223 nm para a atrazina. Com base nestas correspondências tornou-se possível estabelecer relações de proporções numéricas das concentrações resultantes do ensaio eletroquímico.

As melhores eficiências de remoção foram obtidas para períodos superiores a 30 minutos de operação. Análises complementares indicam eficiência de 50 % na migração do fenol e próximos a 25% para a atrazina. A diferença entre os valores obtidos indica que o processo é seletivo sendo necessário a aplicação de tensões distintas para a migração satisfatória de contaminantes distintos.

Contudo, de uma forma geral, os resultados confirmam o potencial da técnica, onde através de montagens simples e práticas, possa ser satisfatoriamente empregada como procedimento coadjuvante e de baixo custo na purificação de águas e solos contaminados por compostos químicos.

**Palavras-chave:** Eletrosmose, Remediação de solos, Eletroquímica, Fenol, Atrazina.

## RETENCIÓN DE IÓN AMONIO ( $\text{NH}_4^+$ ) POR ZEOLITAS NATURALES MEXICANAS (CLINOPTILOLITAS)

Miriam González, Jorge Flores, Enrique Aduna y Marisela Maubert

*Departamento de Ciencias Básicas, Div. CBI, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Pablo 180, Azcapotzalco, México D.F. 22000 (Méjico). <amf@correo.azc.uam.mx>.*

Entre los métodos más comúnmente empleados para la remoción del ion amonio en la prevención de la contaminación ambiental se encuentra el intercambio iónico con zeolitas naturales (ZN). Las ZN son silicoaluminatos que se caracterizan por tener una estructura interna con cavidades y canales, generalmente ocupados por moléculas de agua formando una esfera de hidratación alrededor de cationes intercambiables (tales como Na, K, Ca y Mg), lo que les proporciona propiedades de adsorción y en particular de intercambio iónico. Basándose en sus propiedades únicas, incluyendo su bajo costo, la amplia distribución a nivel mundial de sus depósitos (más de 300,000 t de zeolitas naturales se emplean anualmente en los EE.UU. de Norteamérica, Japón, Italia, Bulgaria, Cuba y otros países en el mundo) las ZN's han sido utilizadas en numerosas áreas de aplicación, tales como: tratamiento de aguas residuales (de origen doméstico, industrial y agrícola); agregante en fertilizantes y acondicionadores de suelos; en cementos puzolánicos y concretos; material de relleno en la industria del papel; suplemento alimenticio en la dieta animal de aves; separación del  $\text{N}_2\text{O}_2$  del aire; catalizadores en la reformación del petróleo, etc.

El objetivo del presente Trabajo es el de aplicar en la remoción de ion amonio con ZN procedentes de dos yacimientos de la República Mexicana ricos en Clinoptilolita. Debido a su elevada selectividad por el ión amonio la Clinoptilolita ha sido utilizada para la remoción del  $\text{NH}_4^+$  desde hace varias décadas.

Se recolectaron muestras de rocas sedimentarias de color característico de los yacimientos de Ventilla Carrera Torres en el Estado de San Luis Potosí (CliSLP) y de Etna en el Estado de Oaxaca (CliOAX); la caracterización de las mismas mostró que se trataba de tobas zeolíticas ricas en Clinoptilolita con presencia en menores cantidades, de Mordenita para CliOAX y de feldespato de potasio, hematita, biotita y cuarzo en ambas muestras. Previo al desarrollo del experimento las zeolitas se trituraron, lavaron y tamizaron. Posteriormente, se purificaron por medio de lavados con agua desionizada, tratamiento con  $\text{H}_2\text{O}_2$  y, por último con una solución 0,5 N de HCl. Las zeolitas naturales purificadas se modificaron bajo las siguientes formas por intercambio catiónico ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) dando origen a las muestras H-CliSLP, Na-CliSLP, Ca-CliSLP, H-CliOAX, Na-CliOAX y Ca-CliOAX. Las muestras no tratadas se denominaron CliSLP y CliOAX. Con el objeto de determinar

la capacidad de intercambio de las ZN con respecto al ión amonio se realizaron pruebas en lote en reactores intermitentes (tipo *batch*), colocando 1 g de zeolita en 400 mL de solución de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  de concentración conocida, durante 12 h a una temperatura constante de 30 °C y con agitación constante (120 rpm).

Se obtuvieron curvas cinéticas de intercambio, curvas de ruptura variando la masa, tamaño de partícula de las ZN y la concentración del ión amonio  $\text{NH}_4^+$ . A partir de dichas curvas de ruptura se obtuvieron las isotermas de adsorción. Las ZN's fueron caracterizadas en todas las etapas por DRX, EDS-X, MEB y adsorción de  $\text{N}_2$  (77K). Los resultados obtenidos mostraron que las ZN modificadas tuvieron una mayor capacidad de intercambio de amonio en la siguiente secuencia ( $\text{meq NH}_4^+ \text{ g}^{-1}$  zeolita): H-ClisLP (2,4196) > H-ClisOAX (2,3871) > Na-ClisLP (2,2487) > Na-ClisOAX (2,1995) > Ca-ClisLP (2,0489) > Ca-ClisOAX (1,98) > ClisLP (1,8489) > ClisOAX (1,8296).

**Palabras clave:** Zeolitas naturales, Clinoptilolita, Intercambio iónico, Limpieza de amonia, Isotermas de adsorción.

# INCIDENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTALES SOBRE LOS NIVELES DE NUTRIENTES Y SALES PRESENTES EN LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL GENERADA EN SUELOS CON USOS GANADEROS INTENSIVOS

M. J. Massobrio<sup>1</sup>, A. R. García<sup>2</sup>, E. Palacín<sup>1</sup>, A. Sfeir<sup>3</sup> y M. Piscitelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Manejo y Conservación de Suelos.

<sup>2</sup> Química Analítica. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453, Buenos Aires 1417 (Argentina). <massobri@agro.uba.ar>.

<sup>3</sup> Cátedra de Conservación y Manejo de Suelos. Facultad de Agronomía, UNC, Buenos Aires (Argentina).

En la Provincia de Buenos Aires (Argentina) no se dispone de información con visión sistémica sobre los procesos de contaminación de agua, suelo y aire en actividades de engorde intensivo en corral (*feedlot*).

El objetivo general del presente trabajo fue estudiar la incidencia de las características geoambientales sobre los niveles de nutrientes y sales presentes en la escorrentía superficial generada en corrales de engorde. Se trabajó en geoambientes con distinto comportamiento hidrológico y diferente energía potencial: Típico, (Pampa Serrana), en el partido de Azul; y no típico, (Pampa Arenosa), en el partido de Junín; ambos sistemas están localizados en la Provincia de Buenos Aires (Argentina).

Se realizaron ensayos de simulación de lluvia en corrales de engorde representativos de la varianza ambiental de los geoambientes analizados. El agua de escurrimiento recogida se caracterizó a través de la medición de las siguientes variables: pH, partículas totales, partículas en suspensión, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, C orgánico total, C orgánico disuelto, sales, conductividad eléctrica y sólidos en suspensión. Para la medición de las mismas se aplicaron técnicas analíticas normalizadas.

El análisis de dicha información permitió establecer una similitud en las propiedades físico-química del agua de escurrimiento obtenida en ambos sistemas, independientemente de su energía potencial y de las propiedades físico-químicas heredadas. Esto puso de manifiesto la fuerte presión tecnosférica de la actividad analizada que enmascara superficialmente las propiedades físico-químicas heredadas.

**Palabras clave:** Geoambientes, Escurrimiento, Engorde intensivo, Contaminación hídrica.

# IRRADIANCIA E IRRADIACIÓN UV-A A PARTIR DE MEDIDAS CON RADIÓMETROS A 380 NM PARA APLICACIONES AMBIENTALES DE LA ENERGÍA SOLAR

C. Navntoft<sup>1,2</sup>, E. Wolfram<sup>3</sup>, A. Paladini<sup>4,5</sup>,  
L. Dawidowski<sup>1,6</sup> y M. A. Blesa<sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Actividad Química, Comisión Nacional de Energía Atómica, Avenida General Paz 1499, San Martín 1650 (Buenos Aires, Argentina). <Miguel.Blesa@cnea.gov.ar>.

<sup>2</sup> Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Martín.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA).

<sup>4</sup> Instituto de Genética y Biología Molecular.

<sup>5</sup> Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>6</sup> Universidad de Flores (Argentina).

El aprovechamiento directo de la radiación solar, sin convertirse en electricidad, con dispositivos sencillos y económicos, debe ser una prioridad para muchas regiones de Iberoamérica, que tienen amplia disponibilidad del recurso. Para dicho aprovechamiento es requisito previo ineludible cuantificar el recurso y sus características. En Iberoamérica se dispone de información proveniente de la Red Solarimétrica Latinoamericana, esencialmente referida a radiación global. También se están recolectando algunos datos sobre radiación UV.

Se desarrolló un procedimiento solar de desinfección de agua para consumo humano, que se basa en el uso de dióxido de Ti para generar, bajo luz, radicales libres capaces de atacar a los componentes de las bacterias. Dado que el  $\text{TiO}_2$  no absorbe luz visible, sino sólo UV-A, es necesario conocer este último recurso para analizar la factibilidad de instalación de plantas de este tipo en distintas locaciones. La información cuantitativa sobre disponibilidad de radiación UV es escasa a nivel mundial. En Argentina existe la red de monitoreo UV que mide 4 bandas 305, 320, 340 y 380 nm a través de 5 estaciones distribuidas a lo largo del país. Existen varias metodologías de cálculo que permiten extraer el espectro UV-B y UV-A a partir de las mismas. La mayoría de las mismas dan como resultado valores de irradiación diaria en cualquier de los dos espectros. Sin embargo, para aplicaciones fotocatalíticas no sólo es necesario conocer la irradiación, sino también valores de irradiancia. Las metodologías que permiten ésto son, en general, más complicadas que las primeras.

Este Trabajo presenta una metodología sencilla que permite obtener la irradiancia UV-A a partir de la irradiancia a 380 nm con el uso de un factor de escala dependiente del ángulo cenital solar. Se presenta la explicación del modelo, el error de estimación del modelo y los resultados de su evaluación contra mediciones de UV-A.

**Palabras clave:** Radiación solar, Aprovechamiento energético, Monitoreo de radiación UV.

## ELIMINACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA DE CONSUMO PARA POBLADORES DE BAJOS RECURSOS DEL NORTE ARGENTINO

L. A. Núñez<sup>1</sup>, F. J. Rodríguez<sup>2</sup> y O. J. Graieb<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Área de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos. Pl. Misael Bañuelos s/n. Burgos 09001 (España). <albernum@ubu.es>.

<sup>2</sup> Área de Química Orgánica. E.P.S. Universidad de Burgos (España).

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. (Argentina).

Numerosos pozos para el abastecimiento de agua potable de poblaciones dispersas del Norte Argentino (NOA) presentan concentraciones de As muy superiores a los límites establecidos para aguas de consumo y a los recomendados por la OMS, provocando graves problemas de salud pública. El origen de esta contaminación por As radica en la liberación de este elemento de depósitos de piritita en contacto con las aguas subterráneas. La construcción de pozos más profundos o sistemas centralizados de potabilización pueden resolver el problema, aunque esta solución no es viable en la actualidad debido a los altos costes de inversión. A corto y medio plazo la solución más viable pasa por el diseño y construcción de equipos domésticos de bajo coste y de sencilla operación. Se han ensayado numerosas tecnologías con éxito para la eliminación de As: Coprecipitación con  $\text{FeCl}_3$ , intercambio iónico, adsorción sobre alúmina activada, filtración, etc. Sin embargo, no todas estas tecnologías se pueden aplicar a escala doméstica por su elevado coste o su complejidad.

En el presente trabajo se presenta un equipo doméstico para la eliminación de As en aguas de consumo, así como los resultados obtenidos a nivel laboratorio y en el estudio de campo. La técnica en que se basa el sistema es la coprecipitación de As con sulfato de Al activado con hidróxido cálcico y posterior filtración a través de un filtro de arena. En primer lugar se añade hipoclorito sódico con el fin de oxidar As (III) hasta As (V) que es más fácil de eliminar a continuación, se añade una mezcla de sulfato de Al e hidróxido cálcico que en disolución constituyen hidróxidos de aluminio que facilitan la floculación y coprecipitación de As (V).

El equipo doméstico está constituido por un depósito cilíndrico (20 L) acoplado a un filtro de arena con válvulas de vaciado de lodos y agua tratada. Los reactivos sólidos (sulfato de Al e hidróxido cálcico) se suministran en recipientes de 20 mL en la proporción adecuada con el fin de facilitar la dosificación por parte del usuario final. Se realizaron estudios de laboratorio y de campo con el fin de determinar el rendimiento de eliminación de As, la influencia de los distintos parámetros de operación y dosificación, la

composición del agua a tratar (pH, materia orgánica, sales) y la calidad del agua tratada.

Los primeros resultados mostraron altos porcentajes (superiores al 85%) de eliminación del As total, reduciendo el contenido en As desde valores entre 450 a 200 mg L<sup>-1</sup> hasta valores entre 60 y 20 mg L<sup>-1</sup>, cumpliendo en la mayoría de los casos con los límites establecidos para aguas de bebida (50 mg L<sup>-1</sup>). Además se mejoraron las características del agua tratada en cuanto a contenido en materia orgánica y microorganismos, asegurando la desinfección de la misma. Estos buenos resultados se han obtenido en un amplio rango de características de las aguas de pozo de diversas procedencias ensayadas en distintos núcleos familiares.

Las familias que han participado en el estudio consideraron positivamente la sencillez y conveniencia de la adopción de esta técnica con el fin de obtener agua potable con bajas concentraciones de As y de alta calidad, lo que ha favorecido la preparación de un estudio para la implantación y difusión a gran escala en el NOA; además, el conocimiento y práctica adquirida permitirá la difusión a otras regiones con la misma problemática en países en vías de desarrollo.

**Palabras clave:** Arsénico, Agua potable, Tratamiento de aguas, Argentina.

## RETENCIÓN DE MERCURIO POR CARBÓN ACTIVADO PREPARADO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

M. Olivares-Marín<sup>1</sup>, C. Fernández-González<sup>1</sup>, A. Macías-García<sup>2</sup>  
y V. Gómez-Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España). <maroom@unex.es>.

<sup>2</sup> Área de Ciencia de Materiales, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España).

Se están realizando numerosas investigaciones con la finalidad primordial de proponer métodos experimentales que permitan la eliminación de iones metálicos contaminantes en un medio acuoso monocomponente, empleando Cac. Este material, que posee unas excelentes propiedades texturales, tiene como principal inconveniente su falta de selectividad. El estudio de sistemas multicomponentes tiene interés desde el punto de vista medioambiental, ya que en el medio hídrico natural suele haber una gran diversidad de solutos, tanto de naturaleza inorgánica como orgánica. De aquí el interés por la preparación de Cac que pueda actuar de forma específica frente a cada uno de dichos solutos. En el presente trabajo se ha preparado y caracterizado un Cac a partir de huesos de cereza activando con ácido fosfórico. El producto obtenido se ha empleado en la retención de Hg en disolución acuosa. El estudio de adsorción se ha realizado desde los puntos de vista cinético y del equilibrio de adsorción. Se ha investigado la influencia de la concentración de la disolución inicial de adsorbato y la presencia de Zn y Cd en esta disolución.

Los huesos de cereza (HC; 1-2 mm), proporcionados por la Asociación de Cooperativas del Valle del Jerte (Cáceres, España), fueron primeramente impregnados con una disolución de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (16 g en 100 mL) y después carbonizados a 400 °C durante 2 h. Para el Cac obtenido se denominó P-16. Este Cac fue caracterizado determinando el análisis inmediato y mediante adsorción física de  $\text{N}_2$  a -196 °C, porosimetría de Hg y medida de densidades por desplazamiento de He y Hg.

El P-16 es un sólido esencialmente microporoso. Su superficie específica fue es igual a 946 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. Los volúmenes de poros variaron según el orden:  $V_{\text{mi}} > V_{\text{me}} > V_{\text{ma}}$ . El Cac contuvo una pequeña fracción de macroporos estrechos.

Las experiencias de adsorción de Hg, tanto en el estudio cinético como en la determinación de las isothermas, se han realizado empleando disoluciones de Hg de concentración comprendida entre  $10^{-4}$  y  $4 \times 10^{-4}$  M. También se han hecho experiencias incorporando  $\text{ZnCl}_2$  y  $\text{CdCl}_2$  en disolución de  $\text{HgCl}_2$ . Cuando se varió la concentración inicial de la disolución de Hg el

aumento de la concentración tuvo un efecto positivo sobre la cinética del proceso. La presencia de cantidades iguales de  $\text{ZnCl}_2$  y  $\text{CdCl}_2$  en dicha disolución, sin embargo, disminuyó de forma importante la cinética. La isoterma de adsorción de Hg indicó una baja afinidad del adsorbato por el adsorbente y un aumento de la misma a medida que lo hizo la presencia de adsorbato en la superficie del adsorbente; es decir, el adsorbato cooperó en la adsorción. Por otra parte, el aumento en la concentración inicial de la disolución no tuvo efecto muy claro sobre la cantidad retenida de Hg. La presencia de  $\text{ZnCl}_2$  y  $\text{CdCl}_2$  en la disolución de  $\text{HgCl}_2$  disminuyó de forma notable la cinética del proceso y la afinidad del Cac por el Hg.

Se puede concluir, por tanto, que un aumento en el contenido de especies químicas en la disolución de adsorbato influye positiva o negativamente sobre el proceso de adsorción dependiendo de que las mismas sean el propio adsorbato u otras especies químicas diferentes.

**Palabras clave:** Huesos de cereza, Carbón activado, Adsorción de Hg.

## EXTRACCIÓN CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS AROMÁTICAS (*Salvia lavandulifolia* VAHL)

J. I. Pardo<sup>1</sup>, E. Langa<sup>1</sup>, A. M. Mainar<sup>1</sup>, F. Gibanel<sup>1</sup>, M. I. Teruel<sup>1</sup>,  
J. Burillo<sup>2</sup>, J. Sanz<sup>3</sup> y J. S. Urieta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Termodinámica Aplicada y Superficies (GATHERS). Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A). Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna, 12. Zaragoza 50009 (España). <jupardo@unizar.es>

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana, 930. Zaragoza 50059 (España).

<sup>3</sup> Instituto de Química Orgánica General. CSIC. Juan de la Cierva, nº 3, Madrid 28006 (España).

La extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico se presenta como una técnica de gran futuro en el desarrollo sostenible con vistas a la sustitución de disolventes orgánicos altamente contaminantes. También puede ser una técnica relevante para la extracción de aceites esenciales de alta calidad de plantas aromáticas, aceites que son objeto de gran interés por parte de las industrias de perfumería, farmacéutica o alimentaria. Frente a la tradicional hidrodestilación, la extracción con CO<sub>2</sub> presenta como principal ventaja que el proceso tiene lugar a temperaturas más bajas, lo que asegura la conservación de los componentes más lábiles y, por consiguiente, una mayor preservación de las características naturales del producto.

Se han investigado los parámetros óptimos para la extracción del aceite esencial de las hojas y flores de una de las especies de las salvias, la *Salvia lavandulifolia* Vahl. Con una planta piloto para extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas mediante un flujo de CO<sub>2</sub> supercrítico, construida y validada por el grupo GATHERS. Esta planta encuentra aplicaciones en medicina (antiséptico, astringente, depurativo, digestivo, expectorante, febrífugo y tónico) y su aceite esencial se emplea en la industria alimentaria como aromatizante, así como en perfumería. El material vegetal proviene del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CITA) y se cultivó en condiciones controladas a nivel experimental en Villarroya de la Sierra (Zaragoza) dentro de un Proyecto para la búsqueda de cultivos alternativos y revalorización de suelos áridos del secano aragonés. En cuanto a los parámetros a optimizar en la extracción de cara a su aplicación industrial se consideró, en primer lugar, la influencia de la presión y la temperatura del CO<sub>2</sub> supercrítico en la eficiencia de la separación. Después se estudió el efecto de la velocidad de flujo y, finalmente, el del tamaño de partícula. Los resultados de la extracción supercrítica se compararon con los obtenidos por hidrodestilación.

En condiciones adecuadas la extracción supercrítica produce masas de aceite esencial equivalentes a las que se obtienen por hidrodestilación, método éste para el que la separación se considera cuantitativa. La masa de aceite esencial extraído puede alcanzar hasta el 2 % de la masa original del material vegetal seco. La composición de los extractos obtenidos por ambos métodos se comparó mediante GC-MS.

**Palabras clave:** Extracción supercrítica, Dióxido de C, Aceite esencial, *Salvia lavandulifolia*.

## DESINFECCIÓN SOLAR DE AGUAS POR FOTÓLISIS Y FOTOCATÁLISIS: APLICACIÓN EN TUCUMÁN (ARGENTINA)

P. A. Powell<sup>1</sup>, M. Litter<sup>2,3,4</sup>, M. A. Blesa<sup>2,3,4</sup> y M. C. Apella<sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (Argentina).

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup> Unidad de Actividad Química, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica.

<sup>4</sup> Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Martín. <Miguel.Blesa@cnea.gov.ar>.

<sup>5</sup> Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA).

Una alta proporción de las enfermedades que afectan principalmente a áreas rurales de países en desarrollo son causadas por microorganismos patógenos transmitidos por el agua. Anualmente se registran de 6 a 60 millones casos de enfermedades gastrointestinales, las cuales pueden llegar a ser fatales, especialmente en caso de niños y ancianos. Las aguas de las áreas rurales pueden presentar una gran variedad de microorganismos como bacterias, virus, y protozoarios, debidos a una combinación de factores socioeconómicos, ambientales y geopolíticos. La desinfección solar por fotólisis (SODIS) y fotocátalisis heterogénea solar (FHS) son métodos de punto de uso efectivos, económicos y de fácil aplicabilidad en áreas de escasos recursos que no cuentan con red de agua potable.

En el presente Trabajo se realizaron estudios orientados a validar las tecnologías SODIS y FHS. En el último caso se usó  $\text{TiO}_2$  Degussa P-25 como catalizador adherido a diferentes soportes (pared de botellas PET y esferas de porcelana). Los ensayos se realizaron en aguas sintéticas (composición química semejante a aguas naturales cargadas con bacterias del grupo de las coliformes) y naturales extraídas de varios pozos de la localidad de Los Pereyra (Tucumán, Argentina). Los microorganismos indicadores de contaminación fueron coliformes totales y fecales, *Enterococcus faecalis* y eventualmente *Pseudomonas aeruginosa*. Su enumeración se realizó mediante la técnica de la membrana filtrante (TMF). La eficacia de las dos metodologías sobre la desinfección bacteriana se evaluó considerando: a) la cantidad de energía depositada (que depende de la intensidad de la radiación y del tiempo de exposición); b) la temperatura; c) la turbidez de las muestras de agua; d) el pH; e) el tipo de soporte del fotocatalizador y concentración del mismo unido a perlas de porcelana; y f) la variación de la enumeración bacteriana en períodos posteriores a la irradiación (efecto de protección residual de la FH frente a la recuperación del desarrollo microbiano).

Ambas tecnologías brindaron niveles de desinfección aceptables después de 4 h de exposición a la radiación solar en primavera, verano y otoño y

cierta protección residual contra el aumento de la población bacteriana durante las 24 h siguientes al tratamiento (especialmente en las muestras de agua sintética). Las variaciones en los valores iniciales de pH, conductividad, oxígeno disuelto y concentración bacteriana no influyeron en la eficiencia del proceso de desinfección en ninguno de los casos. La principal ventaja de *SODIS* es su simplicidad y la de FHS es su mayor versatilidad, ya que además permite la destrucción de contaminantes químicos. La destrucción microbiana, por el efecto combinado de *SODIS* y de ésta condicionada por el  $\text{TiO}_2$ , es conceptualmente interesante porque los mecanismos de protección de las bacterias podrían hacer a las mismas resistentes al ataque por sólo una de las técnicas.

**Palabras clave:** Desinfección solar, Aguas naturales, Fotólisis, Fotocatálisis, Depuración.

# APLICACIÓN DE UNA RED NEURONAL DINÁMICA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DINÁMICA DE LA DEGRADACIÓN DE ANTRACENO POR OZONACIÓN SIMPLE EN UN MODELO DE SUELO CONTAMINADO

T. Poznyak<sup>1</sup>, I. Chairez<sup>2</sup>, A. García<sup>2</sup> y A. Poznyak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE-IPN). Edif. 7, UPALM, C.P. 07738, Mexico D.F. (Mexico). Tel.: + (525) 55 729-60-00, ext. 55288, Fax: + (525) 55 586 27 28. <tpoznyak@ipn.mx>.

<sup>2</sup> Departamento de Control Automático, CINVESTAV-IPN. Av. Instituto Politécnico Nacional, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360, Mexico D.F. (México). Tel.: + (525) 55 5061 37 41, Fax: + (525) 55 747 70 89. <apoznyak@ctrl.cinvestav.mx>.

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) son considerados como contaminantes peligrosos y han sido encontrados en el aire, el suelo y el agua; se les considera además como contaminantes asociados a actividad mutagénica y cancerígena. Los HAP son muy resistentes a la degradación por microorganismos, por lo que oxidación química como la ozonación resultan ser más efectivos. No se encuentran en la literatura modelos matemáticos que describan las reacciones de degradación de los HAP por ozonación en fase sólida, lo que podría permitir estimar los parámetros cinéticos del proceso y controlar la reacción. En el presente trabajo se ofrece una solución alterna a este problema empleando técnicas basadas en Redes Neuronales Dinámicas (RND) utilizadas en casos en que el conocimiento sobre el modelo es limitado o nulo ("caja negra"). Los datos experimentales se obtuvieron de un modelo de suelo contaminado (arena) dentro de un reactor *semi-batch* (250 mL) empleando como compuesto contaminante al antraceno con una concentración inicial de 3,24 mg/g. El modelo de suelo fue tratado por ozonación simple con una concentración de ozono de 23 mg L<sup>-1</sup> y flujo de 0,5 L min<sup>-1</sup> durante 90 min. Se propone el empleo de un *observador de estado* (OE) basado en RND que se encarga de estimar la concentración de antraceno en la fase sólida durante la reacción de ozonación a partir de sólo un parámetro monitoreado en línea (la concentración de ozono en la fase gaseosa a la salida del reactor). De acuerdo a los resultados obtenidos se logra una correspondencia aceptable entre la dinámica de la descomposición real monitoreada mediante técnicas de espectrofotometría UV-VIS y HPLC y la estimada por la RND a partir de las mediciones de la concentración de ozono en la salida del reactor. De ésta manera el OE puede emplearse para estimar la concentración del antraceno en un tiempo determinado sin la necesidad de un modelo matemático del sistema lo que permitirá un control en línea de la degradación.

**Palabras clave:** Ozono, Antraceno, Ozonación Simple, Redes Neuronales Dinámicas.

## CUANTIFICACIÓN DE ELEMENTOS PESADOS EN UN POTENCIAL BIOMONITOR DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

Margarita Préndez<sup>1</sup>, Hugo Peralta<sup>2</sup> y Rodrigo Palma<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas (Chile).

<sup>2</sup> Universidad de Chile, Magíster en Gestión y Planificación ambiental (Chile).

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias (Chile). <mprendez@ciq.uchile.cl>.

Los monitoreos de la calidad del aire en ambientes remotos o de condiciones extremas, presentan desafíos técnicos, más o menos difíciles de superar; entre otros, el suministro de energía eléctrica y/o el cambio de los colectores. Se conoce desde hace más de un siglo el impacto ambiental del depósito atmosférico y la sensibilidad diferencial de los líquenes a la contaminación del aire, habiéndose publicado muchas revisiones sobre el tema. Los líquenes tienen características especiales que han generado su uso intensivo como indicadores y biomonitores de la calidad del aire y del depósito atmosférico de contaminantes. Como no tienen cutículas protectoras, no presentan una barrera física a los contaminantes ambientales. Por lo tanto, pueden incorporar nutrientes y/o elementos a través de las precipitaciones y del material particulado de la atmósfera que se acumulan sobre o alrededor del talo

El objetivo de este estudio fue determinar si el líquen *Usnea aurantiacoater*, la especie vegetal más abundante en la península Antártica, puede cumplir dicha función para el monitoreo de elementos en los aerosoles atmosféricos.

El monitoreo de líquenes de la isla Rey Jorge, archipiélago de la Shetlands del Sur (Península Antártica) se extendió desde 1947 mediante muestras recolectadas por métodos tradicionales para líquenes en campañas científicas chilenas no regulares al territorio antártico.

La metodología de análisis incluyó una digestión ácida en horno de microondas de acuerdo a un programa propuesto por la USEPA (EPA, método 3052) y la cuantificación de elementos mediante Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS), utilizando blancos adecuados y material de referencia N° 482 BCR (*Community Bureau of Reference*).

Los resultados incluyen la cuantificación de muchos elementos agrupados en elementos mayores (200-3500 µg/g) como, por ejemplo, Al, Ti o Mg, elementos menores (2-65 µg g<sup>-1</sup>), como Cu, Ba, Pb, Mn y Zn) y elementos traza (0,5-15µg g<sup>-1</sup>), como Cr, Sc, Co, Ni, V y Cd, además de un sinnúmero de otros elementos al nivel ultranza, incluidos lantánidos, tierras raras, etc. (del orden de ng g<sup>-1</sup>).

Para el tratamiento de la información se trabajó con el concepto del factor de enriquecimiento, obtenido haciendo una razón entre las concentraciones de los elementos en estudio, de forma relativa a un elemento tomado como referencia:

$$FE = (Ci \text{ liquen} / Cref. \text{ liquen}) / (Ci \text{ suelo} / Cref. \text{ suelo})$$

donde Ci y Cref. corresponden a las concentraciones del elemento i y del elemento de referencia usado, respectivamente, en este caso Mg.

Los resultados indicaron que la utilización de líquenes como monitor de contaminantes en lugares remotos, donde no se dispone de fuentes de energía eléctrica no contaminante y/o de posibilidades para la realización de muestreos en largos períodos, puede ser un adecuado método de muestreo. Se requiere solamente un muestreo cuidadoso y de un patrón normalizado tan antiguo como sea posible.

El enriquecimiento de algunos elementos por el liquen a través del tiempo posibilita un estudio posterior de su papel exacto en la evaluación de los posibles cambios que pueden afectar un ambiente originalmente limpio, tanto en la región Antártica como en otros lugares del mundo.

**Palabras clave:** Monitoreo de elementos, Líquenes, Península Antártica, Contaminación atmosférica.

## EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DESDE VEHÍCULOS DIESEL LIVIANOS Y MEDIANOS NUEVOS

**Alejandra Punta<sup>1</sup> y Margarita Préndez<sup>2</sup> y Pablo Medina<sup>3</sup>**

*1 Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería. Mendoza (Argentina).*

*2 Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Laboratorio de Química de la Atmósfera (Santiago de Chile). <mprendez@ciq.uchile.cl>.*

Estudios epidemiológicos demuestran que existe una relación entre la exposición a material particulado atmosférico fino o partículas finas y la mortalidad y morbilidad humanas. Las causas biológicas que producen efectos adversos en la salud, no están claras. Se desconoce que característica física (masa, tamaño, forma, área superficial) o química o la combinación de ambas, produce los efectos negativos observados. Algunos autores sostienen que existe un aumento en la toxicidad en la medida que disminuye el tamaño de la partícula. Al nivel internacional, los estándares de emisión normativas de calidad del aire (material particulado menor de  $10\ \mu\text{m}$  o  $\text{MP}_{10}$  y material particulado menor de  $2,5\ \mu\text{m}$  o  $\text{MP}_{2,5}$ ) se expresan como concentración en masa. Sin embargo, la masa de las partículas más finas, más tóxicas y más numerosas, es insignificante en comparación con la masa total de las partículas, debido a que las partículas mayores contribuyen más a la masa. Cuando se trata de la toxicidad de las partículas se deben estudiar además otras propiedades, como la concentración expresada en número de partículas y el área superficial. En ambientes urbanos la emisión de los vehículos es la principal fuente de emisión de material particulado; los vehículos diesel son individualmente mayores emisores de partículas finas. Esta situación se presenta en la Región Metropolitana de Chile.

El objetivo de este estudio es analizar la distribución de tamaño partículas en los vehículos diesel nuevos que ingresan para su comercialización en Chile.

La toma de muestras se realizó en el Laboratorio de Emisiones del Centro de Control y Certificación Vehicular, 3CV, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. El laboratorio incluye un dinamómetro de chasis *Clayton ECE-50*, un sistema de ayuda al conductor y un sistema de dilución de gases a volumen constante. Este laboratorio se utiliza para la homologación de vehículos nuevos, trámite indispensable a efectuar antes de la comercialización del vehículo en Chile. Los vehículos se someten a ensayos transientes a través de la aplicación del ciclo estándar *FTP-75*. Se ha trabajado hasta la fecha con seis vehículos diesel del tipo liviano y mediano, de distinta tecnología, aunque la investigación sigue en curso. Las muestras de material particulado proveniente del tubo de escape de los

vehículos y retenido en filtros se analizaron utilizando un contador de partículas *Master Mastersizer X*, de *Malvern Instruments*.

Los resultados encontrados mostraron que, en su mayoría, las partículas emitidas son en un 70% a 90% menores a  $1\text{ }\mu\text{m}$ , lo que coincide con valores encontrados en la literatura. El diámetro promedio para el grupo de vehículos estudiados fue de  $0,43\text{ }\mu\text{m}$  para el motor en caliente y de  $0,39\text{ }\mu\text{m}$  para el motor en frío, con un rango de medición  $0,05\text{ }\mu\text{m}$  a  $64,92\text{ }\mu\text{m}$ . Las curvas de distribución por tamaño presentan varias similitudes entre los diferentes vehículos analizados. Considerando que las partículas más pequeñas son las que ingresan al sistema respiratorio humano, alcanzando los alvéolos pulmonares, es importante conocer y caracterizar la emisión del material particulado mediante el número y no sólo la masa de las partículas.

**Palabras clave:** Material particulado, Tamaño de partícula, Vehículos diésel, Contaminación atmosférica, Chile.

# LIMPIEZA DE GASES II: FILTRACIÓN MAGNÉTICA DE UN AEROSOL DE ÓXIDO DE HIERRO MEDIANTE UN LECHO GRANULAR ESTABILIZADO MAGNÉTICAMENTE

J. M.<sup>a</sup> Rodríguez<sup>1</sup>, A. Álvaro<sup>1</sup>, J. R. Sánchez<sup>1</sup>

Paulo A. Augusto<sup>2</sup> y A. M. Estévez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Química y Textil. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Salamanca (España). <jesusr@usal.es>.

<sup>2</sup> Dpto. Engenharia Química. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto (Portugal).

**Introducción.** - La contaminación del aire produce efectos nocivos en el hombre, en los animales, en la vegetación, en los materiales y en la biosfera, de ahí la importancia de la eliminación de los diferentes agentes contaminantes que pueden estar contenidos en él. La eliminación de partículas en corrientes gaseosas puede realizarse mediante diversas operaciones de separación sólido-gas, entre las cuales la filtración es una de las más utilizadas. En este trabajo se emplea la filtración en profundidad para la eliminación de partículas de corrientes gaseosas, estudiando el aumento de la eficiencia filtrante mediante la aplicación de campos magnéticos, así como la influencia de otras variables.

Mediante la aplicación del campo magnético se obtiene un lecho inmovilizado magnéticamente, el cual permite mejorar el contacto sólido-fluido ya que disminuye o elimina la formación de burbujas y la retromezcla de sólidos. Sería posible, además, utilizar flujos elevados en la fase fluida, con lo que se lograría un buen grado de mezcla y una disminución de las resistencias de transferencia de materia en dicha fase, evitando al mismo tiempo por medio de la fuerza magnética el arrastre o elutriación de las partículas fuera del lecho y permitiendo la utilización de partículas de pequeño tamaño, por tanto, con resistencias difusionales internas bajas.

**Método empleado.** - En la realización de los experimentos se ha empleado un lecho granular inmovilizado magnéticamente, el cual consiste en una columna que contiene un lecho empaquetado de gránulos con comportamiento ferromagnético a través del cual pasa el fluido que quiere ser filtrado. El gas sucio fluye a través de los intersticios que forman las partículas del lecho, quedando las partículas de óxido de Fe depositadas a lo largo de dichos intersticios. El lecho de gránulos se coloca en el interior de una bobina, la cual crea el campo magnético. En este tipo de lecho la captura de las partículas se produce fundamentalmente por el mecanismo de impacto inercial y por la acción del campo magnético.

**Resultados y discusión.** - Se observó que cuando se aplicaron campos magnéticos de diferente intensidad las eficiencias de filtración aumentó a

medida que el campo magnético fue mayor. Esto es debido a la acción de la fuerza magnética que causa un aumento en la retención de las partículas de óxido de Fe en el interior del filtro granular, debido a su carácter paramagnético.

Respecto a la influencia de las otras variables estudiadas se observa que, al aumentar la velocidad del aire, se obtiene un aumento de la eficiencia de filtración. Ello es lógico considerando que el mecanismo predominante es el de impacto inercial. También se observó un aumento en la eficiencia al trabajar con gránulos de diferentes tamaños y alturas de lecho mayores.

### **Conclusiones**

- Se obtiene un aumento de las eficiencias de filtración a medida que aumenta el campo magnético aplicado, tendiendo la probabilidad de adhesión al valor máximo teórico.
- Las eficiencias de filtración aumentan a velocidades de filtración mayores.
- Cuando no existen campos magnéticos aplicados las eficiencias de filtración aumentan a medida que disminuye el tamaño del gránulo, mientras que con campo magnético aplicado se invierte el resultado.
- Al aumentar la altura del lecho granular la eficiencia de filtración aumenta.

**Palabras clave:** Filtración granular, Filtración magnética, Fuerza atracción magnética.

# DETERMINACIÓN DEL PERFIL MORFOQUÍMICO MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA Y ANÁLISIS DE RAYOS X EN UNA FUENTE INDUSTRIAL METALMECÁNICA (MÉXICO)

J. D. Sepúlveda Sánchez<sup>1,2</sup>, S. Blanco Jiménez<sup>1</sup>,  
R. Bernabé Cabanillas<sup>1</sup> y B. Cárdenas González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Instituto Nacional de Ecología, San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina Delegación Iztapalapa 09340 (México).

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa (México). <sepulvedajd@hotmail.com>.

UAM-I Edificio de Ciencia y Tecnología Ambiental "W". Tel/Fax: 5613 37 y 5613 3821.

**Introducción.**- Las partículas suspendidas son una compleja mezcla de compuestos que tienen orígenes diversos. Se han identificado, en muestreos en fuentes de emisión o perimetrales, partículas con composición química específica que permite utilizarlas como marcadores emitidos en uno o más procesos relacionados. La determinación porcentual de las mismas, a partir del total de las emisiones generadas por la actividad industrial, se denomina perfil de emisión, el cual contribuye a la evaluación del aporte porcentual de la fuente a la concentración ambiental de las partículas.

**Objetivo.**- Determinar el perfil morfoquímico de una industria metalmeccánica de Tlaxcala (México).

**Método.**- Se colectaron muestras de las fracciones PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y PST en una industria metalmeccánica localizada en el Estado de Tlaxcala (México), dentro del área de procesos y al exterior inmediato de la planta, mediante equipos de alto volumen (Andersen y Wedding), en filtros de cuarzo de 8x10" (Whatman) acondicionados antes y después del muestreo a temperatura y humedad controlada durante 24 h. Se realizó el análisis gravimétrico con balanza analítica (Sartorius, LA130S-F). Fueron analizadas 12 muestras mediante microscopía electrónica de barrido (JEOL 5900LV) y microespectrometría de rayos X acoplada (EDS OXFORD).

**Resultados.**- La microscopía electrónica permitió apreciar partículas de una gran variedad de características morfológicas, destacando las de forma esferoidal y las irregulares, en tamaños desde 100 nm hasta 30 o más µm. Mediante el microanálisis de rayos X en todos los casos se pudo apreciar un alto contenido de metales, principalmente Fe, Mn y Zn, probablemente en forma de óxidos, sin importar el tamaño, además de sales ricas en Ca, Mg, Na, K y Cl, así como la presencia de C, O y Si, lo que se explicaría por la conformación de los óxidos y por la composición de la propia matriz de cuarzo del filtro. En algunos casos se pudo apreciar la presencia de concentraciones

significativas de Pb y Cu, lo que se explicaría por las características mismas de la materia prima de reciclamiento utilizada.

**Discusión y conclusiones.**- En este estudio se plantea la necesidad de establecer que la estrategia de muestreo debe considerar el sitio mismo de la emisión de partículas con la evaluación directa de los procesos al interior de la planta y el seguimiento de las emisiones en muestreos ambientales, tanto en el perímetro inmediato como en áreas de impacto en poblaciones receptoras. Si se encuentran en los muestreos perimetrales y ambientales partículas similares a las del área de procesos se tendrá la evidencia de los alcances del impacto de las mismas. Los resultados sugieren que es posible inferir que los marcadores del proceso de producción de aceros comerciales y especiales (en horno de arco eléctrico a partir del reciclado de metales) son Fe, Zn, SO<sub>4</sub> y Ca. La microscopía electrónica de barrido adicionada a una microsonda de análisis elemental demuestra ser una herramienta muy confiable en la caracterización morfoquímica de cualquier partícula que sea sometida a este tipo de análisis. Al ser, además, un método muy poco destructivo, las muestras pueden ser analizadas en múltiples ocasiones para confirmar los resultados.

**Palabras clave:** Perfiles morfoquímicos, Partículas suspendidas, Microscopía electrónica, Microanálisis elemental, Contaminación.

## SUBSTITUIÇÃO DE Fe(III) POR Ni(II) EM UM SIDERÓFORO MODELO: UM ESTUDO CINÉTICO E ESPECTROSCÓPICO

Luís Fernando Stucchi Silva<sup>1</sup>, Waléria Pickina Silva<sup>1</sup>, Ieda Spacino Scarmínio<sup>2</sup>, Sônia Regina Giancoli Barreto<sup>1</sup> e Wagner José Barreto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Físico-Química Ambiental, Departamento de Química, CCE, Universidade Estadual de Londrina, Londrina 86051-990 (Brasil). <barreto@uel.br>.

<sup>2</sup> Laboratório de Quimiometria em Ciências Naturais, Departamento de Química, CCE, Universidade Estadual de Londrina, Londrina 86051-990 (Brasil).

Sideróforos são compostos que tipicamente usam grupos catecolatos (Cat) ou hidroxamatos para coordenar íons Fe(III) octaédricamente. Eles são produzidos por microorganismos aeróbicos e ocasionalmente por espécies anaeróbicas, realizando a função de capturar e transportar Fe(III) para dentro da célula, pela formação de complexos de Fe com elevadas constantes de estabilidade. Entre a variedade de microorganismos conhecidos que sintetizam sideróforos estão várias bactérias entéricas; fungos, bactérias patogênicas; microorganismos do solo; bactérias tipo Gram-positivas e negativas; algas verdes e azuis (cianobactérias) e bactérias fixadoras de N. A seletividade apresentada pelo íon Fe(III) para quelação é devido a vários fatores, como dureza, tamanho, configuração eletrônica dos elétrons d, alta densidade de carga e elevada eletronegatividade. O íon Fe(III) d<sup>5</sup> spin alto tem energia de estabilização de campo ligante (Dq) nulo, sendo cineticamente lábil a despeito de elevada densidade de carga. A labilidade pode aumentar se o ligante forma complexos distorcidos, como é o caso dos quelatos com Fe(III) hexadentados, que são ao mesmo tempo, cineticamente lábil e termodinamicamente estável, ideal para o sideróforo permear a membrana celular e transferir o ferro para dentro da célula. A despeito dos sideróforos, por definição, terem grande afinidade para Fe(III), complexos podem ser formados com Ni(II). A interferência do Ni requer atenção e estudos, devido às implicações que a sua presença no meio junto com o Fe pode trazer no processo de complexação do Fe pelos sideróforos. Em termos ambientais o Ni(II) pode interferir no transporte de Fe(III) realizado pelos sideróforos impedindo a nutrição das plantas. Barreto *et al.* (2004) reportaram a preparação e caracterização do [Fe(SQ)<sub>2</sub>(Cat)]<sup>1-</sup>, SQ= semiquinona, Cat=catecolato um modelo de sideróforo.

O objetivo deste trabalho foi investigar espectroscopicamente a substituição do Fe(III) por Ni(II) no complexo [Fe(SQ)<sub>2</sub>(Cat)]<sup>1-</sup> em solução aquosa pH neutro, simulando assim o processo no ambiente, determinar os parâmetros cinéticos da reação, caracterizar o produto formado e realizar um estudo quimiométrico da reação.

Os experimentos cinéticos foram realizados misturando volumes apropriados das soluções de [Fe(SQ)<sub>2</sub>(Cat)]<sup>1-</sup> (5,8 10<sup>-4</sup> mol L<sup>-1</sup>) e NiCl<sub>2</sub> (1,76 10<sup>-1</sup> mol

L<sup>-1</sup>) em duplicatas verdadeiras a 25, 35, 45 e 50 °C. A substituição de Fe(III) por Ni(II) em sideróforo modelo foi observada como um processo espontâneo em meio aquoso em pH neutro seguindo uma lei de velocidade de ordem zero com constantes de velocidade muito reduzidas (10<sup>-9</sup> mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>). Os parâmetros termodinâmicos relativos à formação do complexo ativado, principalmente a entropia de ativação, indicaram que as estruturas dos complexos de Fe(III) e Ni(II) são análogas, isto é, próximas de uma estrutura octaédrica. O produto final de reação foi formulado como o íon complexo solúvel [Ni(II)(SQ)<sub>3</sub>]<sup>1-</sup> com intensa banda ( $\epsilon$ =4.4 10<sup>3</sup> L cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>), ausente no complexo de Fe(III), atribuída a uma transição de transferência de carga metal-ligante (MLCT). O espectro Raman ressonante do complexo de Ni(II) apresentou um grupo de frequências característico somente de ligantes semiquinonas ligados a metal. A análise quimiométrica permitiu identificar a presença de somente três espécies químicas durante a reação de troca. A lei de velocidade de ordem zero foi explicada propondo-se um mecanismo com etapa determinante de reação envolvendo a substituição de moléculas de água da camada externa da esfera de solvatação tanto do íon Ni(II) como do ânion complexo de Fe(III). Este processo se apresentou muito lento e foi independente da concentração dos reagentes explicando a ordem zero de reação.

**Palavras chaves:** Ferro, Catecolatos, Sideróforos, Espectrofotometria, Níquel.

## MODELIZACIÓN DEL CAMPO SONORO EN AMBIENTES URBANOS

**Rosendo Vílchez Gómez<sup>1</sup>, Juan Miguel Barrigón Morillas<sup>1</sup>,  
Miguel Mellado Narciso<sup>2</sup>, David Guzmán Jorna<sup>2</sup>,  
Valentín Gómez Escobar<sup>1</sup>, Juan Antonio Méndez Sierra<sup>1</sup>  
y Miguel Ángel Gómez Alonso<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidad de Extremadura, Escuela Politécnica, Avda. Universidad, s/n, Cáceres 10.071 (España). <valentin@unex.es>.

<sup>2</sup> dBEx Ingenieros S.L., Campus Universitario de Cáceres, Escuela Politécnica, Avda. Universidad, s/n, Cáceres 10.071 (España).

Se está llevando a cabo un mapa del ruido producido por tráfico rodado y ferrocarril en la ciudad de Badajoz (Extremadura). Para ello, se utiliza el software de predicción de ruido *Cadna A*. Se ha modelado la topografía que presenta el terreno en la zona de estudio, utilizando mapas digitales existentes. A continuación, se generaron las vías que son objeto de estudio y los edificios situados en sus proximidades. Un tercer paso ha consistido en la obtención de los caudales de tráfico de cada una de las vías estudiadas a partir de los datos existentes y mediante un procedimiento estadístico original del grupo que estima el número de vehículos en la calle a partir del nivel de ruido en dicha calle.

**Palabras clave:** Ruido urbano, Predicción de niveles de ruido, Badajoz, España.

## ***Sesión VII***

### ***SALUD Y AMBIENTE***

*Presidente: Dr. Itiler SALAZAR <itilier@ufro.cl>*

*Secretario: Dr. Ferrán BALLESTER <ballester\_fer@gva.es>*



## AMBIENTES SONOROS, AMBIENTES URBANOS, SONIDO, RUIDO Y SALUD

**Juan Miguel Barrigón Morillas**

*Laboratorio de Acústica. Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura. Avenida de la Universidad s/n, Cáceres 10071 (España). <barrigon@unex.es>.*

Se pretende realizar una revisión de las interrelaciones existentes entre ruido, salud y ambiente. Dado el espacio con el que se cuenta para ello y la amplitud del tema a analizar, se expone una visión general del problema y de sus aspectos más significativos, centrándose en el ambiente urbano. Los aspectos más importantes del problema del ruido en estos ambientes pueden resumirse en cuatro puntos: Efectos del ruido, indicadores sonoros válidos para la predicción de sus efectos, establecimiento de relaciones dosis-respuesta y metodología para el estudio del ruido urbano y la medida de estos indicadores.

**Palabras clave:** Ruido urbano, Efectos del ruido, Mapas de ruido, Salud humana.

## TRANSPORTE DE ATRAZINA DESDE UN CULTIVO DE MAÍZ EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)

J. L. Costa, F. Bedmar, V. Aparicio y P. Daniel

Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP-EEA INTA, C.C. 276, Balcarce 7620 (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Tel: 02266 439100. <jcosta@balcarce.inta.gov.ar>.

Los herbicidas representan la principal clase de plaguicidas responsable de la contaminación del agua subterránea (Funari *et al.*, 1995). La predicción de cómo los solutos se mueven a través de la zona no saturada es fundamental para determinar el potencial peligro de contaminación de aguas subterráneas (Costa *et al.* 1994). Los tiempos de residencia de un compuesto contaminante desde la superficie del suelo hasta un acuífero no confinado pueden variar desde años a siglos según la vulnerabilidad del acuífero y características del producto (Foster 1989). Por ésto los estudios actuales de los acuíferos podrían ser un indicador tardío y poco sensible al estado actual de deterioro del sistema de aguas subterráneas en su conjunto (Foster *et al.* 1989).

Dentro del grupo de herbicidas, los más utilizados en Argentina son glifosato (77%), atrazina (6%) y el 17 % restante corresponde a otros herbicidas.

Mercado de herbicidas en Argentina  
(%)



Fuente: Casafe 2002

La atrazina es utilizada para el control de malezas dicotiledóneas y algunas gramíneas en maíz y sorgo. La presencia de Atrazina en el agua subterránea es frecuentemente citada (US-EPA, 1990; Flury, 1996; Pasquarell y Boyer, 1996; Kolpin *et al.* 1997). Según la recopilación exhaustiva de Funari *et al.* (1995) la atrazina muestra el mayor grado de frecuencia de contaminación de aguas subterráneas por herbicidas (38%), presentando niveles de contaminación altamente variables desde 0.1 a 27 mg L<sup>-1</sup>.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar las pérdidas por lavado de atrazina en un monocultivo de maíz de tres años de duración.

La experiencia se desarrolló durante los ciclos agrícolas 2001-02; 2002-03 y 2003-04 en un ensayo de 420 m<sup>2</sup> instalado en el partido de Balcarce

(provincia de Buenos Aires). Las parcelas fueron sembradas con maíz durante los tres ciclos y la aplicación de los herbicidas (2 kg ingrediente activo atrazina  $\text{ha}^{-1}$  + 2.52 kg ingrediente activo acetoclor  $\text{ha}^{-1}$ ), en cada ciclo, se realizó con una mochila de presión constante a base de  $\text{CO}_2$  que arrojaba 174 L  $\text{ha}^{-1}$ . La concentración de atrazina se analizó en un *HPLC* Hewlett Packard 1100. El drenaje se estimó utilizando el modelo *LEACHW*.

Durante el ciclo 2001–2002 se detectó una pérdida de atrazina por debajo de –1,5 m de profundidad de 16,9 g  $\text{ha}^{-1}$ , lo que representa el 0,85 % de lo agregado ese año. En los ciclos 2002–2003 y 2003–2004 las pérdidas de atrazina representaron el 0.15 y 0.01% respectivamente. Los picos de concentración de atrazina, en todos los ciclos, estuvieron asociados a la cantidad e intensidad de las precipitaciones posteriores a la aplicación de atrazina. Estas precipitaciones generaron una cantidad de agua drenada que influyó directamente en el transporte de la atrazina. Al relacionar la cantidad de agua drenada y el pico de concentración de atrazina se encontró una clara asociación entre estas dos variables.

**Palabras clave:** Contaminación, Transporte, Atrazina, Maíz, Agua subterránea.

## DETERMINACIÓN DE METALES EN ATÚN ENLATADO POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

**Alejandro Cruz, Minerva Juárez Juárez,  
Pedro Miranda Reyes e Isabel Arellano Vazquez\***

*Dpto. de Química, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, \*I.P.N. Av. Acueducto s/n, Col. Barrio La Laguna, Ticomán Delegación Gustavo A. Madero México D. F. 07340 (México). Tel. (5) 729600 ext. 56323/24, Fax 56325. <alcralmx@yahoo.com.mx>.*

Es necesario determinar la presencia de metales en el alimento después de que estos sufren un proceso de enlatado, ya que el material con que está elaborada la lata, en un momento dado, puede desprender ciertos metales que, al sobrepasar los límites permisibles y los valores de ingesta diaria, resultan tóxicos para el organismo o pueden alterar las características organolépticas del producto. En las latas de conserva el Sn es el metal base que constituye la capa exterior y su superficie se recubre con una delgada capa de óxidos, con objeto de disminuir su reactividad con los ácidos. No obstante, esta capa no resiste los medios muy ácidos y de ahí la necesidad de utilizar una capa de protección suplementaria, por ejemplo, con barnices a base de epóxidos con objeto de disminuir su reactividad con los ácidos.

Para envasar el atún se emplea la hojalata, utilizada por su gran resistencia al impacto y al fuego; el espesor de este material es de 0,15 a 0,38 mm y su ancho va desde 600 a 980 mm, formada por cinco capas: Acero base, aleación de acero, Fe, el Sn libre ( $0.275 \text{ g m}^{-2}$ ), la zona de pasivación y, por último, una película de aceite orgánico. Las características de la hojalata varían de acuerdo al tipo de acero utilizado, siendo algunos de los componentes de la hojalata el Cu, Ni y Cr principalmente, los cuales pueden ser fuente de contaminación del alimento enlatado. Otra fuente contaminación por iones metálicos son las reacciones electroquímicas posibles, que causan el abombamiento o hinchamiento de las latas, así como su perforación o problemas organolépticos. La reactividad de dichos metales, depende en gran parte de la pureza y calidad del depósito de Sn.

Para la determinación de Cu, Sn, Fe, Ni y Cr se utilizaron las técnicas de espectroscopía de absorción atómica de llama y horno de grafito, ya que dichas técnicas son de gran precisión y sensibilidad. Se analizaron Cu, Sn, Fe, Ni y Cr debido a sus características toxicológicas, ya que algunos metales en exceso se acumulan en el hígado causando hemólisis y gastroenteritis; otros metales, como el Pb, se acumulan en el organismo durante un periodo de tiempo prolongado, sobre todo en los huesos, ocupando el lugar del Ca. Los síntomas de envenenamiento son anemia, debilidad, estreñimiento y parálisis de muñecas y tobillos.

Las concentraciones obtenidas de los metales analizados en atún enlatado fueron: para Cu de 0,122 mg kg<sup>-1</sup>; de 3,98 mg kg<sup>-1</sup> para Fe; para el Cr se obtuvo una concentración de 0,47 mg kg<sup>-1</sup>; 0,54 mg kg<sup>-1</sup>; de Ni; y, finalmente 0,10 mg kg<sup>-1</sup> de Pb.

Los resultados obtenidos anteriormente para el Cu y el Pb se compararon con el *Codex Alimentarius*, los cuales indican que se encuentran dentro de los límites marcados por dicha reglamentación (0,431 mg kg<sup>-1</sup> para Cu y 1 mg kg<sup>-1</sup> para Pb). Cabe mencionar que para los demás metales analizados no existe regulación alguna y sólo se toma como referencia la ingesta diaria de dichos metales en los alimentos, la cual debe ser para Cr de 0,05-0,2 mg kg<sup>-1</sup> y para el Ni de 0,3 mg kg<sup>-1</sup>, indicando con ésto que el Cr y el Ni se encuentran en una concentración por encima de la ingesta diaria.

**Palabras clave:** Contaminación, Atún enlatado, Metales, Espectroscopia de absorción atómica.

## PRODUÇÃO DE COUVE E TEORES DE METAIS PESADOS EM DECORRENCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA-DE-SUÍNO PROVENIENTE DA ASA ALIMENTOS (BRASIL)

Manoel Vicente De Mesquita Filho<sup>1</sup> y Antonio Francisco Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fertilidade de Solos, Embrapa Hortaliças, C. P. 218, Brasília 70359-970, DF (Brasil).  
<mesquita@cnph.embrapa.br>.

<sup>2</sup> Fertilidade de Solos e Nutrição Vegetal, Fone (061) 3385-9074.  
<souza@cnph.embrapa.br>.

Conduziu-se um experimento em um Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) distrófico argiloso, localizado na área experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, Brasil). Couve comum (*Brassica oleraceae* var. *acephala*, grupo Roxa-mineira) foi utilizada como planta teste.

No solo realizaram-se as seguintes determinações químicas: pH (H<sub>2</sub>O 1:2,5), matéria orgânica (Wakley e Black). P, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, e Ni foram extraídos com uma solução Mehlich-I (HCl 0,05 M + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 M), cuja acidez é da ordem de 0,0625 mol H<sup>+</sup> L<sup>-1</sup>. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco doses: 0,0; 10,0; 20,0; 40,0 e 60,0 t de cama-de-suíno ha<sup>-1</sup>, contendo 39 g N kg<sup>-1</sup> (N total), combinadas fatorialmente a três épocas distintas de colheita (60, 75 e 90 dias após o transplante), com três repetições.

A produção máxima de couve 25,3 t ha<sup>-1</sup> (média de três colheitas) e 90 % dela foram obtidas com as doses estimadas de 44,1 e 27,5 t de cama-de-suíno ha<sup>-1</sup>. A dose de 60 t de cama-de-suíno ha<sup>-1</sup> incorporou até a profundidade de 20 cm, cerca de 636, 43.860, 1.656, 276, 834 e 8.634 g de Cu, Fe, Mn, Zn, Cd e Ni respectivamente, gerando uma concentração nominal no solo de cerca de 0,32, 21,93, 0,83, 0,14, 0,42 e 4.320 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente. Os teores totais desses metais contidos na cama-de-suíno e do solo analisados situaram-se abaixo dos teores máximos permitidos pela USEPA e pela legislação espanhola, adaptada ao estado do Paraná (Brasil). Mesmo com a aplicação de 60 t de cama-de-suíno ha<sup>-1</sup>, não foram observados efeitos fitotóxicos por ocasião da terceira colheita, os teores totais de Cu, Fe, Mn, Zn, Cd e Ni encontrados na matéria seca da parte aérea da couve foram convertidos para teores totais em matéria fresca e situaram-se abaixo dos permitidos pela Associação Brasileira da Indústria da Alimentação.

**Palavras chave:** *Brassica oleraceae*, Macronutriente, Micronutriente, Adubação nitrogenada, Latossolo.

# EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN LA GASOLINA COMERCIALIZADA EN GALICIA (ESPAÑA) COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL REAL DECRETO 1700/2003

**M. C. Fernández Feal, M. L. Fernández Feal,  
J. Sanesteban Raposo, P. Escudero Rivera, S. Bouza Fernández,  
J. R. Pérez Prado y R. Chao Villares**

*Laboratorio de Combustibles – UDC. Centro de Investigaciones Tecnológicas. Campus de Esteiro. Ferrol 15403 (Galicia, España). <combust@cdf.udc.es>.*

El Real Decreto 1700/2003 pretende adaptar en España la Directiva 2003/17/CE del Parlamento Europeo y Consejo en el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo. Este Real Decreto establece el contenido de azufre máximo en gasolinas y la bajada paulatina del mismo a lo largo del período 2003-2009.

El presente trabajo se realiza con el objeto de determinar la cantidad de S contenido en las gasolinas actualmente comercializadas en la Comunidad Autónoma de Galicia antes y después del 1 de Enero de 2005, fecha fijada por el Real Decreto 1700/2003 como primer punto de partida en la disminución del contenido en este parámetro.

Para la realización del mismo se ha efectuado un muestreo aleatorio de gasolinas I.O.95, I.O.98 y I.O.97, en estaciones de servicio de toda la Galicia durante todo un año, los seis últimos meses del 2004 y los seis primeros meses del 2005, con el fin de comprobar el cumplimiento de lo fijado para el contenido de S en el actual Real Decreto 1700/2003.

La determinación del contenido de S se ha llevado a cabo mediante análisis elemental utilizando patrones de calibración específicos, con distinto contenido en S y matriz gasolina.

Antes de Enero de 2005 el contenido de S máximo permitido en gasolinas era de 150 mg kg<sup>-1</sup>. A partir del 1 de Enero de 2005 éste se vio reducido hasta 50 mg kg<sup>-1</sup>. Del análisis de los resultados obtenidos se deduce que los responsables de la distribución de este producto se han adecuado rápidamente a la nueva legislación, encontrando incluso ya en el mercado gasolinas con un contenido en S inferior a 10 mg kg<sup>-1</sup>, límite establecido como segundo paso en la reducción del contenido de S y cuya entrada en vigor fija el Real Decreto 1700/2003 el 1 de Enero de 2009.

La disminución del contenido de S en la gasolina favorece el rendimiento de los catalizadores, reduce las emisiones contaminantes y el consumo de los motores de última generación; la nueva gasolina es más respetuosa con

el medio ambiente por lo que podemos afirmar que la actual formulación de la gasolina que se comercializa en la Comunidad Autónoma de Galicia cumple la actual legislación y es compatible con los principios del Desarrollo Sostenible.

**Palabras clave:** Azufre, Gasolina, Legislación, Contaminación.

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN GASÓLEO (clase A)

**M. L. Fernández Feal, M. C. Fernández Feal,  
J. Sanesteban Raposo, P. Escudero Rivera, S. Bouza Fernández,  
J. R. Pérez Prado, R. Chao Villares**

*Laboratorio de Combustibles, UDC. Centro de Investigaciones Tecnológicas. Campus de Esteiro. Ferrol 15403 (Galicia, España). <combust@cdf.udc.es>.*

La Directiva 2003/17/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (03/03/03), que modifica la Directiva 98/70/CE relativa a la calidad de la gasolina y del gasóleo, ha tenido en consideración determinados aspectos básicos encaminados a conseguir una mejora en la calidad del aire, dentro de una estrategia contemplada en el programa *Auto-Oil*, para reducir de modo equilibrado las emisiones de contaminantes a la atmósfera generadas por fuentes móviles y estacionarias.

Consideran también esas directivas que la necesidad de reducir las emisiones de los vehículos y la disponibilidad de las tecnologías de refino necesarias para ello justifican el establecimiento de especificaciones con fines medioambientales para la comercialización del gasóleo de automoción.

El RD 1700/03 traspone a la legislación española dicha Directiva y establece las especificaciones que debe de cumplir un gasóleo destinado a automoción (gasóleo A).

Uno de los parámetros fundamentales para conseguir dichos fines es el referente a la Contaminación Total (Partículas sólidas) de un gasóleo. Por ello el presente trabajo determina la cantidad de partículas sólidas en combustible diesel: gasóleo (clase A).

Para la realización del mismo se ha efectuado un muestreo aleatorio de gasóleo A en estaciones de servicio y centros de distribución de toda la Comunidad Autónoma de Galicia durante un período que abarca los seis primeros meses del año 2005, con el fin de comprobar el cumplimiento de lo fijado para el contenido de partículas sólidas (contaminación total) en el actual Real Decreto 1700/2003.

La determinación del contenido de partículas sólidas se ha llevado a cabo, estrictamente, según lo establecido en la norma UNE EN ISO 12662.

El Real Decreto 1700/2003 determina que el gasóleo A, combustible diesel destinado a la automoción, puede contener como máximo  $24 \text{ mg kg}^{-1}$  de partículas sólidas y establece en el Artículo 6 la obligatoriedad por parte de la Comunidad Autónoma de adoptar las medidas necesarias para controlar las especificaciones técnicas indicadoras de la calidad del gasóleo.

El análisis de los resultados obtenidos pone de manifiesto que un porcentaje significativo de muestras presenta valores elevados de este parámetro; la mayor parte de las muestras con valores elevados en el contenido en partículas sólidas se corresponde con muestras recogidas en centros distribución.

El control del contenido en partículas sólidas es fundamental; los actuales vehículos diesel disponen de modernos sistemas de inyección que hacen que el gasóleo llegue con mayor presión y precisión a los cilindros, favoreciendo que la combustión se realice más rápidamente y con un consumo inferior; un elevado contenido en partículas ensucia los inyectores, aumenta el consumo e incrementa las emisiones de compuestos contaminantes a la atmósfera.

**Palabras clave:** Gasóleo, Partículas sólidas, Legislación, Contaminación.

# EFFECTOS GENOTÓXICOS EN UNA POBLACIÓN INFANTIL EXPUESTA A HIDROCARBUROS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EN EL AIRE DE REGIONES CON ACTIVIDAD PETROLERA EN EL SURESTE DE MÉXICO

M. T. Gamboa Rodríguez<sup>1</sup> y R. Gamboa Aldeco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> División Académica Ciencias Básicas. <sup>2</sup> División Académica Ciencias Biológicas, Univ. Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco (México).  
<robertogamboa@usa.net> y <gamboa\_tere@hotmail.com>.

El estado de Tabasco del (SE de México) depende económicamente de la extracción del petróleo. Sin embargo, esta actividad afecta drásticamente al ambiente y a las poblaciones que habitan en las inmediaciones petroleras. Por ejemplo, hidrocarburos policíclicos aromáticos se han encontrado en el suelo, el agua y los sedimentos de la región. Desafortunadamente, debido a su volatilidad, estos compuestos pueden llegar a los seres humanos y animales a través del aire, teniendo una conocida actividad genotóxica (Barale *et al.* 1991; Mersch-Sundermann *et al.* 1992). A pesar de su importancia, no hay estudios que demuestren la presencia de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) en la atmósfera de esta zona.

El presente estudio fue realizado para conocer los niveles de HPA en la atmósfera de varios sitios del Estado de Tabasco y relacionarlos con el posible daño al ADN en habitantes de regiones de actividad petrolera. Para tal fin se utilizó el Ensayo de Electroforesis Unicelular (Ensayo Cometa) en linfocitos de sangre periférica de tres grupos de niños entre 6 y 15 años que viven en tres regiones en el Estado de Tabasco, con diferentes grados de actividad petrolera. Las muestras de HPA fueron recolectadas, extraídas, y analizadas por el método de US-EPA TO-13-A.

Los resultados muestran la presencia de la mayoría de los 16 HPA considerados por la EPA como contaminantes prioritarios principalmente por su potencial actividad carcinogénica; se encontraron niveles elevados de HPA totales en fase gaseosa y con diferencias significativas en algunos de estos compuestos entre los sitios ubicados en un área con actividad petrolera y los ubicados lejos de estas actividades ( $p < 0,05$ ). Los grupos infantiles provenientes de las regiones de actividad petrolera presentaron niveles de daño genotóxico de moderado a alto (*Tail Length*: 14,21 a 42,14  $\mu\text{m}$  y *Tail/Head*: 0,97-2,83) comparados con el grupo testigo (12,25  $\mu\text{m}$  y 0,63 respectivamente). El grupo infantil que presentó mayor daño celular se relaciona con el sitio de actividad petrolera más intensa.

Los datos sugieren que la presencia de HPA en la atmósfera y la exposición crónica a ellos pueden representar un riesgo a la salud de las poblaciones que habitan en la región.

**Palabras clave:** Genotoxicidad, Hidrocarburos policíclicos, Ensayo Cometa, Electroforesis unicelular, México.

# DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN MUESTRAS DE OSTIONES FRESCOS Y EN MEJILLONES Y POLLO AHUMADOS

**Rolando S. García-Gómez, Pavel Castillo-Urueta,  
Fabiola Graciela Ruiz-Monterrubio, Laura Renata Valencia-Pérez-Rea  
y Carmen Durán de Bazúa**

*Programa de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental. Facultad de Química, UNAM. Edificio E. Lab. 301. Apartado Postal 70-305. Coyoacán, México D.F. 04520 (México). <rolandoga2000\_a@yahoo.com> y <mcduran@servidor.unam.mx>.*

Dentro de los residuos generados por la industria petroquímica se encuentran numerosos compuestos tóxicos, entre los que destacan los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), debido a los graves peligros de salud que representan. Los HAP son compuestos aromáticos de 2 a 7 anillos fusionados entre sí que se encuentran en la biosfera. Sus concentraciones varían desde 1,0 hasta 1000 mg kg<sup>-1</sup>, dependiendo la matriz ambiental en que se encuentren. Estos compuestos se han encontrado en tejidos vegetales, en órganos y tejidos de mamíferos superiores, en moluscos, sedimentos marinos, aguas superficiales de ríos y en alimentos que han sido sometidos a un proceso de ahumado. Se tiene conocimiento que el proceso de ahumado genera una gran variedad de compuestos entre los que se destacan los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). La peligrosidad de estos, ha sido reportada desde los años 1950, al detectarse por primera vez la presencia de benzo(a)pireno en los productos ahumados. Sin embargo, México aún no cuenta con ningún tipo de regulación para HAP en este tipo de alimentos. Dada la problemática anterior, en este estudio se determinaron y cuantificaron nueve HAP en muestras de ostiones frescos comerciales provenientes de la laguna de Tamiahua (Veracruz, México) y, dependiendo del nivel de toxicidad, se escogieron tres de los más carcinógenos para ser determinados en muestras de mejillones ahumados enlatados comerciales y en muestras de pollo preparado "a la leña", tanto en la vía pública como en un establecimiento. Los materiales biológicos fueron liofilizados y caracterizados mediante análisis químicos, para conocer los porcentajes de humedad, cenizas, grasa cruda y proteína cruda de las muestras. Los métodos empleados para efectuar la separación y cuantificación de HAP, para el caso de los ostiones frescos, fueron el recomendado por el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, UNEP-7 (UNEP/IOC/IAEA, 1993), mientras que para el caso de las muestras de pollos y mejillones ahumados fueron, tanto el UNEP-7 (UNEP/IOC/IAEA, 1993), como el de la Agencia de Protección Ambiental Norteamericano (E.P.A. 3630a, 1990). La identificación y cuantificación de los compuestos se realizó empleando cromatografía de gases-espectrometría

de masas (CG/EM). Los resultados obtenidos para las muestras de ostiones frescos permitieron identificar fenantreno, fluoranteno, pireno, criseno y benzo(a)pireno, en concentraciones de  $0,35 \pm 0,01$ ,  $0,96 \pm 0,26$ ,  $0,50 \pm 0,09$ ,  $0,86 \pm 0,09$ ,  $0,59 \pm 0,04$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para los pollos expedidos en vía pública se encontraron valores de fluotraneno, pireno y benzo(a)pireno de  $4,78 \pm 0,41$ ,  $5,53 \pm 0,62$  y  $0,97 \pm 0,04$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para pollos del establecimiento las concentraciones obtenidas fueron de  $1,52 \pm 0,20$ ,  $1,82 \pm 0,32$  y  $0,62 \pm 0,05$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para los mejillones ahumados (marca I) las concentraciones de fluoranteno, pireno y benzo(a)pireno fueron de  $4,09 \pm 0,16$ ,  $4,85 \pm 0,09$  y  $0,41 \pm 0,02$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente; mientras que para los mejillones ahumados de la (marca II) las concentraciones fueron de  $2,69 \pm 0,79$ ,  $4,10 \pm 0,34$  y de  $0,32 \pm 0,05$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Estos valores son más elevados (según legislaciones internacionales) que los 0,03 mg kg<sup>-1</sup> benzo(a)pireno de EEUA y de 1 mg kg<sup>-1</sup> de Alemania, Italia, Suiza y República Checa.

**Palabras clave:** Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Ahumado, Matriz ambiental biológica.

## NIVEL DE PLOMO EN SANGRE EN LOS GRUPOS DE ALTO RIESGO EN LA COMUNIDAD DE VETAGRANDE, ZACATECAS (MÉXICO)

Eduardo González-Valdéz<sup>5</sup>, Eduardo Manzanares-Acuña<sup>1</sup>, Héctor René Vega-Carrillo<sup>1</sup>, Consuelo Letchipía de León, Gema A. Mercado Sánchez<sup>3</sup>, Miguel Ángel Salas-Luévano<sup>2</sup> y Laura J. Guzmán Enríquez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. U. A. de Estudios Nucleares.

<sup>2</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. U. A. de Agronomía.

<sup>3</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. U. A. de Matemáticas.

<sup>4</sup> U.A. de Biología Experimental. Universidad Autónoma de Zacatecas Ciprés 10, Fracc. La Peñuela, Zacatecas 98062 (México).

<sup>5</sup> Universidad Michoacana. <emanz\_44@yahoo.com>.

Vetagrande (Zacatecas, México) es una antigua zona minera, donde se han depositado jales y terreros ricos en Pb y otros metales pesados. Las zonas con estas características existe el riesgo de contaminación de sus habitantes. Los grupos de población de mayor riesgo son los niños y las embarazadas.

En este estudio se determinó la concentración de Pb en 83 muestras de sangre obtenidas de 80 niños menores de 15 años y 3 embarazadas para determinar si estaban afectados por este metal. El grupo de los 80 menores corresponde al 32 % del total de menores de 15 años en la población y las 3 embarazadas que en forma voluntaria accedieron a participar en esta investigación. La concentración de Pb en sangre se determinó mediante la técnica de voltamperometría de redisolución anódica, que es una de las técnicas recomendadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1.

Con base a los criterios de esta norma se encontró que el 45% de los menores están en la categoría I, el 16.25% está en la categoría II, el 33.75% está en la categoría III y el otro 5% está en la categoría IV. Estos resultados revisten gran importancia en materia de salud, ya que más del 50% de los niños de esa comunidad tiene niveles de Pb en sangre que ameritan intervención por parte de los servicios de salud. La causa probable de la presencia de Pb en sangre se debe a que las casas habitación se encuentran asentadas en terrenos enriquecidos con Pb.

**Palabras clave:** Plomo en sangre, Vetagrande, Impacto del Pb.

# ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE INTOXICACIÓN POR PLOMO (SATURNISMO) EN 102 PERSONAS DE UNA MISMA CIUDAD ESPAÑOLA

J. Groiss Buiza<sup>1</sup>, R. Bajo Gómez<sup>1</sup>,  
J. F. Sánchez Cancho<sup>2</sup> y J. M. Ramos Aceitero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> S. de Hematología. Hospital Universitario Infanta Cristina de Badajoz.  
<jorgroissb@arrakis.es>.

<sup>2</sup> Dirección General de Salud Pública de la Junta de Extremadura. Badajoz 06800  
(España).

**Introducción.**- El presente trabajo constituye una revisión sobre el problema que, para la salud, puede presentar el Pb, así como el trabajo realizado como consecuencia del diagnóstico de 102 casos de impregnación por Pb en el periodo de unos meses, todos ellos residentes en la misma localidad española debidos a la ingesta de aguas ácidas y blandas (**Color:** <5 mg L<sup>-1</sup>, concentración máxima admisible 20 mg L<sup>-1</sup> Pt/Co. **Turbidez:** entre 0,10 y 4, concentración máxima admisible 6 U.N.F. **pH:** 6,5 unidades, admitido: 6,5-8,5 unidades. **Calcio:** 16 ± 1 mg Ca L<sup>-1</sup>, nivel guía 100 mg Ca L<sup>-1</sup>. **Magnesio:** 3 ± 1 mg Mg L<sup>-1</sup>, nivel guía 30 mg Mg L<sup>-1</sup>, máximo 50 mg Mg L<sup>-1</sup>. **Dureza total:** <10 °F, aguas muy blandas <10 °F, blandas de 10-15 °F, semiduras de 15-30 °F, duras de 30-50 °F y muy duras > 50 °F) procedentes de un embalse de fondos graníticos a su paso por tuberías de Pb domiciliarias (**Pb** en agua del grifo: 144 mg Pb m<sup>-3</sup>, nivel guía: máximo 50 mg Pb m<sup>-3</sup>).

**Objetivos.**- a) Describir los efectos deletéreos del Pb en nuestros pacientes y b) Determinar el tiempo de eliminación del Pb circulante por el ser humano.

**Material y métodos.**- Se han estudiado 102 personas, con edades entre los 15 y 84 años, 36 hombres y 66 mujeres, con seguimiento desde Marzo de 2000 hasta Noviembre de 2004, con niveles de Pb en sangre total mayor de 20 mcg dL<sup>-1</sup>. La plumbemia se ha cuantificado en sangre total por espectrofotometría de absorción atómica. El tiempo de eliminación del Pb circulante se valoró mediante estadística actuarial: Curvas de supervivencia de Kaplan Meier y regresión de Cox.

**Resultados.**- La sintomatología más frecuentemente referida es la neurológica. Con plumbemias superiores a 40 mcg dL<sup>-1</sup> todos los pacientes tuvieron tres o más síntomas neurológicos (16 casos). Los pacientes con menos de tres síntomas neurológicos o asintomáticos tuvieron plumbemias inferiores a 40 mcg dL<sup>-1</sup>. El síndrome de “hipertensión arterial-hiperuricemia-daño renal” es una tríada frecuente en la intoxicación por Pb (6 casos), aunque puede presentarse también de forma incompleta (15 casos). Se evidencia en nuestros casos una disminución significativa de la hemoglobina con plumbemia superior a 40 mcg dL<sup>-1</sup>, que sería debida a una respuesta insuficiente

en la síntesis de eritropoyetina. La plumbemia disminuye de forma continua a lo largo del seguimiento, sin fase de “plateau” en ningún momento. Es decir, el Pb se va eliminando continuamente tanto como dura el seguimiento, sin ninguna intervención terapéutica que el apartarse de la fuente de contaminación. Tal dato es sumamente tranquilizador desde el punto de vista asistencial. El aclaramiento de la plumbemia inicial hasta un 50% de la misma se consigue con una mediana de 8 meses. Es más rápido en las mujeres que en los hombres (mediana: 6,4 vs 12,1 meses,  $p < 0,005$ ). El aclaramiento de la plumbemia inicial hasta el nivel legal permitido o “inocuo” de menos de 20 mcg dL<sup>-1</sup> se consigue con una mediana de 4 meses, siendo más rápido en las mujeres que en los hombres (mediana: 2,8 vs 4,9 meses,  $p < 0,005$ ).

**Conclusiones.**- El Pb ocasiono en nuestros pacientes síntomas neurológicos, vasculares, renales y anemia. La plumbemia se aclara espontáneamente apartándose de la fuente de contaminación. Esta eliminación es más rápida según sexo femenino.

**Palabras clave:** Plomo, Saturnismo, España.

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN EL RÍO TULANCINGO (HIDALGO, ESTADO DE MÉXICO)

Elizabeth Hernández Acosta<sup>1</sup>, Enrique Rubiños Panta<sup>2</sup>,  
Jesús Amado Alvarez<sup>2</sup>, Carlos Ramírez Ayala<sup>2</sup> y Francisco Gavi Reyes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo. Area de Recursos Naturales, Departamento de Suelos. Chapingo, Texcoco, (México). <elizahac@yahoo.com.mx>.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo, Carretera México Texcoco, km 36.5, Texcoco 56230 (México) Telf. (595)9520229.

<sup>3</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango (México).

**Introducción.**- El río Tulancingo nace en los límites del estado de Puebla con el nombre de río San Lorenzo, su caudal es regulado por la presa La Esperanza que tiene una capacidad de 2.5 millones de hm<sup>3</sup>, cambiando de nombre (río Santa María, río Tulancingo, río Grande). En este trayecto el agua es aprovechada en parte para la irrigación de tierras del Distrito de Riego 028 de Tulancingo (de 250 a 500 ls<sup>-1</sup>, sin considerar los escurrimientos máximos). También toma los nombres de río Acoculco, río Mesillas, río Metepec, río Meco, hasta su cruce con la carretera México-Tampico, en el poblado Puente de Venados, río Venados), llegando a la laguna de Metztlitlan, donde es aprovechado para uso piscícola. En su recorrido se acumulan sólidos disueltos y suspendidos, los cuales contienen excrementos humanos (según el censo de población realizado por INEGI en el año 2000 existía una población total de 505.263 habitantes distribuidos en 1,388 localidades), de animales e industriales principalmente, arriesgando la salud de dichos habitantes.

**Objetivo.**- Registrar la contaminación del agua del río Tulancingo con el propósito de establecer estrategias de planeamiento en el manejo de los recursos naturales dentro de la subcuenca hidrológica del río Tulancingo.

**Metodología.**- Se trabajó en equipo de manera integral, definiendo principalmente las facetas terrestres. Posteriormente durante los ciclos 2004-2005 se hizo un diagnostico sobre la calidad del agua en diferentes sitios (Rubiños *et al.*, 2005); después, durante 2005-2006, se determinó la contaminación del agua en el río Tulancingo, valorando: Sólidos solubles, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, bacterias mesófilas aerobias, bacterias coliformes totales y bacterias coliformes fecales.

**Resultados.**- Los resultados obtenidos indican que la contaminación del río Tulancingo es muy alta, sobre todo en las áreas adyacentes a la ciudad del mismo nombre, sobrepasando por mucho los valores límite máximos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ecol-1996. Se encontraron bacterias mesófilas aeróbicas de 368 600 ufc mL<sup>-1</sup> en la presa La

Esperanza, hasta 7.933.333 ufc mL<sup>-1</sup>, en la salida de la ciudad de Tulancingo, variando de 1.618 a 1.753 NMP mL<sup>-1</sup> de bacterias coliformes totales para los mismos puntos. Además, se reportaron de 1.220 a 2.400 NMP mL<sup>-1</sup> de bacterias coliformes fecales para los mismos sitios. El oxígeno disuelto consignado en esta área fue de 0 mg L<sup>-1</sup>. Los sólidos totales disueltos fluctuaron de 927 mg L<sup>-1</sup> a 12 970 mg L<sup>-1</sup> en la misma zona, mientras que los sólidos disueltos se cuantificaron de 65 a 86 mg L<sup>-1</sup>.

**Discusión.** - El alto grado de afectación de los cuerpos de aguas estudiados en este trabajo indica que los contaminantes que se incorporan en todo el trayecto del río Tulancingo modifican de manera negativa las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua; por lo que es necesario el tratamiento de las mismas para obtener efluentes de mejor calidad que los que actualmente se tienen en el río. Una vez realizados dichos tratamientos el agua podrá fines agrícolas y para otras actividades industriales, los riesgos de la salud serán mucho menores.

### **Conclusiones:**

1. Las aguas del río Tulancingo, dentro del fundo legal de esta ciudad, están fuertemente contaminadas, sobrepasando por mucho los valores límites máximos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, resultando indispensable diseñar y establecer una planta de tratamientos de agua.
2. Aguas a bajo del río Venados las aguas pueden ser utilizadas para la producción agrícola en el Distrito de riego de Meztitlan.
3. La alta concentración de bacterias mesófilas aerobicas (610,000 ufc mL<sup>-1</sup>), bacterias coliformes totales (1,607 NPM mL<sup>-1</sup>), y de bacterias coliformes fecales (1,601 NMP mL<sup>-1</sup>), consignadas en el agua de la laguna de Meztitlan, indican alerta para la producción de peces que se reproducen en esa masa de agua.

**Palabras clave:** Calidad de aguas, Bacterias, Aguas superficiales, México.

## ANÁLISIS DE CONTAMINANTES METÁLICOS EN ALIMENTOS ENLATADOS

**Minerva Juárez Juárez, Alejandro Cruz, Pedro Miranda Reyes  
y Evelyn Tinajero Ruíz**

*Dpto. de Química, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. Av. Acueducto S/N, Col. Barrio La Laguna, Ticomán Delegación Gustavo A. Madero, México D. F. 07340 (México). Tel. (5) 729600 ext. 56323 o 56324, Fax 56325. <mijuju@yahoo.com,mx>.*

Los alimentos sometidos a tratamiento térmico deben estar contenidos en un recipiente adecuado cuya finalidad principal sea la de impedir la entrada de microorganismos y de oxígeno. Los materiales más utilizados en el envasado de alimentos son hojalata, Al y vidrio. Puede existir alguna reacción de los metales que constituyen la lata con el alimento contenido en ésta; dicha reacción se da principalmente con los ácidos presentes en los alimentos (frutas y verduras). A éste tipo de reacción se le denomina corrosión y puede expresarse de la siguiente manera.



Por ello es necesario determinar la presencia de metales en el alimento después de que estos sufren un proceso de enlatado, ya que el material con que esta elaborada la lata puede desprender ciertos metales que, al sobrepasar los límites permisibles y los valores de ingesta diaria, resultan tóxicos para el organismo o pueden alterar las características organolépticas del producto.

Se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo de Cr, Cu, Fe, Ni, Pb y Sn en chicharo enlatado dado que dichos metales son los que intervienen en la elaboración de una lata y, por lo tanto, pueden estar presentes en el alimento al reaccionar con éste. Dichas determinaciones fueron comparadas con los límites establecidos por el *CODEX ALIMENTARIUS*.

Se tomaron también en cuenta la ingesta de metales pesados establecida en el caso de metales como el Pb; la OMS ha establecido valores de ingesta diaria tolerable de 0.33 mg kg<sup>-1</sup> por día.

Para la determinación de los metales a analizar se utilizó la espectroscopia de absorción atómica, en el caso de Cu, Cr, Fe, y Ni y para el Pb y Sn se utilizó la técnica por horno de grafito por sus bajas concentraciones. El Sn no pudo determinarse debido a que las muestras analizadas presentaron concentraciones muy bajas de este metal. Se tomó en cuenta, además, el pH de las muestras, ya que es un factor importante en la cuantificación de metales en las muestras de chicharo enlatado, ya que a mayor pH, mayor concentración de metales.

Los resultados obtenidos en la cuantificación de los metales antes mencionados indican que el Cu se encuentra dentro del valor permisible ( $3\text{--}4\text{ mg kg}^{-1}$ ) teniendo concentraciones de este metal en las muestras de  $0,4\text{--}2,3\text{ mg kg}^{-1}$ . Para el caso de Fe se sabe que a altas concentraciones de este metal ( $20\text{ mg kg}^{-1}$ ) puede ocasionar problemas organolépticos en los alimentos la concentración obtenida fue de  $7,39\text{ mg kg}^{-1}$ , lo que no ocasiona problemas en las muestras de chícharo enlatado. Para el Ni se obtuvo una concentración de  $0,61\text{ mg kg}^{-1}$ . Para el Cr se determinaron  $0,47\text{ mg kg}^{-1}$ . En el caso del Pb se tuvo una concentración de  $0,014\text{ mg kg}^{-1}$ .

Cabe mencionar que los metales se acumulan en el organismo durante un periodo de tiempo prolongado, sobre todo en el caso del Pb que afecta los huesos ocupando el lugar del Ca. Los síntomas de envenenamiento son anemia, debilidad, estreñimiento y parálisis de muñecas y tobillos. En el riñón provoca una alteración del cerebro y la médula ósea. Puede ocasionar cambios bioquímicos en la sangre cuando el nivel de este es elevado. El límite de Pb en sangre en la que no se ve afectada la salud de un adulto es de  $0,35\text{ mg L}^{-1}$  y de  $30\text{ mg L}^{-1}$  para niños y mujeres embarazadas.

**Palabras clave:** Chícharo enlatado, Metales, Contaminante, Espectroscopía de absorción atómica.

## CALIDAD DEL AGUA Y SERVICIOS SANITARIOS EN ARGENTINA: ESTADO ACTUAL Y DESAFIOS FUTUROS

Graciela E. Magaz

*Instituto de Estudios e Investigaciones Ambientales. Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales. Paraguay 1345. Ciudad de Autónoma de Buenos Aires (Argentina). <magazgraciela@gmail.com >.*

Las posibilidades de acceso al agua potable segura y al saneamiento básico tienen relación directa con la salud humana y el desarrollo de la población.

Argentina está ubicada en el extremo meridional de América del Sur. En sus 2.791.810 km<sup>2</sup> presenta una rica diversidad ambiental y disponibilidad de los recursos naturales que constituyen el ámbito de asentamiento de la población y de desarrollo productivo. Sin embargo, parte de esos recursos presentan distinto grado de degradación por actividades humanas. El país dispone de aproximadamente 22.500 m<sup>3</sup> de agua/habitante, aunque en las zonas semiáridas (dos tercios del territorio) la disponibilidad de agua es mucho menor. La cuenca del Plata concentra el 85% del total. En vastas regiones del país el agua subterránea presenta limitaciones de uso por baja calidad (alto contenido de arsénico y flúor).

El consumo creciente para abastecimiento de agua (13 %, del cual cerca del 30 % del agua extraída es de origen subterráneo), la falta de saneamiento básico y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por uso de agroquímicos y efluentes cloacales e industriales vertidos sin tratamiento, producen la degradación de la calidad del agua, estableciendo limitaciones que ponen en riesgo la disponibilidad del recurso y la salud de la población.

Las enfermedades de transmisión hídrica más frecuentes son las gastroenteritis, la fiebre tifoidea, hepatitis A y las parasitosis intestinales regionales. En muchas zonas abastecidas con agua subterránea, el hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) es una de las causas de deterioro de la salud.

Entre los desafíos futuros pueden mencionarse el aumento de la cobertura de agua potable segura tanto en áreas urbanas como rurales, a través del desarrollo de nuevas tecnologías económicas de desinfección y tratamiento, la extensión de las redes cloacales y el saneamiento básico. Actualmente, sólo el 10% de las aguas residuales recolectadas por el sistema cloacal es sometido a tratamiento de depuración.

Por el régimen federal de gobierno, cada provincia o jurisdicción tiene su propio marco regulatorio de calidad del agua. Los servicios de agua y saneamiento son prestados en algunos casos por el Estado y también por Empresas Privadas, Cooperativas, etc. El nivel de eficacia en la aplicación y control de la legislación vigente es muy bajo.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Saneamiento, Enfermedades de transmisión hídrica.

## NÍVEIS DE BENZENO E TOLUENO NO FUMO INALÁVEL DE CIGARROS

S. Martins Susana<sup>1,2</sup> e M. Teresa S. D. Vasconcelos<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> CIIMAR, Rua dos Bragas, 289, Porto 4050-123 (Portugal). <mtvascon@fc.up.pt>.

<sup>2</sup> Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, Porto 4169-007 (Portugal). \* Tel.: +351 226082870, Fax: +351 226082959.

Nos profissionais da saúde e na comunidade em geral tem crescido o interesse pelo conhecimento da composição do fumo de tabaco. Na realidade, o fumo de cigarro é um dos principais poluentes de numerosos ambientes interiores, espaços de lazer, restaurantes, etc. Durante a combustão do cigarro são produzidas milhares de substâncias que são transportadas até aos pulmões dos fumadores activos. Os fumadores passivos estão expostos a uma combinação do fumo proveniente directamente da extremidade acesa dos cigarros com o fumo exalado por fumadores activos. Entre os 4800 constituintes já identificados do fumo do tabaco encontram-se numerosos alcanos, alcenos, hidrocarbonetos alicíclicos e aromáticos, incluindo policíclicos (PAH). Muitos são tóxicos e cerca de meia centena são carcinogénicos. Dada a reconhecida perigosidade do fumo do tabaco para a saúde, os fumadores activos e passivos, bem como os potenciais fumadores e a população em geral deverão dispor da máxima informação possível associada ao consumo do tabaco, de modo a poderem tomar decisões relacionadas com o acto de fumar. Justifica-se assim o interesse crescente nesta área.

No âmbito dum Projecto cujo objectivo é a caracterização de fumo de cigarro, apresenta-se as concentrações de benzeno e tolueno encontradas no fumo inalável de cigarros de uma mesma marca mas comercializados em Portugal, Grécia e Itália. Tratam-se de dois compostos orgânicos voláteis (COV) muito perigosos para a saúde.

Para o estudo o fumo foi gerado por uma máquina que “fuma” cigarros de modo padronizado e foi recolhido em sacos para gases *Tedlar*® de 5 L, providos de uma válvula e um septo através dos quais o gás pode ser admitido ou removido. Para determinação analítica, após diluição com diazoto e 40 min de estabilização a temperatura constante, amostras de fumo foram obtidas a partir do saco *Tedlar*® por microextracção para fase sólida (SPME) e analisadas por cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massa (GC/MS). A quantificação foi feita pelo método de adição padrão.

A massa de benzeno presente no fumo inalável de cada cigarro variou entre 0,04 e 0,05 mg por unidade de cigarro e a massa de tolueno entre 0,02 e 0,03 mg por unidade de cigarro. Em termos de concentração no fumo os níveis de benzeno variaram entre 0,18 e 0,23 mg dm<sup>-3</sup> e as de tolueno entre 0,10 e 0,14 mg dm<sup>-3</sup>. Não se encontraram diferenças estatisticamente

significativas entre a composição dos cigarros da mesma marca comercializados nos três países a cima referidos.

Nos cigarros comercializados na Grécia e em Itália os níveis médios de benzeno no fumo inalável foram significativamente superiores aos do tolueno, enquanto que nos cigarros à venda em Portugal as diferenças entre as concentrações dos dois compostos não foram estatisticamente significativas, para um nível de significância de 95%.

**Palavras chave:** Fumo inalável, Cigarro, Benzeno, Tolueno.

## EFFECTO DEL RIEGO CON AGUA CONTAMINADA POR ARSÉNICO SOBRE LOS CULTIVOS EN UN ÁREA DEL SUR DE LA CUENCA DEL DUERO (ESPAÑA)

P. Mayorga<sup>1</sup>, A. Moyano<sup>1</sup>, A. García-Sánchez<sup>2</sup>, H. Anawar<sup>2</sup> y E. Charro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> E.U. Ingenierías Agrarias. Dpto de Producción Vegetal. Universidad de Valladolid. Soria (España). <pmayorga@pvs.uva.es> y <gardini@pvs.uva.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Geoquímica Ambiental, IRNA-CSIC, Aptdo. 257, Salamanca 37071 (España).

<sup>3</sup> Dpto de Edafología y Química Agrícola. ETSIIAA. Universidad de Valladolid. Palencia 34004 (España). <echarro@agro.uva.es> y <misfis@usal.es>.

El As es uno de los contaminantes más tóxicos. La contaminación por As de las aguas subterráneas es, por otra parte, un hecho cada vez más extendido y que afecta no sólo a países como India, Bangladesh, China, Argentina, Chile y USA, sino también a algunas áreas de la región central de España donde se ha detectado desde hace pocos años. Consecuencia de este fenómeno son los procesos de contaminación secundaria en suelos agrícolas y plantas.

En el estudio llevado a cabo en la región mencionada se han encontrado concentraciones de As en el agua de riego que varían entre 10 y 136 mg As kg<sup>-1</sup>. Por otro lado, también se ha determinado el contenido total de este mismo contaminante en los suelos agrícolas regados con dicha agua, encontrándose valores que oscilan entre 10 y 40 mg As kg<sup>-1</sup> y la fracción asimilable (As soluble en agua) entre 0,061 y 0,961 mg As kg<sup>-1</sup>, lo que representa entre 0,5-2,5 % del As total del suelo.

El trabajo tiene como objetivo determinar la tasa de transferencia del As a diferentes especies vegetales de la zona, en especial a raíces y tubérculos, como zanahorias, patatas y remolacha azucarera. Los resultados preliminares de este estudio muestran valores anómalos de este elemento tóxico entre 0.03-8 mg As g<sup>-1</sup> de materia seca lo cual pudiera representar un alto riesgo para la salud.

**Palabras clave:** Arsénico, España, Agua de riego, Plantas acumuladoras.

## ESTUDIO DEL RUIDO URBANO EN ZAFRA (BADAJOZ, ESPAÑA)

**Juan Antonio Méndez Sierra, Juan Miguel Barrigón Morillas,  
Ana Talaminos Barroso, Valentín Gómez Escobar,  
José Manuel Vaquero Martínez y Rosendo Vílchez Gómez**

*Departamento de Física, Universidad de Extremadura, Escuela Politécnica, Avda. de la Universidad s/n, Cáceres 10071 (España). <jmendez@unex.es>.*

Se ha llevado a cabo un estudio de los niveles de contaminación acústica de la ciudad de Zafra (Extremadura).

Se presenta en este trabajo algunos resultados preliminares sobre los niveles de ruido en las calles de esa ciudad, así como sobre el impacto del ruido en la población.

**Palabras clave:** Contaminación acústica, Niveles de ruido, Impacto del ruido.

## TOXICIDAD Y TERATOGENESIS POR ARSÉNICO EN AGUAS EN EL PEZ CEBRA (*DANIO RERIO*)

Francisco Prieto García<sup>1\*</sup>, Oliveria Araceli Báez Ramírez<sup>1</sup>,  
Williams Scott<sup>2</sup>, Alberto José Gordillo<sup>1</sup> y Armida Zúñiga Estrada<sup>1</sup>

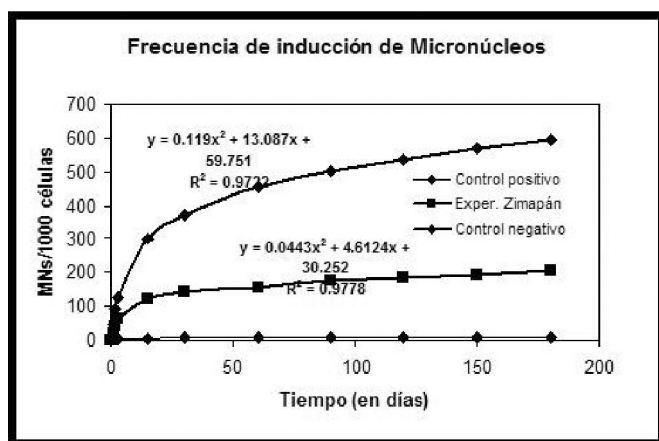
<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Químicas.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
Carretera pachuca-Tulancingo km 4.5. Pachuca de Soto 42076 (Hidalgo, México).  
<prietog@uaeh.reduaeh.mx>.

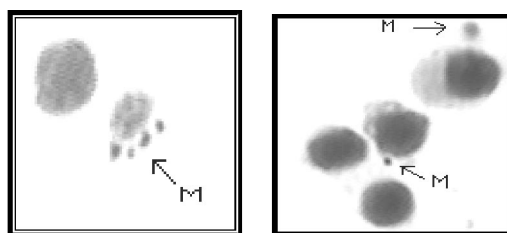
Se estudiaron los daños teratogénicos y la inducción de micronúcleos en células branquiales de peces cebra (*Danio rerio*) mantenidos en aguas bicarbonatadas cálcico magnésicas de un pozo de referencia y del pozo “Zimapán 5”, del Municipio de igual nombre, (Estado de Hidalgo, México), este último con un contenido de As que varía de 0,395 a 0,630 mg kg<sup>-1</sup>. Para el estudio de genotoxicidad los ejemplares fueron estudiados durante 180 días en 3 tratamientos: En agua del pozo de referencia (control negativo), en el agua de referencia adicionada con 5 mg As (V)/L (control positivo) y en el agua del pozo “Zimapán 5”, con 65 especímenes por lote.

Después de 30 días hubo una disminución de As en el agua del control positivo de 1092,65 mg kg<sup>-1</sup> (36,42 mg kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) mientras en pescados hubo un incremento de 524, mg kg<sup>-1</sup> (17,46 mg kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Para el agua del pozo “Zimapán 5” hubo una disminución de 211, ppb (7,04 mg kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) y en pescados hubo un incremento de 74,73 mg kg<sup>-1</sup> (2,49 mg kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). En relación a la frecuencia de inducción de micronúcleos en células branquiales al final de los 180 días en el control negativo hubo una generación espontánea de 0,8 micronúcleos/1000 células; en el control positivo hubo una frecuencia de inducción de micronúcleos 163,5 veces mayor que en el control negativo, mientras que en los peces expuestos al agua del pozo “Zimapán 5” fue 56,25 veces mayor con respecto al mismo (Figuras 1 y 2).

Estos resultados demuestran la genotoxicidad del As en *Danio rerio*. Para el estudio de teratogénesis se colocó una hembra y un macho en apareamiento en las mismas condiciones de los tratamientos (negativo, positivo y “Zimapán 5”), obteniendo que a mayor concentración de As en el agua mayor porcentaje de huevos no viables y óvulos, menor porcentaje de huevos viables y de eclosión, mayor porcentaje de alevines recién eclosionados y juveniles con malformaciones y menor porcentaje de juveniles sobrevivientes.



**Figura 1.** Evaluación de la inducción de micronúcleos (MN) en células sanguíneas tomadas de las branquias del pez cebra.



**Figura 2.** Micronúcleos en células branquiales del pez cebra de los tratamientos positivo y Z5WW.

**Palabras clave:** Teratogénesis, Genotoxicidad, Micronúcleos, Danio rerio, Arsénico.

## CONTAMINACIÓN DE AULAS Y PROBLEMAS AUDITIVOS EVITABLES

Sylvia Seballos Palma

Universidad de Santiago de Chile. Departamento de Física. Avda. Ecuador 3493, Santiago (Chile). <sseball1@lauca.usach.cl> y <sylvia.seballos@uah.es>.

**Objetivos.**- Los objetivos de este trabajo fueron estimar la prevalencia de patologías auditivas entre estudiantes de Enseñanza Básica de establecimientos educacionales en una población escolar chilena y compararlas con los estándares de dichas patologías entregados por organismos internacionales pertinentes así como también por la investigación de punta entregada en el área y caracterizar las patologías auditivas de los estudiantes para asociarlas con sus efectos específicos y su factibilidad de evitar los efectos que derivados de ella surgen entre los estudiantes.

**Situación actual del tema.**- La población estudiantil se enfrenta a un alto riesgo de contaminación acústica; si a ello se le agrega la existencia de patologías auditivas entre los jóvenes no detectadas o sin darle la importancia debida, estamos frente a un problema serio de aprendizaje y lenguaje, entre otros. Se ha comprobado que el ruido excesivo y la reverberación interfieren con la inteligibilidad de la palabra, reduciendo la comprensión y el aprendizaje. Son cuantiosas las alertas dadas acerca sobre los efectos directos e indirectos de la polución acústica en los establecimientos educacionales. Las características de los establecimientos, la calidad de su aislamiento acústico, ubicación y condiciones ambientales circundantes son extremadamente variables, pero precarias en un porcentaje significativo. Así, colegios considerados como emblemáticos por antigüedad y tradición se localizan en arterias de alto tránsito vehicular o junto a zonas de actividades permitidas emisoras de altos niveles de ruidos. Por otra parte, en algunos casos el ruido externo es la fuente de contaminación acústica para la institución educacional, pero en otras es el colegio la fuente de ruido para su entorno.

No ha sido habitual un buen diseño acústico en los proyectos de construcción de salas de clase, gimnasios, bibliotecas, salas de reuniones, lugares de esparcimiento o centros de enseñanza. Como consecuencia de esta falta de planificación son los problemas complejos de retardo en el aprendizaje de los escolares, problemas de emisión de voz en los profesores y trastornos de lenguaje, entre otros. Además, si existen escolares con déficit auditivo aumentan las dificultades para recibir el mensaje.

**Metodología.**- La información corresponde a la recogida *in situ* por el programa de la Junta de Auxilio Escolar y Beca (Junaeb) en una comuna de la Región Metropolitana de Santiago de Chile y aportada para este estudio por especialistas y la autoridad municipal correspondiente. Se aplicaron métodos

estadísticos no paramétricos para muestras pareadas y modelos de regresión y técnicas de estadística multivariada.

**Conclusiones.**- En síntesis, se observó que las variables que explican la proporción de niños con posible patología auditiva son principalmente las que miden la pérdida auditiva promedio en frecuencias del área de la palabra y frecuencias altas, dado que los niños son derivados al especialista si registran pérdidas auditivas superiores a 25 dB en frecuencias del área de la palabra. Otras características de escolares como sexo, edad y curso no son factores explicativos de si el estudiante presenta síntomas de daño auditivo. En consecuencia, es fundamental diagnosticar a tiempo las patologías otorrinolaringológicas.

**Palabras clave:** Discapacidad auditiva, Aprendizaje, Ruido, Audición, Aulas, Chile.

## CONCENTRACIONES CRÍTICAS DE MP-10 EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO (CHILE)

**Richard Toro A., Manuel A. Leiva G. y Raúl G.E. Morales S.**

*Centro de Química Ambiental, Departamento de Química, Facultad de Ciencias.  
Casilla 653, Universidad de Chile (Chile). <raulgem@uchile.cl>.*

La ciudad de Santiago de Chile concentra el 40% de la población del país con alrededor de seis millones de habitantes y presenta condiciones topográficas y meteorológicas adversas para la dispersión de contaminantes. El principal problema de contaminación atmosférica en la región son los episodios críticos de material particulado MP-10 o situaciones de emergencia ambiental por MP-10, las que se presentan con mayor intensidad y duración entre los meses de Mayo y Julio, periodos en donde se registran niveles de concentración peligrosos para la salud de la población en algunos sectores de la ciudad.

La gestión de la calidad de aire durante los episodios críticos por MP<sub>10</sub> se realiza empleando un índice de calidad de aire para partículas (ICAP) que se construye a partir de un promedio móvil de 24 h, considerando el tiempo de exposición del estándar de calidad de aire propuesto por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). Sin embargo, en las situaciones de emergencia ambiental, la concentración de partículas en tiempo real experimenta máximos agudos entre 8 y 12 h de duración y el promedio móvil de 24 h, por lo general, no sigue el mismo comportamiento y no da una descripción adecuada de la calidad de aire.

En este Trabajo se presenta una evaluación de la aplicabilidad del promedio móvil de 24 h como indicador de calidad de aire en episodios críticos de MP-10 de la ciudad de Santiago (Chile). Los resultados indican un importante desfase temporal entre el promedio móvil de 24 h y la concentración medida en forma horaria, la que representa de mejor forma la cantidad real de MP-10 en la atmósfera. Este desfase impide un diagnóstico temprano de la situación de emergencia. Por otra parte, el promedio móvil de 24 h produce una subestimación de la concentración horaria durante los episodios críticos lo que, junto al desfase temporal, hace muy difícil la implementación efectiva y oportuna de medidas de control de emisiones.

El análisis de la información muestra la necesidad de incluir un nuevo índice de calidad de aire en la legislación que considere un tiempo de exposición menor y, de este modo, permita describir de mejor forma el contenido real de MP-10 de la atmósfera urbana en los episodios críticos y valorar el efecto agudo de las partículas en la salud de la población.

**Palabras clave:** Partículas atmosféricas, Calidad del aire, Santiago de Chile, Contaminación urbana.



## ***Sesión VIII***

# ***PROCESOS EN PROTECCIÓN Y BIORREMEDIACIÓN AMBIENTAL***

*Presidenta: Teresa VASCONCELOS <mtvascon@fc.up.pt>*

*Secretario: Gerardo MORENO <gmoreno@unex.es>*



## RESPOSTA DE UMA PLANTA DE SAPAL (*Juncus maritimus*) A CONTAMINAÇÃO POR COBRE

Ana P. Mucha<sup>1</sup>, C. Marisa R. Almeida<sup>1</sup> E. M. Teresa S. D. Vasconcelos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CIIMAR, Rua dos Bragas, 289, Porto 4050-123 (Portugal). <mtvascon@fc.up.pt>.

<sup>2</sup> Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, Porto 4169-007 (Portugal). \* Tel.: +351 226082870, Fax: +351 226082959.

Os sapais estuarinos actuam muitas vezes como depósitos de contaminantes, incluindo metais. A capacidade que algumas plantas de sapal apresentam de acumular metais aponta para as potencialidades do seu uso em processos de fitorremediação em ambientes estuarinos. Nesta comunicação apresentam-se resultados de um estudo que teve como objectivos: (1) Avaliar, *in situ*, a capacidade da planta de sapal *Juncus maritimus* para acumular Cu; e (2) Avaliar, *in vitro*, a resposta da planta ao aumento da concentração de Cu no meio, em termos quer de acumulação de Cu quer de libertação de ligandos complexantes Cu.

*J. maritimus* foi colhida em Fevereiro numa pequena área de sapal do Estuário do Rio Douro (NO, Portugal) em dois locais: um com sedimento arenoso e outro com sedimento vasoso. Em ambos os locais foram colhidos rizosedimento (sedimento em contacto com as raízes da planta), sedimento (onde não existem plantas) e plantas. Em todas estas amostras foram determinados os níveis de Cu (por espectrofotometria de absorção atómica). Para o objectivo (2) as plantas foram colhidas apenas no local com sedimento vasoso. Após lavagem (para remoção de partículas aderentes) e esterilização das plantas as suas raízes foram imersas em soluções (3 ‰ salinidade e pH 7,5) com diferentes concentrações de Cu, na forma livre  $[Cu(NO_3)_2]$ , entre 0 e 1600 nM, durante 2 h. Nas soluções finais determinaram-se as concentrações de Cu e de ligandos complexantes de Cu, por voltametria catódica de varrimento.

Nos estudos *in situ* observou-se bioacumulação de Cu apenas nas plantas colhidas no local com sedimento arenoso. Neste local, *J. maritimus* foi capaz de bioacumular quantidades significativas de cobre nos seus diferentes tecidos (raízes, rizomas e folhas):  $[M]_{\text{planta}}/[M]_{\text{sedimento}} \approx 10$ . A diferença de bioacumulação de Cu observadas entre os dois locais estará provavelmente mais relacionada com a forma como o Cu se encontrava ligada ao rizosedimento do que com a concentração total de Cu no rizosedimento. Com efeito, a concentração de Cu no rizosedimento arenoso era apenas o dobro da presente no vasoso. No entanto as raízes de *J. maritimus* colhidas neste local continham dez vezes mais Cu que as colhidas no sedimento vasoso. No arenoso o Cu

estava mais fracamente ligado ao sedimento, logo mais disponível, do que no vasoso (informação obtida através de extração sequencial).

Nos estudos *in vitro* observou-se uma acumulação (adsorção e/ou absorção) significativa e acentuada de Cu pela planta quando este metal foi adicionado à solução onde foram imersas as raízes. A quantidade de Cu acumulada aumentou com a concentração inicial do metal na solução. Para a concentração mais elevada (1600 nM) o *J. maritimus* acumulou 72% do Cu adicionado. Estes resultados corroboraram a capacidade de acumulação de Cu por *J. maritimus* observada *in situ*. Por outro lado, observou-se que a planta libertou para a solução quantidades significativas de ligandos complexantes de Cu ( $60 \text{ nmol g}^{-1}_{\text{root}}$ ). Porém, a quantidade de ligandos libertada pela planta foi independente da concentração de Cu presente no meio, indicado que os ligandos não foram libertados como resposta à contaminação por Cu, nem tornaram o metal indisponível para a planta.

Este trabalho mostrou que o *J. maritimus* pode acumular Cu, tendo, por isso, potencialidades para fitoremediação de sedimentos contaminados com este metal, nomeadamente para fitoestabilização, impedindo o cobre de se tornar disponível para outros organismos presentes no sedimento.

**Palavras chave:** Ligandos complexantes de Cu, Cobre, Exudados, *Juncus maritimus*, Sedimentos estuarinos.

## FITOESTABILIZAÇÃO DA ÁREA MINEIRA DO BRAÇAL, SEVER DO VOUGA, PORTUGAL: REALIDADE OU MITO?

Maria Manuela Abreu<sup>1</sup>, Maria Clara Ferreira Magalhães<sup>2</sup>, Carla Anjos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda, Lisboa 1349-017 (Portugal). <manuelaabreu@isa.utl.pt>.

<sup>2</sup> Departamento de Química e CICECO, Universidade de Aveiro, Aveiro (Portugal). <mclara@dq.ua.pt>.

O conhecimento da concentração de metais pesados em solos e plantas contribui para a compreensão do comportamento desses elementos no ambiente, em especial em áreas abrangidas por complexos mineiros abandonados e sujeitas a planos de recuperação para utilização turística. Nestes locais é frequente a ocorrência não só de solos mas também de escomboreiras que possuem teores de metais muito superiores aos permitidos pela legislação. Este estudo foi desenvolvido na área mineira do Braçal (Sever do Vouga, Portugal) correspondente a uma mina de chumbo que cessou a laboração em 1959. Nesta área observam-se várias infraestruturas resultantes da antiga exploração e habitação, bem como de várias escomboreiras de materiais finos e gangas grosseiras. Actualmente a área está bem vegetalizada com espécies arbóreas e arbustivas que aparentemente a estabilizam. Existem também, por parte da autarquia, planos para a construção de um complexo turístico com o objectivo de aproveitar os recursos naturais da área, partindo do princípio de que não haverá qualquer perigo para os potenciais visitantes.

Foram colhidas para este estudo 11 amostras superficiais de solos (0-15 cm de profundidade) e duas amostras da camada orgânica. Das várias plantas identificadas na área da mina foram colhidas amostras de folhas e raminhos de oito espécies: carvalho alvarinho (*Quercus robur*), pinheiro (*Pinus pinaster*), tojo (*Ulex minor*), urze (*Erica arborea*), sanganho (*Cistus psilosepalus*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e de acácia (*Acacia dealbata* e *A. melanoxylon*). A composição química multielementar foi determinada nos solos após digestão ácida e nas plantas após incineração e digestão ácida por ICP e INAA. A fracção disponível de chumbo nos solos foi determinada por ICP após extracção com DTPA.

Num dos pontos de amostragem o teor de chumbo no solo atingiu 9,0 g kg<sup>-1</sup>, sendo a fracção disponível do mesmo metal de 3,9 g kg<sup>-1</sup>. Também as plantas apresentam valores elevados daquele elemento que oscilam entre 19,7 mg kg<sup>-1</sup> no pinheiro e 99,6 mg kg<sup>-1</sup> no sanganho. Através do cálculo do coeficiente de absorção biológica (CAB), que é obtido usando os resultados dos metais disponíveis no solo e das suas concentrações nas plantas e da análise da variância, por aplicação de um teste não paramétrico como

o Kruskal-Wallis aos resultados do CAB verificou-se que o sanganho é, das plantas analisadas, aquela que tem maior capacidade para acumular chumbo na parte aérea. Ao contrário o pinheiro é a planta que menor capacidade revela para translocar este elemento para a parte aérea.

Os resultados obtidos permitem sugerir que a estabilização dos elevados níveis de chumbo da zona pode ser feita através das plantas que mostram ser capazes de se adaptar bem às condições do local sem que manifestem sintomas visíveis de toxicidade. Se por um lado, o sanganho é capaz de retirar o chumbo do solo, minimizando a sua dispersão, por outro o pinheiro, embora não absorva níveis elevados do elemento, é capaz de estabilizar o solo com as suas raízes profundas. Além disso, as outras plantas constituem também uma cobertura eficaz do solo. Porém, as escombeiras, quer de elementos finos quer grosseiros estão sujeitas a forte erosão nas áreas onde constituem taludes de caminhos ou nas vertentes do vale encaixado da ribeira que drena a área, sendo pois fontes importantes de dispersão do chumbo, no qual são ainda ricas. Assim, embora a área esteja em grande parte fitoestabilizada pela vegetação que aí cresce de forma espontânea ou introduzida, consideramos existirem potenciais riscos para a saúde humana associados ao material particulado de solos e escombeiras cujos teores em chumbo estão bastante acima dos valores máximos admitidos para uso humano. Uma intervenção turística na área levará certamente a grandes mobilizações destes materiais e consequente dispersão dos metais no meio. Será esta a melhor forma de intervenção no momento em que a natureza parece estar a cumprir a sua função estabilizadora?

**Palavras chave:** Fitoestabilização; Metais disponíveis; Minas; Chumbo, Portugal.

## MACRÓFITAS ACUÁTICAS: ¿CONTAMINANTES O SOLUCIONES DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS?

**Raúl Arcos Ramos, Carlos González Sánchez, Fernando Rosas Inclán**

*Laboratorio de Contaminación Acuática, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Batalla del 5 de Mayo s/n. Col. Ejército de Oriente, Delegación Iztapalapa. México D. F. 09230 (México). Tel: (55) 56 23 07 76. <biolrar@terra.com.mx>.*

El presente trabajo se realizó en los canales de Xochimilco (México) en ocho diferentes puntos de monitoreo, los cuales se consideraron según el tipo de descargas de aguas residuales en el sistema. Se determinaron las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr, Pb y Zn) en la columna de agua y en tres especies de macrofitas acuáticas: Lirio (*Elchorna crassipies*), elodea (*Egeria densa*) y lentejilla (*Lemna gibba*) con la finalidad de establecer la eficiencia de absorción de cada una de las especies de macrofitas acuáticas.

A pesar de la gran cantidad de estudios realizados en Xochimilco no se han establecido aún alternativas adecuadas para la recuperación de la zona, por lo que la importancia de este estudio radica en que, a través de la utilización de estas macrofitas, se puedan establecer estrategias que coadyuven al restablecimiento de una reserva ecológica, Patrimonio de la Humanidad (UNESCO, 1991). Los métodos se dividieron en: Campo, laboratorio y gabinete. En campo se tomaron muestras tanto de agua como de macrofitas considerando los puntos de monitoreo para su posterior análisis en laboratorio. Los metales pesados en agua se analizaron, tanto en forma disuelta como particulada, por Espectrofotometría de Absorción Atómica (APHA, 1996); las macrofitas acuáticas se analizaron por digestión ácida y Espectrofotometría de Absorción Atómica (APHA, 1996). Los datos se trataron mediante análisis estadísticos univariados, obteniéndose las medias y las desviaciones estándares.

En cuanto al comportamiento por especie se encontró que, de las tres especies de macrofitas estudiadas, la elodea fue la que presentó una mayor absorción de metales pesados, respecto al lirio y al chichicaste, presentando las siguientes concentraciones: 0,023 mg g<sup>-1</sup> de Cd, 0,012 mg g<sup>-1</sup> de Cr y 0,16 mg g<sup>-1</sup> de Pb. Por otra parte, el lirio presentó una mayor bioacumulación de Zn, llegando a concentraciones superiores a 1 mg g<sup>-1</sup>. En cuanto al chichicaste presentó una mayor bioacumulación de Pb, alcanzando un valor 0,135 mg g<sup>-1</sup>, pero su eficiencia disminuyó en cuanto a la absorción del Cd, Cr y Zn. En relación a estos resultados se presenta que la eficiencia de la elodea en la absorción del Cd es del 75%; en cuanto al lirio, tiene una eficiencia del 50% en la absorción del Zn. La eficiencia de las macrofitas

acuáticas en cuanto a la absorción del Pb fue muy baja, presentando un porcentaje del 7%.

En conclusión el poder de bioacumulación de las macrofitas acuáticas está fuertemente influenciado por las condiciones del sistema y los factores externos. El comportamiento de absorción fue muy variable y deben continuarse las evaluaciones de las macrofitas para establecer su potencialidad real como solución o como contaminante de los canales de la zona chinampera de Xochimilco.

**Palabras clave:** Macrofitas Acuáticas, Metales pesados, Xochimilco, México.

# EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE METALES PESADOS EN SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL EBRO TRAS LA APLICACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA

**Fernando Bermúdez**

*Departamento de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca (Ecuador). <fbudcuenca1@hotmail.com>.*

Se evaluó el comportamiento de los metales pesados, provenientes de lodos de depuradora en cuatro suelos representativos del Valle del Ebro, en mezcla y superficie. La investigación se realizó en cuatro suelos representativos de la Cuenca del Ebro (*Cambisol*, *Gipsisol*, *Solonchak Solonetz* y una mezcla *Solonetz/Cambisol*) tras la aplicación de dosis de lodos de depuradora (40, 80, 160, 320 y blanco  $\text{Mg/ha}^{-1}$ ) en mezcla y en la superficie del suelo, en tres campañas consecutivas. Se cultivó cebada, variedad *Holine*, para valorar el mejor uso de los lodos de depuradora en Zaragoza-España. Los lodos residuales contienen entre el 50 y el 80% de MOS de 2 a 6% de N, de 2 a 5% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , y del 0,1 al 0,4% de K. Los microelementos o metales pesados As, B, Cd, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Se y Zn se presentan como cationes intercambiables del complejo de cambio de las arcillas o de la MO, como óxidos o sulfatos libres entrando a formar parte de la cadena alimentaria. La zona de estudio tiene una producción inferior a  $1,50 \text{ Mg/ha}^{-1}$  de cebada, con clima mediterráneo continental y un índice de Turc inferior a 7. Los metales pesados evaluados fueron Pb, Cd, Cr, Ni, Zn y Cu; además se determinaron parámetros químicos, de fertilidad, macroelementos, físicos y biológicos, un total de 25 parámetros. El diseño de la parcela fue el más indicado para este tipo de experimento factorial. Las comparaciones de las medias se realizaron siguiendo el test de Duncan al 5% (tD) o prueba de rango múltiple de Duncan. También se realizaron las correlaciones entre los diferentes parámetros de suelo, metales pesados y vegetación. Las determinaciones del contenido de metales pesados se realizó por espectrometría de emisión de plasma (*JY 98 Inductively Coupled Plasma – ICP*), se encontró que, si bien hay incrementos significativos de acumulación de metales pesados en los suelos, en ningún caso estos sobrepasan los límites admitidos por las normativas vigentes. Por tanto, estos lodos podrían ser utilizados en la agricultura en dosis no superiores a  $80 \text{ Mg/ha}^{-1}$  y con las debidas precauciones ambientales. El porcentaje de acumulación de metales pesados en el suelo tratado frente al blanco no superó el 6% de su contenido inicial en el lodo en ninguno de los suelos. El *Cambisol* presentó el mayor porcentaje de concentración de Cr, Pb y Cu y el *Solonetz* de Ni y Zn. La menor concentración de todos los metales pesados se registró en el *Gipsisol* lo que concuerda con su menor capacidad de intercambio catiónico. En el *Gipsisol* las concentraciones de

metales pesados fueron hasta un 50% menores que en el *Solonchak*, *Solonetz/Cambisol* y *Solonetz* y alrededor del 40% de lo que se acumula el *Cambisol*. Esta diferencia permite un rango más amplio para la aplicación de dosis de lodos en función del tipo de suelo, sin por ello descuidar el grado de contaminación potencial del lodo a aplicar. En todos los suelos los factores que influyen en la variabilidad de la concentración de los metales pesados son: MO, el pH y la arcilla. El carbonato total no fue significativo en relación con los metales pesados. Al existir una relación directamente proporcional entre la MOS y los metales pesados implica que el incremento de la MOS al adicionar los lodos presenta una mayor concentración de metales pesados. El pH se relaciona con los metales pesados de forma inversa; al disminuir el pH la concentración de todos los metales pesados se incrementa notablemente en todos los suelos. Al considerar los suelos en conjunto las relaciones entre la arcilla y los metales pesados fueron directamente proporcionales y significativas; sin embargo, para cada uno de los suelo se observó un cambio en la tendencia y las relaciones se hacen inversas. Al añadir a la arcilla la fracción de limo fino las relaciones se hacen positivas aunque no significativas. La explicación de estas complejas relaciones entre la arcilla y los metales pesados y su carácter diferencial según los suelos requiere profundizar investigaciones en aspectos mineralógicos (filosilicatos y fracciones granulométricas).

**Palabras clave:** Metales pesados, Lodos de depuradora, Contaminación de suelos, España.

## ESTUDO DA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL POR MODIFICAÇÃO DA DIETA ANIMAL

M. A. Castelo Branco<sup>1</sup>, O. Moreira<sup>2</sup>, S. A. Sousa<sup>3</sup>, F. Calouro<sup>4</sup>,  
M. P. Fareleira<sup>1</sup>, A. Domingues, A. S. Araújo<sup>1</sup>, F. Pereira Pires<sup>1</sup>,  
A. Guerreiro<sup>1</sup> y O. R. Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, Av. da República, Oeiras 2784-505 (Portugal). Tel. 214403500, Fax. 214416011. <melita@mail.telepac.pt>.

<sup>2</sup> Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, Vale de Santarém 2005-048 (Portugal). Tel. 243767320, Fax 243767307. <nutrição.ezn@mail.telepac.pt>.

<sup>3</sup> Environmental Technologies Centre-ISQ. TagusPark, Apartado 012, CTT Porto Salvo, Porto Salvo 2780-994 (Portugal). <sasousa@isq.pt>.

<sup>4</sup> Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda Ap. 3228, Lisboa 1301-903. Tel. 213617740, Fax. 213636460. <lqars@mail.telepac.pt>.

A utilização dos dejectos de suínos em áreas agrícolas pode constituir um processo de incorporação nos solos de quantidades apreciáveis de nutrientes. Contudo os benefícios em termos de valor fertilizante podem ser desvalorizados pelos efeitos negativos em termos de deterioração da qualidade do ar (emissões gasosas), do solo e da água, devido à elevada salinidade dos chorumes assim como pela presença abundante de azoto amoniacal, fósforo, cobre e zinco. Portugal produz em média cerca de  $2 \times 10^7 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  de chorumes dos quais,  $10^7 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  são produzidos na região de Lisboa e Vale do Tejo em explorações fechadas e intensivas e que não dispõem de áreas agrícolas associadas suficientes para reciclar os resíduos gerados.

Este trabalho insere-se num projecto em curso, e que tem como objectivo manipular a dieta animal de modo a aumentar a eficiência digestiva e reduzir a carga poluente ambiental, sem prejuízo da qualidade do produto para o consumidor. Os chorumes foram obtidos de porcos em crescimento da raça *Large White* x *Land Race* (35-90 kg) alimentados com três tipos de dieta: a **T** com 18 % de proteína bruta e fosfato bicálcico; a **N** com 15 % de proteína bruta, aminoácidos essenciais e fosfato bicálcico; e a **P** com 18% de proteína bruta e fosfato monocálcico. Analisaram-se quimicamente os chorumes produzidos, quantificando-se as retenções e digestibilidade dos diferentes nutrientes pelos animais.

Numa área de solo constituída por dois tipos de solo, um *Fluvisso* e um *Calcissolo háplico*, instalou-se um ensaio, em blocos completos casualizados com três repetições e quatro níveis de chorume de cada uma das dietas (0, 42,5, 85 e  $170 \text{ kg ha}^{-1}$  de N total) sendo a dose mais elevada correspondente ao teor máximo que a Legislação Portuguesa permite que seja introduzido no solo. Utilizou-se como planta teste o *Sorgum Bicolor* X *Sudanense cultivar Rocket*. Neste ensaio foram quantificadas as emissões gasosas dos chorumes nas seguintes situações, antes do espalhamento (situação

inicial), 15 min e 4 h após o espalhamento, 12 h após o espalhamento (registro noturno), 15 min e 4 h após a incorporação no solo (nesse dia as temperaturas registradas foram elevadas). Monotorizaram-se os lixiviados recolhendo-se as águas escoadas para dentro de lisímetros cilíndricos (30 x 25 cm<sup>2</sup>) colocados a 40 cm de profundidade. Pesquisaram-se, como indicadores de contaminação fecal nos solos, bactérias coliformes e estreptococos fecais.

Os resultados preliminares indicam que os animais alimentados com a dieta **N** apresentaram uma redução da excreção de amônia aos 90 kg, indicador do aumento da eficiência de utilização do azoto ingerido. As emissões de amoníaco e de dióxido de carbono menos elevadas verificaram-se nas áreas em que se aplicou chorumes provenientes dos animais que ingeriram a dieta **N**. Os níveis de nitratos lixiviados foram superiores nas modalidades onde se aplicaram os chorumes com as doses mais elevadas de azoto (170 kg ha<sup>-1</sup>). A maior concentração de nitratos observou-se na modalidade **P** seguindo-se a **N** e por último a **T**. Quaisquer dos três chorumes provocaram no solo um aumento significativo dos níveis populacionais de bactérias coliformes, particularmente de *E. coli*. Estas populações ao longo do tempo, aproximaram-se dos níveis observados no solo não tratado. Entre os diversos tratamentos, não se observaram diferenças significativas nos níveis de enterococos.

**Palavras chave:** Dieta, Chorumes, Ambiente.

## UTILIZACIÓN DE ALPERUJO Y AZUFRE COMO ENMIENDAS DE SUELOS CONTAMINADOS: EFECTOS SOBRE EL pH Y DISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS

**Carlos de la Fuente, Rafael Clemente y M. Pilar Bernal**

*Departamento de Conservación de Suelos y Aguas y Manejo de Residuos Orgánicos.  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC. Campus Universitario de  
Espinardo, Apartado 164, Espinardo, Murcia 30100 (España). <rn010@cebas.csic.es>.*

Las técnicas biológicas de recuperación de suelos contaminados que incluyen el uso de plantas (fitorremediación) utilizan con frecuencia enmiendas del suelo para mejorar sus propiedades físico-químicas y, por tanto, una mejora en el establecimiento y supervivencia de la vegetación. El acondicionamiento químico mediante la adición de materia orgánica altera directamente las condiciones químicas del suelo, como pH y condiciones redox, afectando todo ello a la biodisponibilidad de los metales pesados. Uno de los residuos agroalimentarios que puede utilizarse como enmienda orgánica es el alperujo, procedente de la industria extractiva del aceite de oliva. El carácter ácido de éste residuo puede incrementar la biodisponibilidad de ciertos metales pesados en el suelo.

En el presente trabajo se pretende diferenciar los efectos en la solubilidad de metales asociados a la materia orgánica presente en el alperujo, de los efectos colaterales que producen en el suelo, como son los cambios de pH.

Para este trabajo, se utilizó un suelo contaminado por metales pesados de origen minero. El suelo es calizo (15%  $\text{CaCO}_3$ ) con 0,63 % de MOS y unas concentraciones totales de metales ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de: 112000 Fe, 5000 Mn, 2058 Zn, 2947 Pb, 24,1 Ni, 29,6 Cu y 3 Cd. Se realizaron incubaciones aerobias del suelo con los siguientes tratamientos: Control sin enmienda, alperujo (incrementando en un 1% el COS) y tres tratamientos de S elemental ( $\text{g kg}^{-1}$ ): 3,14 (dosis S1); 4,71 (dosis S2) y 6,28 (dosis S3), correspondientes en cada caso al 100%, 150% y 200% de la cantidad teórica para disminuir el pH en 0,5 unidades, según su capacidad tamponante. Durante dos meses se determinó semanalmente el pH y la cantidad de  $\text{CO}_2$  desprendido. Se estudió el fraccionamiento de los metales pesados mediante extracción secuencial en los días 2 y 56.

La evolución del pH en el suelo no presentó diferencias significativas entre el control y el tratamiento con alperujo debido a su alta capacidad tampón. En las incubaciones con S la dosis S3 alcanzó la disminución de pH buscada (0,5 unidades de pH respecto al control). El proceso de mineralización del alperujo, determinado mediante la emisión de  $\text{CO}_2$ , determinó un valor medio de 14,8% de C orgánico mineralizado en 56 días. El desprendimiento de  $\text{CO}_2$  en las incubaciones del suelo con S aumentó a partir de

21 días de incubación, coincidiendo con el descenso más acusado en el pH, lo que demuestra la parcial destrucción de carbonatos debido a la acidificación que provoca la oxidación del S a sulfatos. Los resultados más relevantes respecto a metales pesados se observaron a los dos días de incubación en el tratamiento con alperujo, siendo la concentración de Mn en el control 500 veces menor al suelo con alperujo (0,1 y 48 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente). En los tratamientos con S elemental los factores tiempo, dosis de S y el efecto combinado de ambos factores no tuvieron efectos significativos con el suelo control.

De acuerdo con los resultados se puede concluir que la disminución de pH en el suelo calizo (0,5 unidades) no altera la solubilidad y fraccionamiento de metales en el suelo. Sin embargo, la adición de alperujo incrementa la solubilidad de Mn, que no puede asociarse a un cambio de pH.

**Palabras clave:** Alperujo, Azufre elemental, Metales pesados, Mineralización de C, Extracción secuencial.

# UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA OBTENCIÓN DE AZÚCAR EN LA CORRECCIÓN DE LA CLOROSIS FÉRRICA DE PLANTAS

A. de Santiago y A. Delgado

Dpto. de Cc. Agroforestales. E.U.I.T.A., Univ. Sevilla, Ctra Utrera km. 1, Sevilla 41013 (España). <ana\_de\_santiago@hotmail.com>.

La clorosis férrica en suelos calcáreos representa uno de los problemas nutricionales más graves para los cultivos en el ámbito mediterráneo. Esta deficiencia es consecuencia del efecto que distintos factores edáficos tienen sobre la absorción y distribución del Fe por la planta. La corrección de este problema puede condicionar la viabilidad económica de cultivos sensibles: El uso de quelatos de Fe resulta eficaz, pero son caros. El sulfato ferroso, tradicionalmente usado en la corrección del problema, no resulta eficaz. Otra sal de Fe, la vivianita (fosfato férrico), se ha mostrado eficaz y económica para la corrección de la clorosis férrica en frutales y cultivos herbáceos.

El objetivo principal de este ensayo fue estudiar el efecto de la aplicación combinada de sales de Fe y vinazas de azucarera en la corrección de la clorosis férrica. Para ello se utilizó un cultivo indicador de elevada sensibilidad, el altramuz blanco (*Lupinus albus*.L.). Se cultivó en arena caliza (simulando suelo calcáreo para inducir la clorosis férrica) bajo condiciones controladas. A esta arena se aportó: (i) fuente de Fe (sin Fe, sulfato ferroso, vivianita, y quelato en forma de EDDHA-Fe); y (ii) aplicación de vinazas dializadas. Sobre estos tratamientos se llevaron a cabo dos cultivos sucesivos de la especie indicadora sobre el mismo material y realizando en cada caso un seguimiento tanto del número de hojas como de la clorofila. También se estudió la producción de materia seca y el contenido de Fe en la planta.

Los resultados obtenidos en este trabajo pusieron de manifiesto que la vivianita es claramente superior a la aplicación del sulfato ferroso para evitar clorosis férrica en el altramuz; y además aplicada junto con 0,4 g kg<sup>-1</sup> de C orgánico en forma de vinazas dializadas también previene la clorosis férrica en altramuz tan eficazmente como el quelato y con un efecto residual mucho mayor. La eficacia de la disponibilidad del Fe puede estar asociado a la cristalización de los óxidos de Fe que se forman a partir de las fuentes de hierro.

**Palabras clave:** Clorosis férrica, Sulfato ferroso, Vivianita, Quelatos, Vinazas.

## LOS PAÑALES DESECHABLES USADOS: DE UN RESIDUO URBANO A UN RECURSO POTENCIAL

Rosa M. Espinosa-Valdemar<sup>1</sup>, Irma Delfín-Alcalá<sup>1,2</sup>,  
Sylvie Turpin-Marion<sup>1</sup>, Margarita Juárez-Nájera<sup>1</sup> y Adriana Cisneros-Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. Sn. Pablo 180, Col. Reynosa, México D.F. 02200 (México).

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, México.  
<rmev@correo.azc.uam.mx> y <stm@correo.azc.uam.mx>.

En México, los pañales desechables usados representan, en promedio, 6% del total de los residuos sólidos que se generan en las zonas urbanas y, sin ser sometidos a ningún tratamiento, son depositados en rellenos sanitarios. Los componentes de este residuo son no biodegradables (polietileno, poliestireno, poliacrilato) o, como la celulosa, de muy lenta degradación en ambientes naturales. Debido a su composición y a la forma en que se les “envuelve” al desecharlos, los pañales usados permanecen casi inalterados, durante varios años, en los rellenos sanitarios.

La Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana ha buscado solucionar ese problema desde 1992, en que inició una línea de investigación cuyo objetivo es proponer y ensayar opciones de tratamiento para reducir el volumen de los residuos de pañal desechable.

Entre las técnicas que se han ensayado la alternativa más interesante porque convierte al residuo en un recurso bajo la forma de un alimento con alto contenido proteínico, es someter el pañal desechable a un proceso de biodegradación. Se acondiciona el residuo de manera que sirva como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, que es un hongo con actividad celolítica y pocos requerimientos para su cultivo. A lo largo de más de 10 años se ha ensayado con dos métodos de cultivo y diferentes formas de acondicionamiento del pañal. Los resultados obtenidos han sido la reducción de 58 a 90 % del volumen del residuo y una eficiencia biológica de 14 a 34 %.

Otras alternativas de tratamiento ensayadas han consistido en hacer mezclas de pañales desechados con diversos residuos urbanos y someterlos a composteo: Aerobio en pilas al aire libre, anaerobio en reactor agitado y mediante vermicomposteo, que han dado como resultado la producción de composta de buena calidad y la reducción de 70 % del volumen en 90, 28 y 40 días respectivamente.

También se ha probado mejorar la capacidad de retención de un suelo intercalando una capa de pañal (cortado en fragmentos) entre dos capas de suelo con bajo contenido de humedad. El resultado ha sido un incremento en el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas utilizadas como variable de respuesta.

**Palabras clave:** Pañales desechables, Biodegradación, Residuos sólidos, Composteo.

## ADSORCIÓN DE DIURÓN EN SUELOS ENMENDADOS CON VERMICOMPOSTS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

**Jesús Dionisio Fernández-Bayo, Rogelio Nogales y Esperanza Romero**

*Departamento de Agroecología y Protección Vegetal, Estación Experimental del Zaidín, C.S.I.C., C/Profesor Albareda 1, Granada 18008, (España). <rnogales@eez.csic.es>.*

La contaminación de suelos por herbicidas supone un grave problema ambiental. El mayor riesgo es debido a su transporte a las aguas subterráneas y superficiales y a su toxicidad para plantas y animales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de adsorción que tienen los vermicomposts, obtenidos a partir de residuos agroindustriales oleícolas (alperujo) y vitivinícolas (orujo agotado, lodos de vinaza y sarmientos), cuando se aplican como enmendantes orgánicos de suelos agrícolas. Este proceso de adsorción se estudió en dos suelos de textura franco arenosa y franco arcillo-limosa con valores de carbono orgánico total de 0.36 % y 0.93 %, respectivamente. Se realizaron isotermas de adsorción con el formulado comercial del herbicida Diurón, *Diurokey®*, en muestras de los suelos sin enmendar, después de realizar una enmienda al 10% y transcurridas seis semanas desde que se realizó la enmienda bajo condiciones de incubación a temperatura y humedad controlada.

Los resultados pusieron de manifiesto un incremento de la capacidad de adsorción de los suelos dependiente del tipo de vermicompost aplicado que se reflejó en un incremento de los valores de la constante de partición entre 2.5 y 5 veces para el suelo franco arenoso y entre 2 y 3.5 veces para el suelo franco arcillo-limoso. El tiempo de incubación en los suelos enmendados provocó una nueva modificación de los valores de las constantes de partición. No obstante, los valores de C orgánico total determinados antes y después de la incubación del suelo enmendado mostraron diferencias poco significativas, por lo que es de esperar que esas modificaciones estén relacionadas con cambios cualitativos de dicho C orgánico.

**Palabras clave:** Diurón, Suelo, Adsorción, Vermicomposts, Residuos Agroindustriales.

## UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA PODA DE LA VID PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN VEGETAL

**C. Fernández-González\*, F. Parra-Rodríguez, G. Hidalgo-Guisado,  
M. Olivares-Marín y V. Gómez-Serrano**

*Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Avd. Elvas s/n, Badajoz 06071 (España). <mcfernan@unex.es>.*

Se ha llevado a cabo la caracterización químico-física de los sarmientos de la vid (principal residuo agrícola que se genera en las tareas de adecuación necesaria realizadas anualmente al viñedo), así como la preparación, a diferentes temperaturas de pirolisis, de carbón vegetal (producto sólido, frágil y poco poroso de elevado poder calorífico), procediendo posteriormente a su caracterización textural y químico superficial con miras a la utilización de dicho carbón como producto intermedio en la preparación de carbón activado.

Los sarmientos de la vid (SV) utilizados como materia prima provienen de un cultivo situado en la zona de Tierra de Barros (provincia de Badajoz, España). Los SV fueron sometidos a una serie de operaciones de adecuación hasta un tamaño de partícula <1mm. Mediante un método termogravimétrico se llevó a cabo el análisis inmediato de los sarmientos.

Los datos obtenidos (humedad, 8,29 %; materia volátil, 83,73 %; C fijo, 13,52 %; cenizas: 2,75 %) ponen de manifiesto que este material lignocelulósico posee un contenido relativamente elevado de humedad, un contenido mucho más alto de materia volátil, un bajo contenido en C fijo y un contenido mucho menor de cenizas. Esto último es interesante para una posterior posible preparación de carbón activado.

Con el fin de tener una idea aproximada del rendimiento del proceso de pirolisis de SV en función de la temperatura, se registraron las curvas TG y DTG del material lignocelulósico. Dichas curvas mostraron la existencia de varios efectos de pérdidas de masa en todo el intervalo de temperaturas. La mayor pérdida de masa se produce entre 200-400 °C. El espectro FT-IR que se ha registrado para SV muestra la presencia de un gran número de bandas y hombros. A la vista del espectro se puede deducir que en los grupos atómicos y las estructuras que son más abundantes en SV son los enlaces O-H, C=O, C-H y C-O. Para realizar la pirolisis, 10 g de SV fueron colocados en un reactor de acero calentado en un horno cilíndrico vertical con las siguientes condiciones de operación: caudal de N<sub>2</sub> = 80 mL min<sup>-1</sup>, velocidad de calentamiento 10 °C min<sup>-1</sup> y tiempo de tratamiento isotérmico a la máxima temperatura (200-900 °C) 2 h. La caracterización textural de las muestras se llevó a cabo por adsorción de N<sub>2</sub> a -196 °C, medida de densidades por desplazamiento de Hg y He, y espectroscopía FT-IR. El rendimiento del proceso de carbonización de SV disminuyó con el aumento de la temperatura, sobre

todo a las temperaturas intermedias. Los espectros FT-IR registrados para los productos carbonizados mostraron una serie de cambios muy significativos en la posición y la intensidad de las bandas. Conforme aumentó la temperatura disminuyó el número de grupos funcionales y estructuras atómicas presentes en los carbonizados. Los datos texturales para estos carbonizados indicaron que son sólidos que poseen un escaso desarrollo superficial y de porosidad. Los valores de  $S_{\text{BET}}$ ,  $V_{\text{mi}}$  y  $V_{\text{me}}$  fueron muy bajos para todos los carbones. Sólo en el caso de las dos muestras preparadas a las temperaturas intermedias dichos valores fueron algo más altos. Es de resaltar el hecho de que los volúmenes de macroporos fueron bastante elevados para todos los carbonizados. Debido sobre todo al desarrollo de la macroporosidad el valor de  $V_{\text{T}}$  es superior a  $0,40 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  para todos los productos.

En resumen, a partir de SV es posible preparar carbón vegetal con un rendimiento y estructura química que dependen de la temperatura de carbonización. Los productos carbonizados son sólidos esencialmente macroporosos.

**Palabras clave:** Sarmientos de vid, Carbonización, Estructura química, Porosidad.

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE CINZA DE BIOMASSA FLORESTAL NA DINÂMICA DO N E NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO DE UMA PLANTAÇÃO DE *PINUS PINASTER* DE PORTUGAL

M. X. Gómez-Rey, E. Vasconcelos y M. Madeira

*Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente y Departamento de Química Agrícola e Ambiental, Tapada de Ajuda, Lisboa 1349-017 (Portugal). Tel: +351213653264, Fax: +351213635031. <mxgomez@isa.utl.pt>.*

Estudou-se, através de incubação aeróbia em laboratório, o efeito da aplicação de diferentes doses e formas de cinza de biomassa florestal nas características químicas e na actividade microbiana da camada superficial (0-20 cm) de um *Arenossolo* de um povoamento de *Pinus pinaster* Ait..

As doses de cinza aplicadas foram de 0, 2, 4, e 8 g kg<sup>-1</sup> solo, sob forma pulverulenta ou granulada, e na presença ou ausência de aplicação de N. As incubações foram realizadas em laboratório, em condições aeróbias, durante 24 semanas e à temperatura de 25°C. O pH, a produção líquida de N mineral (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), a quantidade de C e N microbiano e a respiração basal do solo foram determinados periodicamente. Além disso, no final do período de incubação foram também avaliadas as características químicas do solo.

A aplicação de cinza pulverulenta aumentou rápida e significativamente os valores de pH e os teores de bases de troca e de P e K extraíveis do solo. A amonificação líquida foi menor na presença de cinza pulverulenta quando aplicada isoladamente (-2,5 a 3,6 mg kg<sup>-1</sup>) do que no controlo (23,6 mg kg<sup>-1</sup>), observando-se valores negativos quando aplicada com N (-30,4 a -48,4 mg kg<sup>-1</sup>). A nitrificação líquida foi estimulada com a aplicação de cinza (5,2-25,0 mg kg<sup>-1</sup> vs -1,0 mg kg<sup>-1</sup> no controlo) e ainda mais na presença de N (32,2-59,2 mg kg<sup>-1</sup>). Os efeitos observados foram tanto mais intensos quanto maior a dose de cinza aplicada e, além disso, mais acentuados na presença de N. Ao fim de 30 dias de incubação as quantidades de C na biomassa microbiana nos solos com cinza pulverulenta foram 5 vezes superiores às do controlo. A respiração basal só foi claramente estimulada pela cinza pulverulenta na fase inicial da incubação (4 dias), tendo os valores sido o dobro do controlo. A cinza aplicada sob forma granulada não produziu um efeito tão acentuado nas características do solo, nem na elevação da alcalinidade. A sua aplicação diminuiu ligeiramente as taxas de amonificação (5,5-6,5 mg kg<sup>-1</sup>), verificando-se também valores negativos na presença de N (-26,7 a -38,5 a mg kg<sup>-1</sup>). A taxa de nitrificação líquida, tal como observado para o controlo (-1,0 mg kg<sup>-1</sup>) também apresentou valores negativos (-0,3 a -1,0 a mg N-NO<sub>3</sub> kg<sup>-1</sup>). De modo semelhante ao observado para a cinza pulverulenta, a actividade biológica resultou estimulada pela aplicação de cinza

granulada, observando-se valores superiores de respiração basal (cerca de 5 a 7 vezes) e de C mic (cerca de 4 vezes), após 30 dias de incubação.

A aplicação de cinza sob forma pulverulenta produziu um rápido acréscimo nos teores de nutrientes (Ca, P, Mg e K) disponíveis no solo e estimulou a nitrificação. A cinza granulada, não obstante ter tido um efeito positivo na disponibilidade de nutrientes, não estimulou a produção de N mineral. Em sistemas como o estudado a aplicação de cinza sob forma granulada deveria ser acompanhada de quantidades apreciáveis de N para aumentar a disponibilidade do mesmo no solo.

**Palavras chave:** Cinza pulverulenta, Cinza granulada, Mineralização de N, Biomassa microbiana, Respiração basal.

## VALORACIÓN DE RESIDUOS DE INDUSTRIAS APÍCOLAS PARA SU UTILIZACIÓN COMO FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN LENTA

**M. A. Gómez Sánchez, M. I. González Hernández y M. R. Morales Corts**

*Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Filiberto Villalobos, 119. Salamanca 37007 (España). <geles@usal.es>.*

Se denomina con el nombre de “carozos” al residuo procedente de la extracción de cera de la industria apícola. Este residuo está compuesto principalmente por sustancias orgánicas procedentes de larvas y mudas de las polillas que atacan a la colmena, larvas y mudas de las propias abejas, una pequeña cantidad de cera no extraída y una porción importante de polen. Se puede considerar a los carozos como un bioproducto no aprovechado en la actualidad, a pesar de que España es el país europeo con mayor número de colmenas. La producción de cera en nuestro país se sitúa en unos 2,0 Gg anuales.

El objetivo de este trabajo es determinar las condiciones más adecuadas para el uso agronómico de los carozos y analizar, desde el punto de vista físico y químico, la composición y características específicas de este residuo.

En primer lugar se ha procedido a la recogida de los carozos que fueron sometidos a un compostaje natural durante 6 meses. A continuación fueron picados con el fin de homogeneizarlos. Para alcanzar una estructura que posibilitara la liberación gradual de los nutrientes se realizaron pruebas de granulación empleando carozos mezclados con distintas proporciones de los siguientes materiales: Escayola, yeso y superfosfato cálcico. Para ello, se introdujeron las mezclas en un tambor rotatorio, siendo necesario, para que dicha granulación prosperase, la aplicación de humedad y calor durante el proceso de rotación. Se llevaron a cabo 12 pruebas obteniéndose resultados positivos en 7 de ellas.

En segundo lugar se ha procedido a analizar tanto el carozo como estos siete granulados. Los parámetros que deben valorarse en materiales que van a ser utilizados como fertilizantes han sido regulados según el Real Decreto 824/2005 de la normativa española.

Así se han realizado las siguientes determinaciones: Humedad (%), C orgánico (%), materia seca (%), pH, CE ( $\text{d Sm}^{-1}$ ), CIC ( $\text{cmol kg}^{-1}$ ), relación C/N, N total (LECO) (%), C total (LECO) (%), S (LECO) (%), P total (%) y asimilable ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ), K total, (%), asimilable (%) y de cambio ( $\text{cmol kg}^{-1}$ ), B asimilable ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Fe total (%), Cu total (%), Zn (%) y Mn (%).

Entre los resultados obtenidos cabe destacar que el porcentaje de humedad de los carozos es del 15,3 %, mientras que el de los granulados se sitúa en torno a un 4 %. Respecto al contenido en materia orgánica (obtenida por

calcinación y diferencia de peso) los carozos tienen una proporción muy elevada (más del 75 %) y los granulados presentan un contenido sensiblemente menor. El pH es ácido en todos los casos oscilando entre 4,9 en los carozos y en torno a 3,0 en los granulados con superfosfato. La CE presenta unos valores que se sitúan entre 8,9 y 15,3 dSm<sup>-1</sup>. En cuanto a la CIC todas las muestras tienen una capacidad de intercambio elevada, entre 26 y 52 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

Los valores obtenidos de contenido en minerales son adecuados para la utilización de este bioproducto como fertilizante.

**Palabras clave:** Carozo, Biofertilizante, Granulado.

**ESTUDIO DE LA PLANTA DE NOPAL *Opuntia ficus indica*  
EN LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO,  
CADMIO, CROMO Y ARSÉNICO EN EL ESTADO DE TLAXCALA (MÉXICO)**

**José Antonio Guevara García\*, Marina Netzhual Nava,  
Fanny Pérez Pérez, Alfonso Domínguez Morales,  
Virginia Montiel Corona y Ana Line Vazquez Larios**

*Laboratorio de Investigación en Bioinorgánica y Biorremediación (LIByB). Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Carr. a Apizaquito s/n, Apizaco, Tlaxcala (México). <jguevara@ingenieria.uatx.mx>.*

En el Estado de Tlaxcala, es posible la agricultura mecanizada en más de la mitad de su superficie total, con cultivos anuales y permanentes. Sin embargo, uno de los factores que han limitado el desarrollo de este Estado es la contaminación del efluente principal: el río Zahuapan. Entre las industrias que descargan metales pesados en los suelos y ríos se cuentan las agroquímicas, las de textiles, las acereras y las de acumuladores.

Nuestro objetivo es desarrollar metodologías para monitorear los niveles de contaminación en los suelos y cultivos que crecen en las riveras del río Zahuapan o que son regadas con estas aguas, además de estudiar procedimientos de biorremediación. Una de las plantas que se ha escogido para estos fines es el nopal, ya que es una especie vegetal de gran abundancia y adaptabilidad, que puede proporcionar información acerca de la afectación por iones metálicos pesados en los cultivos. Además, al ser una planta suculenta, es posible que acumule una cantidad importante de iones metálicos tóxicos, existiendo un gran potencial de regeneración del suelo con su uso.

Se implementó la siembra de la planta de nopal *Opuntia ficus indica* en bolsas de vivero, en condiciones controladas dentro de un túnel para vivero. Una parte de las plantas se regó con agua de diferentes partes del río Zahuapan y el resto se regó con soluciones de concentración conocida de Hg, Cd, Pb, Cr, As, y Fe. El riego duró cuatro semanas, vertiendo un litro en cada planta cada 3 días utilizando 3 plantas por solución metálica o por tipo de agua del río. De cada planta se tomaron muestras del centro de la raqueta más cercana al sustrato. Las muestras de agua se analizaron de acuerdo al método 200.7 de USEPA, mientras que para las plantas y el sustrato se utilizó el método 6010 de USEPA. Los extractos digestados fueron analizados para determinar el contenido de metales con un equipo de ICP-OES Perkin-Elmer, modelo Optima 2000 DV.

La concentración de metales pesados en el agua de río no rebasó el límite máximo permitido para riego agrícola, con excepción del As, donde el límite máximo es 0,4 mg L<sup>-1</sup> y el valor encontrado fue de 104 mg L<sup>-1</sup>, existiendo una correlación entre las concentraciones de As en el agua de riego y en la

planta de nopal (coeficiente de correlación 0,924); por tanto la planta de nopal es capaz de acumular As. Con respecto al riego controlado el análisis de varianza indicó que la planta acumula Cr ( $p = 0,002$ ) y Cd ( $p = 0,039$ ) a cualquier concentración de estos metales en el agua de riego. Acumula Pb a partir de una concentración de  $0,25 \text{ mg mL}^{-1}$  y no se observa acumulación significativa de Zn ( $p = 0,065$ ) y Fe ( $p = 0,34$ ), aunque los niveles basales de estos metales en la planta son importantes.

Se concluyó que la planta de nopal tiene un potencial para ser utilizada en la biorremediación de suelos contaminados por As, Pb, Cd y Cr, siendo necesarios estudios adicionales para establecer las mejores condiciones experimentales y determinar las concentraciones de saturación que pueden alcanzar estos metales.

**Palabras clave:** Nopal, Biorremediación, Cromo, Cadmio, Plomo, Arsénico.

## MOVILIZACIÓN DE METALES EN SUELOS INDUCIDA POR LA PRESENCIA DE TENSIOACTIVOS

**M. C. Hernández Soriano, M. D. Mingorance y A. Peña**

*Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental, Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Profesor Albareda 1, Granada 18008 (España). Tlf: 34958181600, Fax: 34958129600. <carmenhs@eez.csic.es> y <mariadolores.mingorance@eez.csic.es>.*

La aplicación de tensioactivos para remediar suelos contaminados por compuestos orgánicos es muy eficiente y práctica. Estos compuestos poseen grupos polares y apolares que les permite interaccionar con sustancias de diversa naturaleza presentes en el suelo pudiendo absorber tanto compuestos iónicos como no iónicos. La presencia de tensioactivos en la solución del suelo puede dar como resultado la desorción del metal de la fase sólida del suelo en formas más solubles en agua incrementando la concentración de metal en la solución del suelo y, consecuentemente aumenta su movilidad hacia otros compartimentos medioambientales.

El objetivo de este trabajo es evaluar, usando un suelo contaminado, la capacidad de tensioactivos comerciales (*HDTMA*, *TDTMA*, *Aerosol 22*, *Tween 80*, *Triton X-100*, *Glucopon 600* y *SDS*) y dos coadyuvantes de uso agrícola (*Biopower* y *Etaldina*), sobre la disponibilidad de metales pesados en suelos tales como Cd, Cu, Pb y Zn, que son considerados contaminantes peligrosos y están incluidos en la lista de los prioritarios.

La capacidad de solubilización de estos compuestos se llevó a cabo mediante ensayos de desorción con soluciones de concentraciones crecientes y con extracciones consecutivas. El porcentaje de metal extraído (%) se calculó comparando el contenido disponible-EDTA que se considera como fracción de metal disponible para ser movilizada/lixiviada. Los tensioactivos catiónicos y no iónicos no muestran capacidad de movilización de los metales retenidos en el suelo incluso a concentraciones muy superiores a la concentración micelar crítica. Los compuestos de naturaleza aniónica (*A22* y *BP*) son capaces de extraer del 50-90 % de Cd, Cu y Zn, mientras que el Pb permanece retenido. La movilidad de estos metales es similar y puede atribuirse a intercambios iónicos con las moléculas de tensioactivos debido a la isoterma de desorción que rige este proceso. El pH de la solución de tensioactivo condiciona la solubilidad de los metales, excepto para el Pb, encontrándose una desorción moderada a pH 4-5 y mientras que entre 8-9 la desorción se triplica. Después de cuatro extracciones consecutivas el BP no extrae más del 50 % de Zn y Cu y en general extrae la misma cantidad en cada una de las etapas, mientras que el A22 moviliza entre el 75-90 % de Cd, Cu y Zn, disminuyendo su capacidad de desorción al aumentar el número de etapas de extracción. La presencia de tensioactivos en el suelo como consecuencia

de medidas de remediación de compuestos orgánicos o de otras aplicaciones podría movilizar Cd, Cu y Zn retenidos en el suelo ocasionando un riesgo de contaminación de otros compartimentos ambientales, en especial la capa freática. La capacidad de desorción de estos agentes químicos depende de su naturaleza, del pH de la solución y de la forma química en que se encuentre el metal en el suelo.

**Palabras clave:** Tensioactivos, Metales, Movilización, Desorción, Suelos.

**EFFECTO EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO  
DE LA ASOCIACIÓN DE PINO OREGÓN (*Pseudotsuga menziesii*)  
Y AROMO AUSTRALIANO (*ACACIA MELANOXYLON*)  
RESPECTO A PLANTACIONES PURAS DE AMBAS ESPECIES  
EN EL SUR DE CHILE**

**Verónica Loewe Muñoz y Marta González Ortega**

*Instituto Forestal, Huérfanos 554. Santiago (Chile). <vloewe@infor.cl> y  
<mgonzalez@infor.cl>.*

El sector agrícola Chileno ha sido afectado por una crisis importante, que puede superarse con innovaciones productivas. Una de estas innovaciones es la producción de madera de alto valor que puede producirse bajo diversos esquemas y diseños productivos.

Por otra parte un sector forestal más sostenible y rentable, con mayor biodiversidad y estabilidad de los sistemas, puede basarse en el uso de asociaciones de especies para obtener madera de alto valor y también otros productos.

Las plantaciones mixtas corresponden a modelos que asocian especies principales (que generan productos de alto valor al final de la rotación) con capacidad de ser comercializadas en el mercado internacional y especies secundarias o acompañantes (con productos utilizables como postes, leña, fruta u otros) explotables en el transcurso de la rotación. Estas especies secundarias favorecen el crecimiento de las especies principales y mejoran su forma, lo que permite la obtención de productos de mejor calidad.

Si se realizan en forma apropiada permiten diversificar la producción, disminuir los riesgos fitosanitarios, facilitar las intervenciones al cultivo (especialmente podas y limpiezas), mejorar la calidad de la madera, embellecer el paisaje e incrementar la productividad de la plantación. En el Sur de Chile, se han establecido más de 6.000 hectáreas con esta modalidad (plantaciones mixtas) y resulta oportuno evaluar y presentar los resultados obtenidos.

Las asociaciones constituyen sistemas complejos con numerosas interacciones físicas y biológicas, considerándose que pueden ser de alta sostenibilidad ambiental debido a su complejidad ecológica y a la reducción de los *inputs* energéticos necesarios al cultivo. Parte de la inestabilidad de la agricultura y de los sistemas forestales tradicionales radica en el fenómeno conocido como “agotamiento del suelo” (o *soil sickness*), que corresponde a una condición progresiva de poca aceptación del suelo para nuevos ciclos de cultivo de la misma especie. Normalmente, se observa una baja en la productividad del segundo ciclo al usar la misma especie y, también, puede

afectar a otras especies. Varias explicaciones se han dado para esta situación, pero aún no hay respuestas a este fascinante argumento.

Este trabajo analiza plantaciones de aromo australiano (*Acacia melanoxylon*) y pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*) ambas especies exóticas en Chile, introducidas a inicios del siglo XX por agricultores del Sur chileno con fines madereros.

El estudio se realizó en la X Región de Chile. Se caracterizó químicamente el suelo en tres sectores: plantaciones puras, de aromo australiano, de pino Oregón, y plantación mixta de ambas especies; también se evaluaron parámetros dendrométricos de dichas situaciones, relacionando ambos aspectos.

Los resultados mostraron diferencias edáficas en suelos plantados con una especie y en aquellos plantados en forma mixta; así como en los parámetros dasométricos y otros relacionados con la calidad de la madera a obtener (número, grosor y verticalidad de ramas, bifurcaciones, brotes epicórmicos).

**Palabras clave:** *Acacia melanoxylon*, Chile, Plantaciones mixtas, *Pseudotsuga menziesii*, Suelos.

## APROVECHAMIENTO DE LA GOMA DE NEUMÁTICO PARA LA PREPARACIÓN DE ADSORBENTES CARBONOSOS

A. Macías-García<sup>1</sup>, M. Olivares-Marín<sup>2</sup>, M. F. Alexandre-Franco<sup>2</sup>,  
C. Fernández-González<sup>2</sup> y V. Gómez-Serrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Electrónica e Ingeniería Electromecánica, Escuela de Ingenierías Industriales, Avda. de Elvas s/n, Badajoz 06071 (España). <amacias@materiales.unex.es>.*

<sup>2</sup> *Departamento de Química Inorgánica, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas s/n, Badajoz 06071 (España).*

Actualmente la goma de neumáticos encuentra aplicación como aditivo en alquitranes de carretera y también en pavimentos de patios o campos de recreo, tejados con cubiertas de goma, sistemas de drenaje y esteras y felpudos para el recubrimiento de suelos. Sin duda el mayor mercado de la goma de neumáticos es su utilización como combustible sólido, especialmente en hornos de cementeras. En todas estas aplicaciones se emplea la goma prácticamente como tal y no de cada uno de sus componentes por separado, siendo el resultado de ello que el material tenga tan bajo valor. Este hecho puede explicar el escaso interés que tiene para los usuarios la entrega de las ruedas en centros de recepción, ya que tienen que pagar incluso una cierta cantidad, por lo que más bien prefieren deshacerse de ellas, depositándolas en cualquier lugar y creando –tal vez sin saberlo– un problema medioambiental duradero. Es muy probable que la solución al problema anterior esté en la valorización de la goma de neumáticos mediante la búsqueda de nuevas aplicaciones para este material, basadas en su reciclaje y en la reutilización de cada uno de sus componentes principales por separado. De hecho, dichos componentes (negro de carbón, acero, óxido de Zn, etc.) son materiales muy preciados. El neumático, en lo que se refiere a sus componentes, es de por sí un residuo bastante complejo. El hecho de que el elemento químico más abundante sea, con gran diferencia, el C (68-75 %) sugiere que una nueva aplicación de la goma de neumáticos podría basarse en la separación del negro de carbón y en el posterior empleo de este material como adsorbente carbonoso. El comportamiento adsorbente de este tipo de materiales depende, como es bien sabido, de sus propiedades texturales y de la naturaleza química de su superficie, que dependen del material de partida y del método seguido en su preparación.

El objetivo específico del presente trabajo es investigar la superficie química de adsorbentes preparados previamente a partir de goma de neumáticos por tratamiento térmico, químico o combinado. El tratamiento térmico se llevó a cabo en el intervalo de temperaturas 200 a 900 °C. En los tratamientos químicos se han utilizados los ácidos H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HNO<sub>3</sub> por separado, así como mezclas de estos ácidos. En los tratamientos combinados primero se somete

la goma a un tratamiento térmico a 400 °C o químico con una disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$  en la proporción 1:3 y, después, a un segundo tratamiento químico o térmico. Además de obtener los valores del rendimiento, los adsorbentes han sido estudiados determinando el análisis elemental de algunos de ellos y también por espectroscopía FT-IR.

El rendimiento del proceso dependió del tratamiento efectuado a la goma. Así, los valores medios del rendimiento fueron: 35,9, 62,7 y 85,0% para los productos preparados por tratamiento térmico, químico y combinado, respectivamente. En los tratamientos térmicos se produce una disminución de los contenidos de C e H, mientras que los tratamientos químicos dan lugar a un aumento importante de los contenidos de N y O. Los tratamientos térmicos originaron un enriquecimiento en estructuras aromáticas y en estructuras tipo éter, mientras que los tratamientos químicos, con las mezclas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{HNO}_3$ , produjeron la nitración del material.

**Palabras clave:** Goma de neumáticos, Adsorbentes carbonosos, Superficie química, Tratamiento químico, Tratamiento térmico.

# **EFFECTO DE LA RECUPERACIÓN NATURAL ASISTIDA EN LA DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS TRAZA EN UN SUELO CONTAMINADO**

**Engracia Madejón, Alfredo Pérez-de-Mora, Fernando Madrid,  
Pilar Burgos y Francisco Cabrera**

*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, Av. Reina Mercedes 10, Aptado.  
1052, Sevilla 41080 (España). <emadejon@irnase.csic.es>.*

Numerosas investigaciones coinciden en que no es suficiente conocer las concentraciones totales de elementos potencialmente contaminantes en el suelo para evaluar el impacto medioambiental de los mismos. Los elementos traza interactúan con los componentes del suelo y son retenidos por estos últimos en mayor o menor grado, lo cual determina su movilidad y biodisponibilidad. La extracción secuencial es un método operacional que establece diferentes fracciones a las cuales se encuentran asociados los elementos traza, que difieren en cuanto a la disponibilidad de los mismos. Estas fracciones pueden aportar información acerca de la asociación de los elementos traza con diferentes fases o fracciones geoquímicas del suelo, así como dar una idea de su movilidad relativa y su toxicidad. Los procedimientos de extracción secuencial han sido ampliamente utilizados en la determinación de las diferentes formas de los elementos traza en suelos, sedimentos y residuos.

El objetivo de este trabajo fue investigar el efecto de las enmiendas y/o la rizosfera sobre la distribución de los elementos traza en un suelo afectado por el vertido minero de Aznalcóllar (Sevilla, España, 1998). Como hipótesis se planteó que las diferencias en las propiedades químicas del suelo debidas a los tratamientos (pH, cantidad y tipo de materia orgánica, contenido en óxidos de Fe, etc.) podrían dar lugar, al término del experimento, a cambios en dicha distribución. Para contrastarlo se llevó a cabo una extracción secuencial de tres pasos que da lugar a 4 fracciones distintas: 1) elementos solubles, fácilmente intercambiables y asociados a los carbonatos ( $F_1$ ); 2) elementos asociados a la fracción susceptible de reducción ( $F_2$ ); 3) elementos asociados a la fracción oxidable ( $F_3$ ); y 4) elementos en la fracción residual ( $F_4$ ).

El efecto de las tareas de recuperación sobre la distribución de los elementos traza en el suelo fue pequeño y las diferencias significativas entre tratamientos únicamente se observaron en casos puntuales. Los resultados obtenidos sugieren que los procesos naturales de atenuación del propio suelo o la propia naturaleza recalcitrante de la contaminación fueron los principales factores que controlaron la distribución de los elementos traza en el suelo. De esta forma se disminuyó la posible influencia de las enmiendas y la rizosfera sobre dicha distribución. El fraccionamiento de los elementos

traza en el suelo estuvo influenciado por la naturaleza. El As y el Pb se encontraron fuertemente asociados con la fracción residual y mostraron concentraciones muy bajas en la primera fracción, la más lábil. En cambio, los demás elementos (Cd, Cu y Zn) mostraron una mayor presencia en las tres primeras fracciones y, en consecuencia, pueden estar más sujetos a cambios en las propiedades de la matriz del suelo. La fracción más lábil fue relativamente alta para el Zn en comparación con los otros elementos, mientras que el Cu mostró una mayor dependencia del contenido en materia orgánica del suelo (MOS) que el resto de elementos. Después de 30 meses de experimentación la estabilidad de los elementos traza en el suelo no revirtió a pesar del aporte de elementos traza por parte de algunas enmiendas o la mineralización de la MOS, por lo que la recuperación natural asistida puede ser una técnica viable a largo plazo para la recuperación de suelos moderadamente contaminados con elementos traza.

**Palabras clave:** Enmiendas, *Agrostis*, Extracción secuencial, Recuperación, Elementos traza.

## BIO-REMOÇÃO DE CU(II), ZN(II) E FE(II) DE SOLUÇÕES AQUOSAS ACÍDICAS POR MACROALGAS

P. Marques, D. Mota e M. F. Rosa

I.N.E.T.I. - Departamento de Energias Renováveis. Estrada do Paço do Lumiar, Lisboa  
1649-038 (Portugal). <paula.marques@ineti.pt>.

A contaminação do ambiente com metais pesados resulta do desenvolvimento de várias actividades humanas, entre elas a da indústria mineira. A bio-remoção de metais pesados por biomassa (biosorção), especialmente por resíduos, pode ser uma boa alternativa às tecnologias convencionais de tratamento de efluentes, na medida em que os biosorventes utilizados são abundantes na Natureza, de baixo custo e eficientes em gamas de baixa concentração de metais ( $10\text{--}100\text{ mg L}^{-1}$ ), nas quais os processos convencionais são normalmente ineficazes. Acresce que são selectivos em mistura de metais e permitem desenvolver a aplicação de processos em regime contínuo, tornando-se competitivos do ponto de vista económico. Dos muitos tipos de biosorventes estudados, as macroalgas têm demonstrado ser bastante eficientes na remoção de vários metais em soluções aquosas.

Neste trabalho estudou-se a influência de vários parâmetros físico-químicos na eficiência de dois tipos de macroalgas recolhidas no estuário do rio Tejo (*Fucus vesiculosus* e *Gelidium*) e de resíduos industriais de *Gelidium* após extracção de agar-agar como biosorventes na remoção de iões Cu(II), Zn(II) e Fe(II) de soluções aquosas. Avaliaram-se os efeitos do pH inicial das soluções de metal, da concentração e pré-tratamento do biosorvente e da associação dos metais em solução, sobre a capacidade de remoção da biomassa testada. Estes estudos tiveram como objectivo a posterior aplicação ao tratamento em regime contínuo das águas de drenagem provenientes das lagoas das Minas Portuguesas de S. Domingos.

Os resultados obtidos mostraram que o pH inicial óptimo para a remoção dos três catiões estudados e para todos os biosorventes, se situava no intervalo 3,3-5,5, o que favorece os objectivos deste trabalho, uma vez que as águas das minas apresentam normalmente um pH entre 3,0 e 3,5. Dos bio-sorventes estudados os mais eficientes foram as algas *Fucus vesiculosus* lavadas e secas a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  após recolha, com granulometria de cerca de 2 mm e concentração de  $20\text{ g}_{\text{algas}}\text{L}^{-1}\text{ sol. de metal}$ , e os resíduos industriais de *Gelidium*, secos a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  após recolha e com concentração entre  $20\text{--}30\text{ g}_{\text{resíduos}}\text{L}^{-1}\text{ sol. de metal}$ . Nestas condições experimentais obtiveram-se rendimentos de biosorção no intervalo entre 85% e 95%, consoante o metal e o biosorvente utilizado. No que respeita à remoção selectiva dos três catiões em estudo, pelas algas *Fucus vesiculosus* e pelos resíduos industriais de *Gelidium*, verificou-se que o Zn(II) foi o metal mais afectado, especialmente quando se utilizaram os resíduos

industriais como biosorvente, registandose neste caso uma diminuição da sua capacidade de remoção de 90 para 50 e 36%, respectivamente na presença de Fe(II) e na presença simultânea de Fe(II) e Cu(II) em solução. No caso da *Fucus vesiculosus*, apenas foi observado um decréscimo de 89 para 71% no rendimento de bio-remoção do Zn(II) quando em presença do Fe(II). Contudo, a remoção de iões Cu(II) também foi afectada apresentando uma diminuição de 84 para 74%, quando em presença do Zn(II).

Estes resultados mostram que os biosorventes testados apresentam bons níveis de remoção dos três metais ensaiados a valores de pH baixos e que a viabilidade de aplicação prática aos efluentes acídicos das minas deve ter em conta além do efeito sobre a bio-remoção do metal, a composição da solução contaminada e as características físico-químicas das espécies intervenientes.

**Palavras chave:** Bio-remoção de metais pesados, Bio-remoção selectiva, Cd, Zn, Fe.

## LA FITORRESTAURACIÓN COMO ALTERNATIVA EN EL TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS

**Laura Medina Tovar, Margarita Beltrán Villavicencio, Mabel Vaca Mier**

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Delegación Azcapotzalco, México D.F. 02200 (México).  
<mub@correo.azc.uam.mx>.

La contaminación de suelos con hidrocarburos se ha convertido en una problemática que requiere cada vez más del desarrollo y fortalecimiento de tecnologías. La biodegradación en la rizósfera, conocida también como fitoestimulación o biorrestauración asistida por plantas, se refiere a la degradación de contaminantes en el suelo a través de la actividad microbiana aumentada por la presencia en la rizósfera de algunas plantas.

En este trabajo se presenta un estudio de degradación del gasóleo (diesel) en presencia de las raíces de pasto y, comparativamente, con el proceso de atenuación natural. Se estudió la capacidad de la especie vegetal para tolerar al contaminante y la factibilidad de aplicarla en un proceso de fitorrestauración. Se seleccionó una mezcla de pastos (*Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Poa pratense*), por ser especies tolerantes a condiciones extremas (pisoteo, falta de agua, suelo anegado, frío), cualidades que le confieren factibilidad y bajo costo para su obtención. El suelo fue procedente la UAM-Azcapotzalco, D.F. (ejidal en su origen reciente), el cual se contaminó artificialmente y fue caracterizado antes y después de la experimentación.

Para analizar el proceso de degradación de gasóleo se sembraron semillas de pasto en suelo contaminado con aproximadamente 10,000 y 20,000 mg kg<sup>-1</sup> (base seca) de gasóleo. Se analizó la degradación del gasóleo tomando cada 15 días muestras de suelo (por triplicado) durante cuatro meses, para su posterior análisis de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP), en cromatógrafo de gases, en base al método EPA 8015 (EPA, 1992).

Para evaluar la tolerancia de esta especie vegetal a las diferentes concentraciones del gasóleo se contabilizó la cantidad generada de biomasa tanto aérea como radicular y se mantuvo un testigo en suelo sin contaminar.

Se observó que el desarrollo vegetal del pasto se ve inhibido por la presencia del gasóleo siendo mayor el efecto en el suelo contaminado con 20,000 mg kg<sup>-1</sup>.

Respecto a la degradación del gasóleo se observó que ésta disminuya conforme aumenta la profundidad en el suelo debido a que está condicionada por la generación de raíces y la profundidad de éstas.

Finalmente se obtuvieron las siguientes eficiencias de degradación de gasóleo en el suelo con pasto: 79,4 % para suelo contaminado con 10,000 mg kg<sup>-1</sup> de gasóleo y en suelo contaminado con 20,000 mg kg<sup>-1</sup> fue de 77,4 % respectivamente.

También se encontró que el proceso de volatilización se reduce por la presencia del pasto, ya que éste sirve como sello para impedir la liberación del contaminante hacia la atmósfera.

**Palabras clave:** Rizósfera, Fitorrestauración, Biodegradación, Rizósfera, Contaminación.

## EXTRACCIÓN DE METALES PESADOS EN MUESTRAS DE TIERRAS CONTAMINADAS MEXICANAS

**R. R. Morales-Robledo y Navarro-Clemente M. E.**

*E.S.I.Q.I.E. del I.P.N. Ed. 7 U.P.A.L.M. México D.F 07738 (México). Tel.: (52)5557296000, ext. 55292. <mnavarro@ipn.mx>.*

En México existen problemas de contaminación aún no cuantificados con precisión. Sin embargo, pueden mencionarse de manera cualitativa problemas de contaminación generados por el uso de agroquímicos, tanto fertilizantes (en especial los nitrogenados) como de pesticidas (fungicidas, herbicidas e insecticidas), otros que son consecuencia del derrame y fugas de combustibles (petróleo y derivados), así como los ligados a actividades mineras en sus etapas de extracción, como en las de procesamiento de los materiales obtenidos, entre otros. Como consecuencia de varios siglos de actividad minera en México se han producido altas cantidades de residuos peligrosos muy difíciles de cuantificar. El número de sitios contaminados, aún en estimaciones conservadoras, asciende a varios miles de lugares cuyo riesgo potencial es desconocido. De acuerdo con datos publicados en el 2000 por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la superficie de suelo degradado por causas de contaminación en 1999 fue de 25967 km<sup>2</sup>. La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, ya que contribuye en gran medida con el desarrollo económico del país, suministrando insumos a una serie de industrias (construcción, metalúrgica, siderúrgica, química y electrónica). De acuerdo con información de la Dirección General de Minas la industria minera nacional es mayoritariamente metálica y se dedica principalmente a la producción de Cu, Zn, Ag y Pb. Uno de los contaminantes que se consideran prioritarios en México, debido a su alta toxicidad y a su persistencia en el ambiente, son Mg, Pb, Cd, y Cr. En el mercado ambiental de nuestro país actualmente existen una gran cantidad de empresas que ofrecen diferentes tipos de tecnologías para la recuperación de sitios contaminados. De acuerdo con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) todas las tecnologías que ofrecen las empresas que cuentan con permisos para remediar suelos contaminados están enfocadas exclusivamente a la recuperación de sitios contaminados con compuestos orgánicos. Del total de empresas autorizadas ninguna ofrece servicios para la recuperación de suelos contaminados con metales. Dentro de los contaminantes tratados, principalmente se encuentran los hidrocarburos, lodos aceitosos, lodos de perforación y recortes de perforación.

En este Trabajo se propone un método para realizar la descontaminación de una tierra contaminada de una zona minera abandonada mediante el

uso de un agente de extracción biodegradable en determinadas condiciones de acidez, concentración y tiempo de contacto entre las fases. Este Trabajo tiene por objetivo proponer un método para reducir la concentración de metales pesados (Pb, Zn e Fe), que se encuentran en suelos mexicanos contaminados mediante el uso de agentes ligantes biodegradables.

La solución propuesta para la recuperación de dichos suelos se realiza mediante una extracción de metales con una solución que contiene un agente extractante; el trabajo experimental ensaya seis agentes de extracción.

El análisis de resultados sobre el contenido metálico total de la tierra procesada en este trabajo revela que una alta cantidad de Pb, suficiente para causar problemas de salud. La selección del N-(2-acetamido)-iminodiacetato (ADA) como agente de extracción resultó ser la más apropiada. Como descontaminante el método usa un pH neutro para no afectar al original del suelo. El tiempo es un factor que no influye pasadas 16 h de extracción.

**Palabras clave:** Metales, Contaminación, Recuperación de suelos, Disoluciones extractoras.

## LOS SISTEMAS AGROFORESTALES COMO MECANISMO DE CONTROL DE LA LIXIVIACIÓN DE NITRATOS

Gerardo Moreno y Lourdes López

*Ingeniería Técnica Forestal, Universidad de Extremadura. Centro Universitario, Plasencia 10600 (Cáceres, España). <gmoreno@unex.es> y <lurdes@unex.es>.*

Más de un 21% de los acuíferos españoles analizados en el año 1998 no fueron aptos para el consumo humano por presentar niveles excesivos de nitrato ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ). La presencia de nitratos en las aguas españolas coincide fundamentalmente con las zonas de actividad agrícola intensa y con determinadas prácticas agrarias de abonado. La pérdida de agua y nutrientes por debajo de la zona radicular es casi inevitable con los sistemas actuales de riego y fertilización, debido a su baja eficiencia y a la falta de uniformidad en la aplicación. Esta es una de las causas de que exista sobrefertilización en muchos cultivos. De hecho en España se han medido pérdidas superiores a  $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  en este tipo de cultivos. La silvoagricultura se está manifestando como un mecanismo prometedor en el control de la lixiviación debido a que buena parte de los nutrientes, que podrían perderse del alcance de las raíces de las herbáceas por lixiviación, son utilizados eficientemente por los árboles que poseen raíces más profundas. Así, la implantación de arbolado contribuye al control de la contaminación de acuíferos y cauces de agua, a la vez que se obtiene un mayor crecimiento de los árboles, los cuales se benefician de esos nutrientes que de otra forma se perderían. Además, la introducción de arbolado en los espacios agrarios contribuye de manera significativa a mejorar las condiciones ambientales del mismo, por mejora del paisaje, controlar la erosión y lixiviación, incrementar de la biodiversidad y ser sumidero de C, aspectos todos ellos de gran actualidad en las políticas ambientales europeas, nacionales y regionales. Sin embargo, en España menos del 5% de los cultivos herbáceos se desarrollan en parcelas con presencia de arbolado, intercalado o perimetral.

En este Trabajo se hace una revisión de los resultados publicados recientemente sobre el potencial del arbolado en el control de la lixiviación, tanto en parcelas agroforestales como en formaciones riparias, tanto para el nitrato como para el P soluble (este último sobre suelos arenosos). Además, se analizan las perspectivas de implantación futura en nuestro entorno geográfico de este mecanismo de control de la lixiviación, en el marco del nuevo régimen de ayudas comunitarias (Reglamento Europeo de Desarrollo Rural, CE 1698/2005).

Se detecta la necesidad de corroborar experimentalmente muchos de los supuestos demostrados para otros sistemas o ambientes, dado que no existe ningún trabajo experimental publicado en ambientes mediterráneos,

en los que buena parte de la mineralización de N se produce en otoño-invierno, cuando los árboles caducifolios no tienen hojas y ,por tanto, apenas absorben nutrientes. No obstante, la presencia de sistemas radiculares normalmente profundos en las especies leñosas mediterráneas hace pensar en su alto potencial como herramienta de control de la lixiviación pues, además de la posible absorción de nutrientes en las capas profundas, existe baja competitividad con el estrato herbáceo a deducir de los resultados experimentales disponibles.

**Palabras clave:** Sistemas agroforestales, Lixiviación de nitratos, Sistema radicular, Absorción de nutrientes, Ecosistemas mediterráneos.

# RESISTENCIA AL ARSÉNICO EN ESPECIES ARBUSTIVAS SILVESTRES UTILIZADAS EN REVEGETACIÓN. POSIBLE APLICACIÓN EN FITORRECUPERACIÓN DE SUELOS

E. Moreno-Jiménez, E. Esteban, R. O. Carpena-Ruiz y J. M. Peñalosa

Departamento de Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid 28049 (España). <eduardo.moreno@uam.es>.

**Objetivos.**- Evaluar la resistencia al As del lentisco, el mirto, el madroño y la retama en condiciones controladas y comparar la bioacumulación de As en las cuatro especies.

**Situación actual.**- El As es un contaminante ampliamente distribuido con efectos tóxicos en las plantas y en los animales. La fitorrecuperación de suelos contaminados por As consiste en la utilización de especies vegetales para mejorar el estado del suelo. Las especies *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Myrtus communis* (mirto), *Arbutus unedo* (madroño) y *Retama sphaerocarpa* (retama) son silvestres arbustivas mediterráneas que se han utilizado frecuentemente en revegetación de emplazamientos degradados. En cuanto al sistema de cultivo la perlita ha mostrado unas características que imitan mejor al suelo que la hidroponía pura, permitiendo al mismo tiempo condiciones controladas de dosificación de elementos tóxicos.

**Material y métodos.**- Las plantas de lentisco, mirto, madroño y retama se transplantaron a tiestos de 20 L con perlita como sustrato y renovación de la disolución nutritiva cada 8 días, con dosis crecientes de As: 0, 5, 50 y 250  $\mu\text{M}$  As. Las plantas se recogieron tras 2 meses de tratamiento y se determinó el peso, el contenido de As, clorofilas, malondialdehído y tioles totales.

**Resultados y discusión.**- El As se acumuló principalmente en la raíz de todas las especies arbustivas estudiadas: Lentisco, mirto, madroño y retama, aunque fue el madroño el que menor proporción de As acumuló en parte aérea. En relación con este punto se observa que las raíces fueron, a su vez, los órganos que manifestaron mayor estrés oxidativo y mostraron mayor incremento de tioles totales, siendo también las raíces de madroño donde los efectos aparecieron de forma más nítida para la dosis más alta. Todo ello indicaría que los órganos más afectados por la toxicidad del As son las raíces en las cuatro especies estudiadas, que ha sido descrito también para otras especies vegetales.

El mirto acumuló más arsénico, sobre todo para las dosis bajas, mientras que a altas dosis, el madroño fue el que menor As acumuló. El crecimiento se redujo en menor medida en el mirto y la retama para las dosis de As aplicadas, mientras el lentisco y el madroño mostraron una reducción más acusada, con un patrón similar entre ellos. El mirto es una especie con características

interesantes para fitorrecuperación (probablemente fitoestabilización) de emplazamientos mediterráneos con As por dos motivos: Acumuló más As y mostró una alta resistencia al mismo. La retama presentó también una elevada resistencia a la presencia de As y un bajo estrés, lo que unido a su condición de fijadora de N, podrían hacerla interesante para la revegetación en condiciones de carencia de N. El madroño parece la especie menos resistente, ya que sufrió más daños y acumuló menos As a altas dosis.

**Palabras clave:** Fitoacumuladoras, Arsénico, Fitorrecuperación, Suelos contaminados.

# EXTRACCIÓN DE NÍQUEL Y CADMIO POR LA PATATA CULTIVADA SOBRE SUELO FERRALSOL RÓDICO DE LA PROVINCIA DE LA HABANA (CUBA)

Olegario Muñiz<sup>1</sup>, Juan Estévez<sup>2</sup>, Sara Quicute<sup>1</sup>, Alfredo Montero<sup>2</sup>,  
Teresa Fraser<sup>1</sup> y E. Vega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Suelos, Ministerio de Agricultura. La Habana (Cuba). <larenee@ceniai.if.cu>.

<sup>2</sup> Centro de Aplicaciones y Desarrollo Nuclear. La Habana (Cuba). <albac@ceaden.edu.cu>.

La determinación de los contenidos de metales pesados (MP) en el suelo y en los cultivos que en ellos crecen es práctica (y hasta requisito) común actualmente, ya que existen límites permisibles establecidos internacionalmente para los mismos. En Cuba se desarrolló una metodología que permite evaluar la posible contaminación por MP de algunos de los principales tipos de suelos cubanos. Al ser aplicada, tras una encuesta realizada en áreas de agricultura intensiva del país, reflejó elevados, si bien no tóxicos, de algunos de estos MP en la provincia de la Habana.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la extracción de Ni y Cd por la patata (*Solanum tuberosum* L.) cultivada sobre un suelo *Ferralsol* ródico de la provincia de la Habana, (Cuba). Con este fin se realizaron muestreos de suelo y planta durante la campañas 2001-2002 en patata cultivada sobre suelo *Ferralsol* ródico en dos fincas de la Empresa de Cultivos Varios 19 de Abril de la provincia de la Habana en las que se determinaron los contenidos de los MP en estudio tanto en suelo como en planta y su extracción por los diferentes órganos de la misma (hojas, tallos, raíz y tubérculo) en diferentes etapas del ciclo del cultivo.

Los resultados obtenidos con las muestras de suelo indican altos contenidos totales de Ni y Cd, aunque no de sus formas asimilables. Con relación al cultivo, a los 69 días después de germinado la mayor parte de los MP extraídos por el cultivo había sido traslocado a los órganos aéreos de la planta y una parte significativa del total al tubérculo. Se concluye que la patata extrae cantidades de Ni y Cd que no constituyen un peligro inmediato para la salud humana; no obstante, el Cd resulta algo elevado. Así se obtuvo valores de Cd en el tubérculo fresco de 0,033 mg Cd Kg<sup>-1</sup>, no muy lejanos a los límites permisibles establecidos internacionalmente.

Todo esto indica la necesidad de profundizar en su estudio y mantener el monitoreo de estos y otros MP en estas áreas que sustentan la producción de alimentos dirigida a la tercera parte de la población del país.

**Palabras clave:** Metales pesados, Suelo, Patata.

# DISTRIBUCIÓN Y MOVILIDAD DEL ANTIMONIO EN SUELOS Y PLANTAS DE ÁREAS MINERAS CONTAMINADAS DE EXTREMADURA (ESPAÑA)

A. Murciego<sup>1</sup>, M. A. Rodríguez<sup>2</sup>, E. Pinilla<sup>3</sup>, J. Cabezas<sup>4</sup>,  
T. Buyolo<sup>4</sup> y A. García<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Área de Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Salamanca (España).

<sup>2</sup> Área de Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Extremadura. Badajoz (España).  
<marodgon@unex.es>.

<sup>3</sup> Departamento de Química Analítica y Electroquímica. Universidad de Extremadura. Badajoz (España).

<sup>4</sup> Área de Ecología. Universidad de Extremadura. Badajoz (España).

<sup>5</sup> IRNA-CSIC. Departamento de Geoquímica Ambiental. Salamanca (España).

Con este trabajo se pretende estimar la migración del Sb a través de la interfase suelo-planta y valorar la posibilidad de utilizar algunas especies vegetales para biomonitorización y/o fitoremediación.

Para ello, se ha estudiado la distribución y movilidad del Sb en suelos y plantas en las inmediaciones de tres minas de Sb abandonadas en Extremadura (España). El Sb es un elemento traza muy tóxico tanto para animales como para humanos, y un contaminante de excepción que comparte con el As algunas propiedades toxicológicas y químicas. La concentración de antimonio es relativamente elevada en suelos contaminados por actividades mineras, pudiendo absorber las plantas las formas solubles de este elemento, dada la movilidad del mismo en función de la acidez del suelo.

Se midieron los niveles de Sb en el suelo de las minas, así como en las especies autóctonas dominantes (*Cytisus striatus*, *Cistus ladanifer* y *Dittrichia viscosa*) existentes en los alrededores de las minas en las estaciones de primavera y otoño.

Los contenidos totales de Sb son proporcionales a la intensidad de las actividades mineras llevadas a cabo en cada zona minera, siendo más altos en la mina San Antonio que en las dos restantes. Para estimar la capacidad de las plantas para acumular Sb se utilizaron los coeficientes de acumulación de la planta (PAC). De los contenidos de Sb en plantas se deduce que la especie *C. striatus* podría comportarse como “excluser”, mientras que la *D. viscosa* se comporta como bioacumuladora.

**Palabras clave:** Antimonio, Suelos, Fitoremediación, *Cytisus striatus*, *Cistus ladanifer*, *Dittrichia viscosa*.

# **INFLUENCIA DEL USO COMBINADO DE LA TÉCNICA ELECTROKINÉTICA Y DEL TENSIOACTIVO BRIJ 35 EN LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS**

**J. L. Niqui-Arroyo y J. J. Ortega-Calvo**

*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC Avda Reina Mercedes, 10. Sevilla 41012 (España). Teléfono: +34 954624711, Fax: +34 954624002. <jjortega@irnase.csic.es>.*

La biorremediación de emplazamientos contaminados por creosota se considera una alternativa válida frente a otras tecnologías “clásicas” de recuperación de suelos, dado su menor coste económico y requerimientos en cuanto a tiempo de operación. Lamentablemente, en aquellos casos en los que el contenido en fracción arcillosa es elevado se observa una limitada biodisponibilidad de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Esta limitación tiene su origen tanto en la gran superficie específica disponible para fenómenos de adsorción, como en la dificultad que estos suelos representan para el transporte bacteriano o para la difusión de oxígeno y nutrientes precisos para el desarrollo de la actividad biológica. Así pues, se plantean serias dudas sobre el éxito de la biorremediación como única estrategia de tratamiento en estos casos. La aplicación controlada de una corriente continua de baja intensidad, técnica conocida como electrorremediación, ha sido usada en la recuperación de metales pesados y contaminantes orgánicos y se considera especialmente indicada en suelos de baja conductividad hidráulica. Se propone, por tanto, el uso combinado de ambas tecnologías como medio para superar las limitaciones ya citadas. El uso adicional de un agente tensioactivo (*brij35*) que contribuya a la desorción de los compuestos hidrófobos puede redundar en una mayor eficacia del tratamiento. Los objetivos de este estudio son, pues, dilucidar en qué medida la aplicación de un campo eléctrico a un suelo contaminado influye en el proceso de biodegradación de los HAPs o es capaz de modificar la cinética de desorción de estos compuestos.

A fin de comprobar el efecto de la aplicación del campo eléctrico sobre la biodegradación de los HAPs se realizaron una serie de ensayos en una celda de electrorremediación especialmente diseñada para este fin. Una vez finalizado el tratamiento electrocinético, las muestras procedentes de las celdas fueron sometidas a extracción con solvente orgánico y se estimó el contenido residual de hidrocarburo por medida cromatográfica del extracto. Se realizaron varios ensayos en condiciones que minimizaran la biodegradación durante el tratamiento. El objetivo fue estimar el efecto sobre la biodisponibilidad de los HAPs. Para ello, muestras de suelo previamente sometidas

a un campo eléctrico fueron reinoculadas con una cepa capaz de degradar diversos sustratos y la mineralización se siguió mediante el marcado con  $^{14}\text{C}$ .

En general, los resultados mostraron un efecto positivo del campo eléctrico sobre la bioaccesibilidad de los hidrocarburos y, consecuentemente, favorecieron su biodegradación. Asimismo, se sugiere que es probable el uso conjunto de ambas tecnologías para el tratamiento *insitu* de emplazamientos contaminados con materiales que incorporen hidrocarburos policíclicos aromáticos.

**Palabras clave:** Biorremediación, Electrorremediación, Biodisponibilidad, Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

## PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS Y AGROINDUSTRIALES

A. Pardo Giménez, M.<sup>a</sup> A. Perona Zamora y J. Pardo Núñez

Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (C.I.E.S.). C/ Peñicas, s/n; Apdo. 63. 16220 Quintanar del Rey, Cuenca (España). <apardo.cies@dipu-cuenca.es>.

Se presentan de manera resumida los principales resultados y conclusiones obtenidas durante la ejecución del proyecto “Tecnologías de fermentación en estado sólido de subproductos lignocelulósicos para la producción de sustratos de cultivo de champiñón (*Agaricus* spp.) y setas comestibles (*Pleurotus* spp.)”; Proyecto REN2002-00666/TECNO.

El trabajo tuvo la finalidad de obtener y definir tecnologías de carácter aplicado que permitan elaborar metodológicamente, en condiciones controladas, sustratos orgánicos de cultivo de calidad y bajo coste para los dos principales hongos comestibles cultivados (*A. bisporus* y *P. ostreatus*). Se pretende con ello aportar una mejora productiva, económica y medioambiental al sector profesional de la producción de hongos comestibles y contribuir al relanzamiento de la actividad a partir de la utilización de materiales alternativos a los tradicionales, concretamente el aprovechamiento de subproductos agrícolas y agroindustriales (sarmientos de vid, kenaf, raspón de uva, alperujo de aceituna y orujo de alcoholería), así como mediante la obtención de sustratos para champiñón y setas en condiciones controladas. La metodología aplicada ha supuesto la realización de un seguimiento que incluye la caracterización y selección de materiales, el diseño de formulaciones, el procesado y la evaluación agronómica en salas de cultivo (parámetros de producción cuantitativos y cualitativos).

**1. Tecnología para la producción de sustratos de *A. bisporus*.** Entre los diferentes sustratos estudiados las formulaciones que han presentado los mejores resultados han sido basadas en paja+sarmiento en diferentes proporciones, suplementadas con gallinaza, urea, orujo y yeso, presentado eficiencias biológicas entre 736 y 867 kg Mg<sup>-1</sup> compost (m.s.). En cuanto al procesado se propone una fase I, con temperaturas entre 45 y 47 °C durante 8 días con un pico de calor de 70 °C durante 24 h y una fase II de pasteurización a 60 °C durante 8-10 h y un acondicionamiento posterior con descenso de temperatura de 60 a 53 °C en 7 h y posteriormente de 52 a 45 °C en 5 d, procediendo finalmente al enfriado previo a la siembra. Se concluye que, la obtención de sustratos para cultivo de champiñón con materiales alternativos mediante la tecnología de compostaje “indoor”, no proporciona resultados con eficiencia biológica que superan los del compostaje tradicional, pero sí que supone un abaratamiento de los costes de elaboración

(menores pérdidas en materia seca, menor duración del proceso, menor coste de los materiales por ampliación del número de los mismos), a lo que se añade la economía de espacio necesario de las instalaciones y la mejora medioambiental que supone la reducción de emanaciones de compuestos volátiles amoniacales y sulfurosos.

**2. Tecnología para la producción de sustratos de *P. ostreatus*.**- Las formulaciones con mejores resultados fueron en kenaf, paja+kenaf, paja+sarmiento y kenaf+sarmiento sometidas a pasteurización y acondicionamiento y sin suplementación nitrogenada (la aplicación de harinas afectó negativamente al rendimiento). Se han obtenido de esta manera eficiencias biológicas superiores a 800 kg Mg<sup>-1</sup> sustrato (m.s.), en general superiores a las proporcionadas actualmente por los sustratos comerciales. A diferencia de lo que sucedía en los sustratos para champiñón en este caso sí que se pueden obtener eficiencias biológicas sensiblemente superiores a las obtenidas con materiales y procesos tradicionales, lo que resulta un indicador de viabilidad del empleo de subproductos agrarios y agroindustriales alternativos para su utilización en la elaboración de sustratos de cultivo de setas, aunque el abaratamiento de los costes de elaboración se concreta únicamente en el menor coste de las materias primas.

**Palabras clave:** Hongos comestibles cultivados, Preparación de sustratos, Materias primas alternativas.

## PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE SARMIENTOS DE LA VID

**F. Parra-Rodríguez\*, M. Olivares-Marín, C. Fernández-González  
y V. Gómez-Serrano**

*Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz 06071 (España). <fedeparra@msn.com>.*

Los sarmientos sobrantes en la poda de la vid carecen de utilidad y su eliminación supone para el agricultor un coste añadido. En la mayoría de las explotaciones son quemados, con los consecuentes efectos negativos para el medio ambiente. Además, se precisa la búsqueda de nuevos precursores, que sean materiales baratos y fácilmente disponibles.

El objetivo principal de este Trabajo fue investigar la posible utilización de un residuo de la actividad agrícola, sarmientos de la vid, en la preparación de carbón activado, eligiéndose las condiciones óptimas para conseguir el carbón activado con la mayor calidad posible.

El desarrollo experimental consistió en preparar carbones activados por el método de activación química empleando hidróxido potásico como agente activante. Se ha estudiado la temperatura de carbonización y la proporción de impregnación entre el agente activante y el material precursor que proporcione el carbón activado con mayor área superficial (criterio de calidad). Para ello se ha preparado una serie de carbones tomando la misma proporción en la impregnación y carbonizando a distintas temperaturas (de 400 a 800 °C). Una vez averiguada la temperatura óptima se preparó otra serie de carbones activados variando la proporción entre el agente precursor y el KOH (de 1:1 a 5:1) con lo que se ha conseguido averiguar la proporción óptima a emplear.

Según los valores de rendimiento, se observó que el KOH es un agente químico muy agresivo que origina una gran disminución en la masa de la muestra. Los resultados obtenidos en la caracterización textural muestran, según las isothermas de adsorción de N<sub>2</sub> a -196 °C, que son unos carbones activados esencialmente microporosos. En los carbones en los que se evaluó la temperatura óptima se observó un incremento del área superficial al aumentar esta variable. Mientras que la muestra carbonizada a 400 °C posee 11 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> de área superficial, al carbonizar a 800 °C se consigue 1170 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, siendo, por tanto, ésta la temperatura óptima. Además, a esta temperatura se consigue que el carbón posea un buen desarrollo de la mesoporosidad. Al impregnar con distintas proporciones de KOH se obtienen muestras esencialmente microporosas, si bien poseen un volumen sustancial de mesoporos, con una distribución de la microporosidad más amplia que en la serie de carbones activados a distinta temperatura. La proporción de KOH

y sarmientos fue muy relevante en la preparación de los carbones activados, obteniéndose los mejores resultados en las muestras preparadas empleando una proporción 2:1 y 3:1 (g KOH g<sup>-1</sup> sarmientos). Para estos productos S<sub>BET</sub> fue 1616 y 1612 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. Por todo ello, aún cuando se tuviera que calentar a elevadas temperaturas en la preparación de carbón activado, no sería necesario emplear grandes cantidades de KOH, lo cual es una ventaja desde el punto de vista económico del proceso.

**Palabras clave:** Sarmientos de vid, Carbón activado, Área superficial, Porosidad.

## ESTUDIO DE LA POSIBLE VÍA DE UTILIZACIÓN DE DIBENZOTIOFENO (DBT) POR BACTERIAS TERMÓFILAS SULFORREDUCTORAS

Juan Pereira<sup>1</sup>, Freddy González<sup>1</sup> y Oscar Valbuena<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química y Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo (Venezuela). <jcpereir@uc.edu.ve>.

<sup>2</sup> Departamento de Biología. Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo (Venezuela).

La remoción de S de hidrocarburos representa un reto de impacto ambiental que posicionaría los combustibles fósiles ante el presente Milenio como opción de manejo de emisiones limpias.

En el esquema reductivo, planteado en este estudio, el S orgánico es transformado en sulfuro de H que pasa a formar parte de la fase acuosa.

La vía degradativa no destructiva del dibenzotiofeno (DBT), procede a través de la remoción específica de S de los enlaces C-S-C produciendo bifenilo, detectado en 72 h.

La degradación del DBT realizada por las bacterias termófilas provenientes del centro termal Las Trincheras es de 72% en 24 h y de 94,74% en 72 h.

El sistema enzimático es capaz de degradar al DBT en ausencia de células. Por medio de la técnica de cromatografía de gases, acoplada a un detector de masas, fue posible la detección de productos de degradación presentes en la fase orgánica.

**Palabras clave:** Azufre, Hidrocarburos, Dibenzotiofeno, Degradación enzimática, Bacterias.

# DESINFECCIÓN QUÍMICA DE LA SOLUCIÓN RECIRCULANTE: EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE CLORO SOBRE UN CULTIVO DE LECHUGA

Zdenka Premuzic<sup>2</sup>, E. Palmucci Hemilse<sup>1</sup>, Juan Tamborenea<sup>3</sup>  
y Martín Nakama<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Fitopatología.

<sup>2</sup> Cátedra de Química Analítica.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), Av. San Martín 4453. Buenos Aires 1416.

<sup>4</sup> Instituto de Floricultura, INTA-CASTELAR. De los Reseros y Las Cabañas s/n. Castelar 1712 (Argentina). <premuzic@agro.uba.ar>.

Existen diversos métodos para reducir o eliminar los microorganismos patógenos o potencialmente patógenos presentes en la solución nutritiva en los sistemas de producción sin suelo. Entre las alternativas químicas posibles de utilizar la cloración constituye un método de bajo costo y fácil aplicación. Las sustancias oxidantes como el  $\text{Cl}_2$  son capaces de impedir el desarrollo de organismos patógenos, pero en dosis elevadas pueden originar daños en el cultivo. Es numerosa la bibliografía que recomienda la aplicación de  $\text{Cl}_2$  para eliminar patógenos transmisibles por medios líquidos y pocos los estudios sobre sus efectos en la planta, siendo necesario establecer para cada especie vegetal las dosis óptimas para controlar los diferentes microorganismos patógenos sin ocasionar daños a las plantas ni afectar la productividad y calidad.

Con el objetivo de determinar la dosis óptima de cloración en plantas de *Lactuca sativa* fue desarrollado un cultivo en perlita con solución recirculante con las variedades Mantecosa y Gallega y fueron aplicadas distintas dosis de  $\text{Cl}_2$  (0,55; 5,5 y 11,0 mg  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{Cl}$  y un tratamiento control sin  $\text{Cl}_2$ ). Se determinaron el peso fresco y materia seca de las plantas a cosecha (producción), los daños y/o mortandad de hojas (fitotoxicidad) y los contenidos de Vitamina C, nitratos y N (calidad), relacionándolos con las propiedades químicas (pH, conductividad eléctrica y cloruros) de la solución recirculante para los diferentes tratamientos.

Ambas variedades presentaron los mayores pesos frescos con la dosis de 0,55 mg  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{Cl}$ , un 40,1 % mas en la variedad Gallega y un 16 % mas en la variedad Mantecosa con respecto al control sin  $\text{Cl}_2$ . Los contenidos de nitratos en ambas variedades fueron altos. La variedad Gallega mostró los mayores valores máximos (2920-8158 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) y sólo presentó valores por debajo de los límites permitidos (CEE) en los tratamientos con 0,55 y 5,5 mg  $\text{kg}^{-1}$  de  $\text{Cl}$ ; la variedad Mantecosa presentó valores máximos menores (3787- 5291) que la Gallega, aunque todos los valores fueron

mayores a los límites permitidos (CEE). En ambas variedades los contenidos de nitratos se correlacionaron negativamente con el peso fresco. El contenido de Vitamina C fue mayor en la variedad Gallega (19,3-28) que en variedad Mantecosa (15,3-19,98). Se presentó una correlación negativa con el peso fresco y positiva con la materia seca con los contenidos de vitamina C en ambas variedades. Para la variedad Gallega la vitamina C se correlacionó negativamente con el contenido de nitratos y con la concentración de cloruros en la solución nutritiva. Los contenidos de N fueron en todos los casos superiores a los de suficiencia; ésto se relacionó con el alto aporte de N proveniente de la fertilización e incidió en los altos contenidos de nitratos de ambas variedades. Las dosis de 0,55 mg kg<sup>-1</sup> ocasionó la menor toxicidad y la de 11 mg L<sup>-1</sup> provocó una mayor cantidad de hojas cloróticas y necróticas, disminuyendo la calidad comercial de las plantas. Respecto de la solución recirculante para ambas variedades se presentaron aumentos del pH, siendo significativo en la variedad Mantecosa para 11 mg L<sup>-1</sup> respecto del control y el de 0,55 mg L<sup>-1</sup>. Tanto para Mantecosa como para Gallega la conductividad eléctrica se correlacionó negativamente con el pH y el contenido de cloruros en la solución recirculante fue mayor para el tratamiento con 11 mg L<sup>-1</sup> de Cl. Para ninguna de las variedades el agregado de Cl<sub>2</sub> implicó modificaciones de pH o conductividad eléctrica fuera del rango recomendado para la especie y los cloruros en la solución recirculante no superaron la fitotoxicidad de la especie.

Los resultados observados relacionan la dosis de 0,55 mg L<sup>-1</sup> con los mayores pesos frescos, los menores contenidos de nitratos y mayores contenidos de Vitamina C acompañados con menores síntomas de fitotoxicidad señalando dicha dosis como la óptima para la especie.

**Palabras clave:** Cloración, Control patógeno, Lechuga, Toxicidad.

## ASPECTOS QUÍMICOS DE SOLOS DEGRADADOS APÓS RECOBRIMENTO COM *TOP SOIL*

A. I. Ribeiro<sup>1</sup>, R. M. Longo<sup>2</sup>, W. J. Melo<sup>2</sup> e G. M. P. Melo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FEAGRI/UNICAMP. <admilson@agr.unicamp.br>.

<sup>2</sup> UNESP/Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, Km 5, Jaboticabal (São Paulo, Brasil). <rmlongo@uol.com.br> e <wjmelos@fca.unesp.br>.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da colocação de *top soil* como recobrimento de áreas degradadas pela mineração de estanho na Floresta Amazônica/Brasil. As avaliações dos locais de plantio foram executadas nas áreas de mineração de cassiterita onde, a recuperação destas, foram realizadas basicamente por meio do plantio de espécies florestais no decorrer de sete anos, porém não utilizando-se de uma metodologia científica definida, sendo empregados vários procedimentos, sem contudo, submetê-los a uma avaliação técnica. Desta maneira, não se tem até o momento, conhecimento científico, de qual o procedimento técnico contribuiu para uma melhor recuperação das áreas.

A amostragem de solo foi realizada, aproximadamente sete anos após a colocação de *top soil*, determinando-se: pH; teor de matéria orgânica; P disponível e os teores de K, Ca e Mg, teor de Al, capacidade de troca de cátions (T) e saturação por bases (V%). As espécies florestais existentes no terrenos foram avaliadas em relação a altura (m) e diâmetro da base, estando apresentado o valor médio de todas as espécies avaliadas.

Os resultados indicaram que as principais diferenças químicas ocorridas entre as situações estudadas foram observadas em relação aos teores de matéria orgânica, altura e diâmetro da base das espécies florestais que apresentaram-se superiores nas áreas com recobrimento com *top soil*. Teores de P disponível e os valores da capacidade de troca catiônica apresentaram-se superiores nas amostras colhidas sob capeamento em duas das situações estudadas (poço B e Novo Mundo). A área denominada de Serra da Cacimba apresentou os menores valores em relação a altura das espécies e não apresentou diferenças.

**Palavras chaves:** Recuperação de áreas degradadas, *Top soil*, Floresta amazônica, Brasil.

# BIOFERTILIZANTE: UNA ALTERNATIVA PARA LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA (*Citrus aurantifolia* L.)

María del Carmen Rivera-Cruz<sup>1</sup>, Juan Carlos Silva L.<sup>1</sup>  
y Edith Hernández N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (México). <mariari@colpos.mx>.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química de Suelo y Planta. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (México).

La incorporación de fertilizantes al suelo es una actividad indispensable para el aumento de la productividad del cultivo. La generación de un biofertilizante a partir subproductos agrícolas regionales y bacterias fijadoras de N de vida libre es una alternativa para mantener reservas nutricionales en el suelo y asegurar la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas.

Se realizó una investigación para formular un biofertilizante con subproductos regionales (cachaza y pollinaza) y bacterias nativas de los géneros *Azotobacter* y *Azospirillum* aisladas de suelos rizosféricos de plantas de limón persa.

Se estableció un bioensayo basado en un experimento con arreglo factorial 4x4 y distribución completamente al azar. Se probaron suelo, cachaza y pollinaza (cachaza, cachaza+suelo, pollinaza y pollinaza+suelo) y cuatro combinaciones de consorcio de bacterias (sin consorcio, *Azotobacter*, *Azospirillum* y consorcio *Azospirillum* + *Azotobacter*); en total 16 tratamientos y cuatro repeticiones, esto es, 64 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron la liberación de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), y tamaño de poblaciones totales de las bacterias *Azotobacter* y *Azospirillum*.

Los resultados indicaron que existen diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, ? <0,05). La mayor liberación de amonio (10,664 mg g<sup>-1</sup>) resultó de la combinación pollinaza + suelo inoculado con el consorcio *Azotobacter* + *Azospirillum*, con una población de 42 x10<sup>2</sup> y 13 x10<sup>2</sup> UFC g<sup>-1</sup> de sustrato seco, respectivamente, versus pollinaza + suelo sin inóculo con un contenido de 0,385 mg g<sup>-1</sup> de amonio. La mayor liberación de nitrato (0,337 mg g<sup>-1</sup>) ocurrió en pollinaza inoculada con *Azospirillum* con una población de 45x10<sup>3</sup> UFC g<sup>-1</sup> de sustrato seco, la menor liberación con 32.3 mg kg<sup>-1</sup> de nitratos sucedió en pollinaza sin inóculo. Se recomienda posteriores ensayos de aplicación del biofertilizante formado por pollinaza+suelo+*Azotobacter*+*Azospirillum* en vivero y en plantaciones comerciales de limón persa.

**Palabras clave:** Amonio, Nitrato, *Azotobacter*, *Azospirillum*, Pollinaza.

## ABSORCIÓN NUTRIMENTAL DEL *Ballico perenne* ESTABLECIDO EN SUELOS MEJORADOS CON BIOSÓLIDOS

Edmundo Robledo, Langen Corlay, Joel Pineda, Elizabeth Hernández,  
Benjamín Ortiz, Amalio Ponce, Ranferi Maldonado, Edna Álvarez  
y David Cristóbal.

Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco (México).  
<erobledo@correo.chapingo.mx>.

**Introducción.**- A pesar de las buenas características agronómicas que presentan los lodos residuales (biosólidos) algunos de ellos no pueden ser utilizados en la agricultura ya que contienen diferentes tipos de sustancias que en concentraciones altas pueden producir efectos tóxicos en los vegetales y en quienes los consuman y contaminar los suelos y las aguas subterráneas. Por tanto, se requieren análisis químicos para determinar el contenido de nutrimentos y metales pesados, además de calcular una tasa de aplicación debido a que los lodos pueden variar en sus concentraciones (Lovell, 1996). Este trabajo tuvo por objetivo evaluar la aplicación de biosólidos en el contenido nutrimental en el pasto *Ballico perenne*, en suelos de la zona de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Niágara”, de la ciudad de Aguascalientes (México).

**Materiales y Métodos.**- El experimento se estableció en invernadero, en macetas con capacidad para 2 Kg Se emplearon tres suelos representativos del área de influencia de la zona de estudio; se aplicaron 8 tratamientos (0, 10, 20, 40, 80, 120, 160, 200 t ha<sup>-1</sup> de biosólidos en base seca y uno con fertilización química 150-80-00), con 3 repeticiones. Al mes de incorporado el lodo se sembró pasto *Ballico perenne*. A un mes de establecido el cultivo se determinó N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Pb y Cd en el follaje, empleando las metodologías establecidas en la Norma Oficial Mexicana

**Resultados y Discusión.**- En el Suelo 1, a partir de la aplicación de 80 t ha<sup>-1</sup>, hubo un incremento en el contenido de nutrimentos en la planta. Para el Suelo 2 el tratamiento con 160 t ha<sup>-1</sup> presentó la mayor concentración de N estando dentro del rango considerado como adecuado por Fageria (1997). Las concentraciones de P, K, Ca y Mg no presentaron diferencias significativas; el contenido de Cu presentó correlación positiva con el Zn y negativa con Mn; así mismo, el Zn presentó correlación negativa con Mn. Al respecto, Tisdale *et al.* (1993) señalaron que altas concentraciones de Mn inhiben la absorción de Zn, debido a la competencia por los sistemas de transporte en el interior de la planta. Todos los niveles de micronutrimentos estuvieron dentro de los rangos reportados por Fageria (1997). Los tratamientos 120, 160 y 200 t ha<sup>-1</sup> fueron los mejores en cuanto al contenido

de nutrimentos presentes en la planta. En el Suelo 3<sup>a</sup>, partir de 120 t ha<sup>-1</sup> hubo un incremento en el contenido nutrimental. El N presentó correlación positiva con P, K, Ca, Zn, Mn y Fe y el P interacción positiva con Zn. El K interaccionó positivamente con Fe y Zn. Castellanos *et al.* (2000) mencionaron que la absorción de Mn y Zn se ve favorecida por la aplicación de K, debido a que existe una interacción positiva K-Zn y K-Mn.

**Conclusiones.**- El contenido nutrimental en el tejido vegetal se incrementa con la aplicación de biosólidos al suelo. El mayor contenido nutrimental del *Ballico perenne* se obtuvo en el Suelo 1 con la dosis de 160 t ha<sup>-1</sup> y en los Suelos 2 y 3 con 200 t ha<sup>-1</sup> de biosólidos. La absorción de nutrimentos del ballico establecido en los suelos tratados con la dosis de fertilización química es comparable con los resultados obtenidos con la dosis de 40 t ha<sup>-1</sup> de biosólidos en los Suelos 2 y 3, y en el Suelo 1 con la dosis de 20 t ha<sup>-1</sup>. El cultivo no presentó alteración fisiológica por acumulación de metales pesados.

**Palabras clave:** Metales pesados, Lodos cloacales, Ballico, Contaminación.

## INSPECCIÓN DE FLORA PARA FITORREMEDIACIÓN EN JALES DE FRANCISCO I. MADERO, ZACATECAS (MÉXICO)

Miguel Ángel Salas Luévano<sup>1</sup>, Eduardo Manzanares Acuña<sup>2</sup>,  
Héctor René Vega Carrillo<sup>2,4</sup>, Consuelo Letechipía de León  
y Gema A. Mercado Sánchez<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Agronomía.

<sup>2</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Estudios Nucleares.

<sup>3</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Biología Experimental.

<sup>4</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Ing. Eléctrica.

<sup>5</sup> Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Matemáticas.

Universidad Autónoma de Zacatecas. Apdo. Postal 336, Zacatecas 98000 (México).

<emanz\_44@yahoo.com>.

La identificación de plantas asociadas en jales mineros con potencial para fitorremediación fue conducida en la comunidad de Francisco I. Madero (Zacatecas, México). Los resultados preliminares indican que la flora vascular del área comprende una lista florística que incluye 29 especies, 27 géneros y 14 familias botánicas. Entre estas últimas, las más diversas fueron *Poaceae* y *Asteraceae* y las más abundantes *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Curcubitaceae* y *Chenopodiaceae*. También, las diferentes especies, sobre suelos severamente contaminados, muestran considerable variación en producción de biomasa.

Las más promisorias como fitorremediadoras son *Lupinus campestris* (*Fabaceae*), *Buddleja scordioides* (*Buddlejaceae*), *Cordia congestiflora* (*Caryophyllaceae*), *Bidens odorata* (*Asteraceae*) y *Eragrostis cilianensis* (*Poaceae*). Se analizaron las diferencias de acumulación en los distintos órganos de las mismas y se relacionaron con la concentración de los metales pesados extraíbles de los suelos en las muestras de campo. Finalmente, se discute el potencial que ofrecen estas especies para su empleo en tecnologías de fitorremediación.

**Palabras clave:** Fitorremediación, Escombreras, México, Plantas acumuladoras.

## MINERALIZACIÓN DE C Y N EN RELAVES MINEROS ACONDICIONADOS CON BIOSÓLIDOS

V. Claudia Santibáñez<sup>1</sup>, María Teresa Varnero M.<sup>2</sup>  
y Rosanna Ginocchio C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, Parque Antonio Rabat, Santiago 6500 (Chile). <csantiba@uchile.cl> y <rginocc@cimm.cl>.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa, Santiago 11315 (Chile). <mvarnero@uchile.cl>.

Los tranques de relaves generados por la minería del Cu, una vez que dejan de ser operativos constituyen una fuente potencial de dispersión de metales pesados al medioambiente. Para evitar estos problemas se deben estabilizar adecuadamente mediante el establecimiento de una cobertura vegetal. Sin embargo, para que las especies vegetales puedan ser sostenibles a largo plazo es necesario restituir la actividad microbiana encargada de los procesos de mineralización de nutrientes en estos sistemas.

Se evaluó *in vitro* en condiciones controladas de humedad y temperatura la mineralización de C y N en relaves acondicionados con dosis equivalentes a 0, 6, 12 y 100 % de biosólidos durante 14 semanas.

Las tasas de mineralización de C orgánico se encontraron en un rango de 2,6 a 26,2 %. Las pérdidas de las fracciones orgánicas, evaluadas como CO<sub>2</sub> y respecto a los contenidos iniciales de C fueron mayores a medida que se aumentó la dosis de biosólidos. La aplicación de 6 % de biosólidos contribuyó a mantener e incrementar la reserva orgánica los relaves, permitiendo mayores posibilidades de que una fracción de los biosólidos entre en un proceso de humificación de la materia orgánica, con lo cual se genera fracciones estables que contribuyen a procesos de formación de suelo sobre los relaves. Durante el período de incubación, se evidenciaron procesos transitorios de inmovilización de N en todos los tratamientos; sin embargo, predominaron los procesos de mineralización. Al aumentar la dosis de aplicación de biosólidos se incrementaron las tasas de mineralización de N, las cuales se encontraron en un rango de 0,4 a 14,5 %.

Por tanto, se esperaba que, tras una aplicación en terreno, las tasas de mineralización de N fueran mayores con una aplicación de biosólidos en superficie (representado por el tratamiento 100% biosólidos) que en una aplicación en mezcla, lo cual representaría un mayor riesgo potencial de lixiviación de N.

**Palabras clave:** Mineralización, Relaves mineros, Biosólidos.

## FOTODEGRADACIÓN DE PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS. CLORPIRIFÓS: UN CASO EN ESTUDIO

**Alcira Trinelli y María dos Santos Afonso**

*Instituto de Química Física de Materiales, Ambiente y Energía (INQUIMAE) y Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón II, 3er. piso, Ciudad Autónoma de Buenos Aires C1428EHA (Argentina). <mtrinelli@qi.fcen.uba.ar> y <dosantos@qi.fcen.uba.ar>.*

Los compuestos organofosforados se utilizan en la agricultura principalmente como pesticidas. La luz causa degradación fotolítica de los distintos compuestos organofosforados. La degradación puede ocurrir por fotólisis directa o indirecta. En la fotólisis directa los pesticidas absorben luz UV y, con posterioridad, reaccionan con otras sustancias disueltas o se descomponen por sí mismos. La fotólisis indirecta es muy común y es causada por  $O_2$  y/o radicales hidroxilo o peroxo que son producidos durante la fotólisis de compuestos inorgánicos o sustancias húmicas disueltas.

Con el fin de contribuir al esclarecimiento de los procesos básicos de degradación de los pesticidas organofosforados usados extensivamente en la Argentina se determinó la cinética de las reacciones fotoquímicas de descomposición del insecticida Clorpirifós en solución metanólica y en mezclas metanol-agua, expuesto a la luz UV-vis bajo condiciones similares a las ambientales y los productos de degradación.

El Clorpirifós (O,O-dietil-O-(3,5,6-tricloro-2-piridinil)-fosforotioato) es un insecticida- acaricida-nematicida organofosforado de amplio espectro que actúa por contacto, ingestión e inhalación sobre insectos y ácaros. Se utiliza en Argentina sin restricciones en la agricultura y en ambientes domésticos. Su aplicación puede ser foliar o al suelo y, debido a las lluvias y a la irrigación, el Clorpirifós aplicado en áreas agrícolas es transportado hacia las aguas superficiales. Debido a la baja solubilidad de Clorpirifós en agua ( $1,05\text{--}2\text{ mg kg}^{-1}$ ) se procedió a realizar soluciones utilizando metanol como solvente. Luego se buscó una mezcla metanol-agua que permitiera obtener valores de absorbancia apreciables, la cual fue metanol:  $H_2O$  1:1. Se realizaron los ensayos de fotólisis irradiando las muestras con tubos fluorescentes como fuente de luz UV y controlando la agitación y temperatura del sistema. Se tomaron muestras a diferentes tiempos durante la degradación y se midieron espectrofotométricamente a las longitudes de onda de 230 y 290 nm para determinar la concentración de Clorpirifós remanente. En el caso de las mezclas en metanol:  $H_2O$  se midió, además, el pH. Para cada concentración de Clorpirifós se realizó el ensayo de hidrólisis en oscuridad a la misma temperatura.

En todos los ensayos se observó un decaimiento exponencial de la absorbancia con el tiempo. Se determinó que la reacción es de orden 1 respecto al reactivo. Los valores de la constante de velocidad para la fotodegradación (k) obtenidos para cada caso son:

$$k = 1,65 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} \text{ (en la mezcla metanol: H}_2\text{O)} \\ \text{y } k = 1,01 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} \text{ (en metanol)}$$

En los ensayos en metanol puro se observó que, a medida que decrecen las bandas de Clorpirifós, aparece una banda a 375 nm, la cual llega a un máximo y comienza a disminuir hasta desaparecer por completo. Los ensayos fueron realizados a 25 °C y a 42 °C y no se observaron diferencias significativas entre los valores de las constantes k obtenidas a ambas temperaturas. Durante la fotólisis de las soluciones en metanol: H<sub>2</sub>O se observa un decaimiento del pH con el tiempo que se puede asociar a la formación de productos de fotodegradación ácidos.

Se desarrolló un método de análisis de las muestras fotolizadas y de los controles por *HPLC-MS*. Del análisis de estas mediciones se dedujo que los productos de fotodegradación de Clorpirifós en ambos solventes empleados son los mismos, siendo identificado como uno de los principales productos el Ácido O,O-dietil fósforotioico. Se ha propuesto un mecanismo para la reacción de fotólisis en cada solvente empleado.

**Palabras clave:** Fotodegradación, Pesticidas, Organofosforados, Clorpirifós, Ácido O,O-dietil fósforotioico.

# EFECTO DE LA RESTAURACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON PETRÓLEO EN EL SUELO Y EN LA VEGETACIÓN EN TABASCO (MÉXICO)

Antonio Trujillo-Narcía<sup>1</sup>, María del Carmen Rivera-Cruz<sup>2</sup>  
y Eduardo Maldonado Chávez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco (México). <anarcia@uag.mx>.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (México). <mariari@colpos.mx>.

Se realizó un estudio sobre la eficiencia de la restauración de un suelo tomando muestras de dos sitios: el primero con suelo contaminado antes, de la restauración (Abril 2002) y el segundo después de la restauración (Abril 2004), se comparó la eficiencia de la restauración comercial de un *Gleysol antráquico* contaminado con petróleo crudo derramado de oleoductos durante 22 años en una extensión de 6,25 ha. El lugar se encuentra al SE del Complejo Procesador de Gas La Venta, (Tabasco, México). Las coordenadas geográficas son 18° 04' a 18° 05' N y 94° 02' a 94° 03' O.

Se aplicó una tecnología de degradación bioquímica y tratamiento del suelo en celdas. Las variables evaluadas fueron pH y materia orgánica del suelo, concentración de hidrocarburos totales del petróleo (mg kg<sup>-1</sup>, peso seco) en el suelo; diversidad vegetal, biomasa vegetal y poblaciones totales de bacterias y hongos (UFC).

La remoción de los hidrocarburos totales del petróleo no fue eficiente aplicando la desorción por lavado y tampoco a través de la bioestimulación por adición de fertilizante mineral comercial (17-17-17) y estiércol de ganado bovino. La contaminación con petróleo se incrementó en el suelo originalmente menos contaminado con 2,79 g kg<sup>-1</sup> de HTP y después de la restauración 58,21 g kg<sup>-1</sup> de HTP. El área más contaminada con la restauración disminuyó 3,6 veces; sin embargo, rebasó la concentración máxima permisible de 3,00 g kg<sup>-1</sup> HTP para suelos con uso agrícola, de acuerdo con la normatividad ambiental mexicana (Diario Oficial, 2005). Se confirma que la restauración no fue eficiente no cumplió los límites máximos permisibles indicados en la normatividad ambiental mexicana. El potencial hidrógeno no fue modificado. El tratamiento mecánico de la materia orgánica fíbrica-hémica del suelo originó su destrucción y disminuyó la fertilidad natural del suelo; además, se formaron cuerpos de agua porque disminuyó hasta un 30% el volumen del suelo tratado, por lo que el suelo regresado a su sitio original no cubrió la excavación original. Se modificó el uso del suelo y disminuyó significativamente la biomasa vegetal en las cuatro áreas y también las poblaciones totales (UFC) de las bacterias rizosféricas. La diversidad vegetal aumentó en el suelo menos contaminado, principalmente con especies vegetales

silvestres, debido al uso de estos espacios por la maquinaria que intervino en los procesos de restauración de los suelos afectados por hidrocarburos del petróleo. La población de hongos rizosféricos aumentó significativamente, lo cual sugiere que tienen mayor capacidad de adaptación que las bacterias a los suelos contaminados con petróleo.

**Palabras clave:** Recuperación de suelos, Contaminación por petróleo, México, Hidrocarburos, Biorrecuperación.

## EVALUACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES A METABOLITOS FITOTÓXICOS MEDIANTE BIOENSAYOS DE GERMINACIÓN

María Teresa Varnero<sup>1</sup>, Roberto Orellana<sup>1</sup>,  
Claudia Rojas<sup>1</sup> y Claudia Santibáñez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Casilla 1004, Santiago (Chile). <mvarnero@uchile.cl>, <rob\_orellana@yahoo.com> y <claviarojas@yahoo.com>.

<sup>2</sup> Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, Parque Antonio Rabat 6500, Santiago (Chile). <csantiba@uchile.cl>.

Los bioensayos han surgido como una herramienta eficiente, rápida y relativamente económica para comprobar la madurez química del *compost*. El objetivo de este trabajo fue determinar las especies más sensibles a los metabolitos fitotóxicos presentes en tres residuos agroindustriales que se sometieron a un proceso de compostaje: Residuos de elaboración de café instantáneo (C), mezcla residuos de elaboración de café y residuos de fruta fresca (RF) y mezcla hollejo, escobajo, pepa de uva, guano broiler y paja de trigo (G). Estos materiales presentaban una alta tasa de respiración, lo que implicaba la existencia de compuestos orgánicos en fases intermedias de biodegradación y que podrían corresponder a metabolitos fitotóxicos. Se realizaron ensayos de germinación utilizando: rabanito (*Raphanus sativus* var. Cherry Belle); pepino (*Cucumis sativus* var. Marketer); repollo (*Brassica oleracea* var. Record III); berro (*Nasturtium officinale*) lechuga (*Lactuca sativa* var. Cuatro estaciones). Se colocaron 10 semillas de cada especie en placas Petri que contenían 10 mL de los extractos obtenidos con cada uno de los residuos agroindustriales en relación 1:5; durante 4 días a 25 °C. Se midió Porcentaje de Germinación Relativo (PGR), Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) e Índice de Germinación (IG).

Los promedios de IG medidos en todos los extractos confirman la mayor sensibilidad de lechuga y rabanito (11,3 % y 25,4 % respectivamente) seguidos de berro, repollo y pepino (53,7 %, 62,6 % y 83,0 % respectivamente). La separación de medias de IG demostró que los tratamientos en donde se incluía lechuga sobre extractos de RF y C presentaron diferencias significativas con los otros tratamientos, indicando su mayor potencial para ser utilizada en evaluaciones de fitotoxicidad. Con respecto al pepino evaluado en extractos RF y C se obtuvieron altos valores de IG, que fueron significativamente distintos al resto de los tratamientos, cuestionando la sensibilidad de esta especie a la presencia de metabolitos fitotóxicos en materiales orgánicos inmaduros o con una baja estabilidad biológica.

**Palabras clave:** Índice de germinación, Metabolitos fitotóxicos, Bioensayos de germinación.



## ***Sesión IX***

# **CIENCIAS SOCIALES**

*Presidente: Dr. Emma ZAPATA <emzapata@colpos.mx>*

*Secretario: Dr. Rosendo VILCHEZ <vilchez@unex.es>*



## RELACIÓN ENTRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LA SALUD. ESTUDIOS EN ESPAÑA Y EUROPA

**Ferrán Ballester**

*Escuela Valenciana de Estudios para la Salud (EVES), Valencia (España).  
<ballester\_fer@gva.es>.*

Un número importante de estudios realizados en distintas ciudades han encontrado que, aún por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, los incrementos de los niveles de la contaminación atmosférica se asocian con efectos nocivos sobre la salud. Entre estos estudios destacan el proyecto *APHEA* en el que participan 35 ciudades europeas y el estudio *NMMAPS* que incluye las 100 ciudades estadounidenses de mayor población. En España, el proyecto *EMECAS* evalúa la asociación de la contaminación atmosférica y la salud en la población de 16 ciudades. Además, otro estudio llevado a cabo en Francia, Suiza y Austria indicó que el 6% de la mortalidad y un número muy importante de nuevos casos de enfermedades respiratorias en estos países se puede atribuir a la contaminación atmosférica. La mitad de este impacto es debido a la contaminación emitida por los vehículos de motor. Por otro lado, aumenta la preocupación sobre los posibles riesgos de agentes para los que no existe una evaluación satisfactoria. En definitiva, importantes sectores de la población se encuentran expuestos a contaminantes atmosféricos con posibles repercusiones negativas sobre su salud. Y todo ello a pesar del ajuste de las normas de emisión de contaminantes, el mayor control de los niveles de contaminación atmosférica y el descenso de los niveles de ciertos tipos de contaminantes.

Debido a la importancia del problema, los políticos y responsables de los servicios, profesionales de salud pública y de medio ambiente y los ciudadanos necesitan información, comprensible y actualizada, sobre contaminación atmosférica y salud pública a que les ayude a tomar decisiones informadas sobre las cuestiones políticas, profesionales e individuales que les interesan. Sin embargo, en muchos países de Europa y, especialmente en España, las funciones de vigilancia y control de los riesgos ambientales se han ido alejando de los Servicios de Salud Pública. Esto ha llevado, entre otras consecuencias, a una falta de coordinación en las estrategias de los servicios de salud pública y medio ambiente y a un desconocimiento técnico sobre la manera de controlar y ayudar a resolver los problemas relacionados con los riesgos ambientales.

En Europa, desde hace unos años, el proyecto *APHEIS*, en el que participan 26 ciudades, intenta dar respuesta a dicha necesidad por medio de la creación de un sistema de vigilancia en salud ambiental en Europa que incluya

una base de datos comprensiva de contaminación atmosférica y salud. Con ello se pretende cuantificar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud pública a nivel local, nacional y europeo, así como distribuir informes estandarizados sobre el impacto de la contaminación atmosférica en salud pública.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, Salud, Estudios epidemiológicos, España, Europa.

## LA RUPTURA DEL DIQUE DE COLAS DE PORCO, POTOSÍ (BOLIVIA) EN 1996

**Miguel A. Blesa**

*Unidad de Actividad Química, Comisión Nacional de Energía Atómica, Avenida General Paz 1499, San Martín 1650 Provincia de Buenos Aires (R. Argentina). <miblesa@cnea.gov.ar> y <miguel.blesa@cnea.gov.ar>.*

El 29 de agosto de 1996, en la localidad de Porco (Potosí, Bolivia), se rompió el dique de colas de la mina de la Compañía Minera del Sur (COMSUR) y entre doscientas y cuatrocientas mil toneladas de lodos ingresaron al río Agua de Castilla, afluente del internacional río Pilcomayo. Este último, históricamente el límite entre Argentina y Paraguay, divaga hacia el sur y rara vez posee caudal suficiente para alcanzar su desembocadura natural en el río Paraguay. Hasta la frontera entre Bolivia y Argentina el cauce es de gran pendiente, típico de la alta montaña, y sus aguas arrastran en época de lluvias grandes cantidades de sedimentos originados en las altas cumbres. En la región argentino-paraguaya, en cambio, la pendiente disminuye abruptamente, lo que ocasiona el depósito de dichos sedimentos. En época de bajas precipitaciones, dichos sedimentos se cubren de vegetación autóctona que constituyen barreras para las aguas en la nueva crecida, dando origen al divague hacia el Sur. La reparación del dique, la limpieza del lecho y la construcción de barreras de contención para frenar el derrame no pudieron evitar que la contaminación se propagara en la cuenca hidrológica y afectara, no sólo a Bolivia, sino también a Argentina y Paraguay. Se incorporaron a las aguas cianuros, As, Pb, Ni y Cd con impacto ambiental inmediato en la zona de alta montaña (Potosí, Bolivia): Alta mortandad de peces y el fallecimiento de tres moradores indígenas de la región de San Lorencito por presunta ingestión de peces (sábalos) contaminados.

La información oficial fue tardía: La compañía minera y el gobierno de Bolivia aceptaron oficialmente lo sucedido meses más tarde. Durante los meses y años subsiguientes la Comisión Trinacional del Río Pilcomayo analizó las consecuencias ambientales y las posibles medidas de emergencia y de largo plazo para la protección de la salud pública y de la industria pecuaria existente en la zona bajo riesgo. No se encararon tareas de remediación de gran escala y continúa en discusión el Plan de Gestión de la cuenca para prevenir episodios similares.

Sería interesante comparar la respuesta en este caso con la respuesta en Doñana; ello pone en evidencia la falta de recursos y estructuras disponibles para enfrentar grandes calamidades en Iberoamérica, especialmente cuando las regiones afectadas corresponden a áreas de escaso desarrollo socio-económico.

**Palabras clave:** Desastre ambiental, Bolivia, Argentina, Paraguay, Contaminación masiva.

## OFICINAS UNIVERSITARIAS DE MEDIO AMBIENTE

**Luis Fernández Pozo**

*Oficina Universitaria de Medio Ambiente de la Universidad de Extremadura. Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n., Badajoz 06071 (España). <luferpo@unex.es>.*

Toda organización, empresa pública o privada, tiene el deber y la obligación de velar y proteger el medio ambiente. La creación en su organigrama de oficinas de medio ambiente, dados los variados objetivos específicos en cuanto al tipo y funciones a desarrollar por la organización, hace que los tipos de oficinas sean diversos en cuanto a funcionalidades y características.

El objetivo básico de una Oficina Universitaria de Medio Ambiente es la elaboración, puesta en marcha y desarrollo de la Política Medioambiental universitaria como base de su propio Plan de Gestión Medioambiental, todo ello encaminado para lograr una gestión medioambiental encaminada a la consecución de un desarrollo sostenible.

De entre todas las funciones que deben desarrollarse en el seno de una Oficina Universitaria de Medio Ambiente se pueden destacar el asesoramiento a la institución en cuestiones relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, así como participar e intervenir en las actuaciones, actividades y proyectos que puedan afectar a las condiciones, recursos y componentes ambientales con el fin de procurar una correcta aplicación de la normativa correspondiente y de prevenir o minimizar los posibles impactos de dichas actividades. Las actividades a desarrollar por ella se encaminan hacia la definición de criterios, objetivos y prioridades a alcanzar a través de planes, programas y actuaciones dirigidas a la defensa y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales. Atendiendo a lo expuesto, las Oficinas Universitarias de Medio Ambiente se constituyen como el órgano representativo, competente y responsable de la política medio ambiental de la Universidad.

Un Plan de Gestión Medioambiental tiene como finalidad alcanzar objetivos, entendiendo éstos como el fin que se pretende conseguir en función los compromisos asumidos en la Declaración de Política Medioambiental. El cumplimiento de ellos va a exigir la elaboración de programas específicos de actuaciones. La integración de todos estos constituye el Plan de Gestión Medioambiental. En el Plan de Gestión se abordan las repercusiones a corto y largo plazo de los productos, servicios y procesos en el Medio Ambiente ocasionados por las actividades universitarias. Mediante la atribución de recursos, la asignación de responsabilidades y la constante evaluación de prácticas, procedimientos y procesos, proporciona orden y coherencia en los métodos aplicados para poner en práctica, realizar, revisar y mantener al día la Declaración de Política Medioambiental.

**Palabras clave:** Gestión ambiental, Política ambiental, Universidad, España.

# PROBLEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN, MANEJO E IMPORTACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS DE LAS INDUSTRIAS EN MÉXICO

**Laura Alejandra Irazoque Reyes**

*Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Acatlán.  
(México). <lauirazoque@yahoo.com.mx>.*

La definición del problema de la generación de residuos sirve para ubicar las soluciones que se propongan, sin importar si se considera la causa principal o sólo el síntoma de los problemas ambientales y de salud provocados por la generación de residuos peligrosos.

Se presenta un análisis de la problemática mexicana en cuanto a producción e impacto específicamente de los residuos peligrosos y tóxicos de las industrias, así como estadísticas al respecto. Por otro lado se muestra parte de la posición gubernamental actual que otorga un alarmante permiso de importar residuos de otros países

México cuenta con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), con un reglamento de dicha Ley en materia de residuos peligrosos, así como con una gran variedad de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) al respecto que, en muchos casos, no dan respuesta suficiente que permita prevenir y controlar este problema, al igual que avanzar en materia de sanciones por responsabilidad y de reparación real y efectiva del daño ambiental causado.

**Palabras clave:** Residuos industriales peligrosos, Residuos tóxicos, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Norma Oficial Mexicana (NOM).

**LA EMPRESA AZUCARERA ENRIQUE VARONA GONZÁLEZ:  
POR UNA POSICIÓN PROACTIVA ANTE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL  
DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL**

**Orbey Damian Rivero Siverio, C. Elme Carballo Ramos, Maribel Bárbara Gómez González y Amarilys Zamora Moreira**

*Calle 8 # 21 entre Enrique Varona y Tomás González, Morón. Ciego de Ávila (Cuba).  
Teléfono: 33505185 y 33505432. <levis@ciba.fica.inf.cu>.*

La localización de la empresa en el territorio genera una serie de impactos sobre su entorno físico y social cuyo reconocimiento se expresa en el principio de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE). El marco legal e institucional de nuestro país, así como la voluntad política de nuestro gobierno, condicionan el cumplimiento por parte de las empresas de este principio, las cuales no hacen del mismo una política propia y por tanto no lo incorporan a su modo de actuar cotidiano, razón que esustenta la hipótesis de que la Empresa Azucarera Enrique Varona no favorece el desarrollo sostenible de su Medio Ambiente porque su posición respecto a estas políticas y decisiones es acomodativa; si tuviera un plan de acciones para dinamizar el cumplimiento del principio de la RSE en su dimensión ambiental pasaría a una posición proactiva. El anterior criterio encuentra fundamentación en la teoría planteada por Archie Carroll, en la cual se combinan las ideas filosóficas de responsabilidad social y los primeros modelos de capacidad de respuesta social en una sola teoría de acción corporativa social denominada desempeño corporativo social mediante la cual la empresa a nivel macro intenta implantar los principios de contrato social en su proceso de toma de decisiones y políticas. Estas decisiones y políticas pueden ser reactivas (la empresa sólo responde ante un asunto de índole social después que ha puesto en riesgo sus propias metas), defensivas (la empresa actúa para protegerse de los riesgos), acomodativas (la empresa se alinea con los requerimientos del gobierno y las exigencias de la opinión pública), o proactivas (la empresa se anticipa a las demandas que aún no han sido expresadas). El estudio realizado contempla la incidencia de la empresa sobre su medio ambiente, entendido éste como el “sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades”; en el período comprendido entre 1917, momento en el que inicia su explotación el antiguo central de Falla (hoy Enrique Varona) y el cierre del año 2004. Para medir esta incidencia se utilizó la caracterización físico-química de los residuales de la industria y sus posibilidades de aprovechamiento realizada por el Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA) se cuantificó el volumen de residuales sólidos agrícolas e industriales y sus posibilidades de aprovechamiento, se aplicó una

encuesta diseñada por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente a fin de caracterizar las empresas más contaminantes del país; y una matriz de evaluación propuesta por Foro de la **EMP**resa Privada y la **RE**sponsabilidad **S**ocial en las **Am**éricas como Guía Inicial de Responsabilidad Social Empresarial a fin de diagnosticar la situación actual de la empresa en la dimensión ambiental. Fue el propósito proponer un plan de acciones que permita dinamizar el cumplimiento del principio de la Responsabilidad Social Empresarial en su dimensión ambiental como una vía para alcanzar el desarrollo sostenible del medio ambiente en la Empresa Azucarera Enrique Varona González.

El estudio demuestra que no existe un enfoque integral en su orientación y ejecución hacia la solución de los impactos que genera la empresa sobre su medio ambiente, lo cual evidencia una posición acomodativa de su parte ante las exigencias de los organismos reguladores; la aplicación de la Matriz de Evaluación de la Responsabilidad Social Empresarial en su dimensión ambiental permitió visualizar potencialidades, que manejadas adecuadamente por la empresa le pueden permitir alcanzar una posición proactiva ante el desempeño de sus políticas ambientales; la materialización del plan de acciones propuesto permitirá el paso de la empresa de una posición acomodativa a una posición proactiva en el cumplimiento del principio de la Responsabilidad Social Empresarial en su dimensión ambiental y por tanto constituirá una vía para lograr el desarrollo sostenible de su medio ambiente.

**Palabras clave:** Proactiva, Medio Ambiente, Responsabilidad Social Empresarial.

# ESTUDIO DEL BALANCE ENERGÉTICO EN LOS PRADOS EN LA REGIÓN JESENÍKY (REPÚBLICA CHECA)

Jozef Rzonca<sup>1</sup>, Richard Pospisil<sup>2</sup>, Pavlína Micová<sup>1</sup>,  
Marie Svozilová<sup>1</sup> y Jan Pozdíšek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agroinvestigación Rapotín, Výzkumníků 267, Víkřovice 788 13 (República Checa).  
<jozef.rzonca@vuchs.cz>.

<sup>2</sup> Universidad Eslovaca de Agricultura, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 01 (República eslovaca).

**Introducción.** - En la actualidad se presentan grandes problemas debidos al rápido ritmo de crecimiento de la población humana y a la disminución de los recursos de energía. Se deben estudiar el uso de los recursos energéticos y aprender a conservar la tierra, el agua y los recursos biológicos que son esenciales para lograr una agricultura sostenible. Los objetivos de este trabajo fueron siguientes: Analizar y Cuantificar las entradas y salidas de la energía en proceso de producción de las praderas explotadas y abonadas con diferentes intensidades y precisar el manejo de explotación la más efectivo con vistas a un aprovechamiento de la energía.

**Materias y métodos.** - El experimento se ha realizado durante los años 2003–2005 en prados experimentales (390–402 m.s.m). La región Jeseníky se halla en el nordeste de la República Checa. El suelo se clasifica como Cambisol arcilloarenoso. La vegetación de los prados, predominantemente, es: *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* y *Trifolium repens*. Para evaluación de las entradas energéticas adicionales se utilizó los métodos y coeficientes publicados por Pospisil y Vilček (2000). La energía de la biomasa se determinó con un calorímetro en el Instituto de investigación de la cría bovina en Rapotín. La intensidad de la explotación fue la siguiente: 1. Intensiva (4 siegas por año (la primera siega el 15 de Mayo y las demás cada 45 días); 2. Intensiva media) 3 siegas por año (la primera siega el 31 de Mayo y las demás cada 60 días); 3. Poco intensiva (2 siegas por año, la primera el 15 de Junio y la segunda 90 días después); 4. Extensiva (2 siegas por año, la primera el 30 de Junio y la segunda 90 días después). La fertilización fue la siguiente: A, fertilización; B, P:K 30:60 kg ha<sup>-1</sup>; C, N:P:K 90:30:60 kg ha<sup>-1</sup>; D, N:P:K 180:30:60 kg ha<sup>-1</sup>. Se calculó el beneficio energético:

[GJ ha<sup>-1</sup>] = energía de biomasa – entradas energéticas;

Efectividad energética = energía de biomasa/entradas energéticas;

Necesidad de energía adicional para producción de 1 Mg de biomasa = adicionales entradas energéticas/ cantidad de biomasa.

**Resultado y discusión.** - La más alta producción se tuvo en la explotación poco intensiva (= 7,62 t de biomasa y 140,33 GJ de bruto energía por

ha) y la más baja en la explotación intensiva (= 6,57 t de biomasa y 120,82 GJ de bruto energía por ha). La cantidad de la energía adicional oscilaba entre 2,17 GJ ha<sup>-1</sup> hasta 21,67 GJ ha<sup>-1</sup>. La producción de la biomasa, y de la energía se incrementó con la aplicación de abonos. La biomasa de gramíneas constituyó un gran potencial y fuente de energía renovable. En la República Checa en el año 2030 se tendrá que utilizar 15-16 % de energía procedente de fuentes renovables. El poder calorífico más alto se obtuvo en la explotación extensiva. Esta diferencia entre la explotación extensiva y las demás fue estadísticamente significativa. Entre los otros manejos de explotación no se encontró diferencias significantes. Se obtuvieron diferencias significativas entre la variante no abonado con N (B) y las abonadas con N (C, D), pero no hubo diferencias entre dosis de N aplicadas.

**Conclusiones.** - La eficiencia energética significó pérdidas de energía. El poder calorífico creció con el aumento de dosis de N y con la disminución de la explotación. La intensidad de explotación y fertilización disminuyó la efectividad de transformación de la energía adicional. Se observó la producción más alta en la explotación poco intensiva, es decir con 2 siegas por año (la primera el 15 de Junio y segunda la 90 días después). Con este manejo se produjo más energía como biomasa consumiendo menos de energía no renovable.

**Palabras clave:** Energía, Prados, Eficiencia energética, Fertilización.

**PRELIMINARES SOBRE FITOCARBONO EN AGROENTORNO:  
ALMACÉN NATURAL DE CO<sub>2</sub>.  
SALUD ECOLÓGICA, HUMANA Y AMBIENTAL SOSTENIBLE**

**Juan Isidro Sánchez Leyva<sup>1</sup>, Danay Sánchez Méndez<sup>2</sup>,  
Juan Manuel Sánchez Castro<sup>3</sup>, Carlos Wise Thomas<sup>4</sup>,  
Luis R. Leo Goliath<sup>1</sup>, Yuris Rodríguez Matos<sup>4</sup>, Maylín Sánchez Castro<sup>5</sup>,  
Gerardo Soler L.<sup>6</sup>, Jesús R. Fernández Leyva<sup>4</sup>, Ana Ida Vilier Cintra<sup>1</sup>  
y José Sánchez Fonseca<sup>4</sup>**

*Facultades: <sup>1,6</sup>Ciencias Económicas. <sup>4</sup>Agroforestal de Montaña (FAFM). <sup>4</sup>Ciencias Médicas. <sup>6</sup>Informática. <sup>1,4,6</sup>Centro Universitario de Guantánamo. Km 2.5 carretera Guantánamo-Santiago, (Cuba). <jsanchez@cug.co.cu> y <jsanchezleyva@yahoo.es>. <sup>2</sup>Consultorio Médico, Consejo Popular de Jamaica (Cuba). <danaysm@infosol.gtm.sld.cu>. <sup>3,5</sup>Ciencias Médicas. <juanmanuel@unimed.gtm.sld.cu>. <sup>4</sup>FAFM, Km 3.5 carretera Guantánamo-El Salvador, (Cuba). <cwise@fam.cug.co.cu>.*

Unido al deterioro de la capa de O<sub>3</sub> aumentan las frecuencias de desastres naturales en el Planeta y se recrudecen los entornos biodesequilibrados.

El CO<sub>2</sub> se altamente retiene naturalmente en los árboles. El árbol es especie magna en el reino vegetal y simultáneamente es protector de praderas, suelos, fincas, montañas y cuencas hidrográficas junto a especies coberteras. Los siguientes factores aumentan exponencialmente la pérdida de aptitud de inmensas superficies edáficas y de suelos infértiles: La deforestación, el hambre, la pobreza y la desertificación.

Concepciones ancestrales de explotación de tierras y potreros, sabanas, pastoreos intensivos o extensivos, fincas, granjas, crías domésticas de cualquier tipo de animales, *etc.*, en terrenos naturales aceleraron el actual desbalance y biodesequilibrio del globo terráqueo. Opción ineludible es tomar decisiones inmediatas y convertir modos convencionales, tradiciones y técnicas de explotación de animales y suelos por vías sustentables y ambientalistas.

Fajas de especies permanentes urgen en fincas, vaquerías y pastoreos todos, además de las cercas vivas, silvopastoreos y/o de ramoneos (bipastoreo), pedestales, *etc.* Se propone la vía más sostenible para evitar y disminuir con rapidez la desertificación a que han estado sometidas las comunidades y regiones; grandes, pequeñas y medianas extensiones ganaderas o agrícolas y fincas a nivel mundial. Debería intercalarse hileras perennes de especies aprovechables, adecuadas a la estrategia de cosechas, incrementar la sostenibilidad de los monocultivos de ciclos cortos (pastos, caña de azúcar, granos, viandas, hortalizas, agroindustriales y otros) y reducir los efectos de desastres.

Es imprescindible la diversificación de especies en el ecosistema pecuario y agrícola que contribuiría a variadas ofertas nutritivas y suplementarias; retenciones de CO<sub>2</sub>, mejorar el medio ambiente a los agricultores, animales, vaqueros y territorios “perdiendo terrenos”, pero obteniendo *altas ganancias ecológicas*, ganancias económicas sustentables y, por encima de todo, ambientales para la Madre Natura, flora y fauna del agroecosistema y ecología comunitaria.

La incidencia sobre la salud ambiental, en general, es muy significativa debido a restauraciones de los propios biodesequilibrios del CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Árboles, CO<sub>2</sub>, Agricultura sostenible, Medio ambiente, Silvopastoreo/pastoreo.

## EXPERIENCIAS EN LA REALIZACIÓN DE DIAGNÓSTICOS AMBIENTALES

**Levis Alioska Valdés Gonzales, Yamilé Jiménez Peña y Yania Pérez**

*Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA). Carretera a Patria km 1. Morón. Ciego de Avila (Cuba). <levis@ciba.fica.inf.cu>.*

El objetivo del Trabajo es la expresión e identificación, mediante los resultados de diagnósticos realizados de los principales problemas ambientales que afectan a las distintas subunidades que componen la entidad, relacionados directa o indirectamente con las producciones, los servicios y la investigación, así como realizar monitoreos y análisis de los principales focos contaminantes presentes en el entorno ambiental y, de esta forma, poder realizar una valoración de cual es la situación general de la provincia Ciego de Ávila (Cuba).

La nueva Política Ambiental que lleva a cabo Cuba recoge, de manera explícita, la necesidad de un reordenamiento de las empresas de forma tal que les permita tener un mejor control y seguimiento de aquellos problemas, presentes en su estructura organizativa y productiva, que originan aspectos ambientales significativos que a su vez puedan causar impactos sobre el Medio Ambiente circundante. La Gestión Medio Ambiental Empresarial (GMAE) se define como el conjunto de actuaciones que contribuyen a cumplir los requisitos de la legislación medioambiental vigente, a mejorar la protección ambiental y a reducir los impactos de la propia empresa sobre el ambiente, al controlar los procesos y actividades productivas.

Para la realización de los Diagnósticos a las empresas se utilizó, como principal herramienta, la Resolución 27 del 2000 sobre el Reconocimiento Ambiental Nacional y la serie de Normas ISO 14000. Desde el año 2000 el Centro de Investigaciones en Bioalimentos prestó servicios de Gestión Ambiental a más de 17 empresa del territorio avileño, dirigidos fundamentalmente a la reducción de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente. Cuenta con un grupo multidisciplinario conformado por 12 especialistas en diferentes temáticas relacionadas con el medio ambiente

En este Trabajo se recogen de forma general los escenarios y principales limitantes de las empresas, así como sus fortalezas para enfrentar la Gestión Ambiental. Se definen las principales etapas por las que atraviesa el sistema, partiendo de toda la información recopilada en el marco del DIAGNOSTICO AMBIENTAL, el cual fue llevado a cabo en todas las empresas citadas mediante un proceso de Revisión Ambiental Inicial de la Institución, por subsistemas, avalados por las metodologías propuestas por las Normas ISO 14000 y la Resolución 27 del 2000 sobre el Sistema Nacional de Reconocimiento Ambiental. En una segunda etapa se procedió a la EVALUACION AMBIENTAL

del nivel de impacto de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) identificados en el diagnóstico, utilizando los criterios expuestos por el equipo evaluador y las sugerencias de la bibliografía; es necesario destacar que toda la Revisión y, posteriormente, la evaluación se realizó según los requisitos legales regulatorios que establecen las Leyes y Normas Cubanas e internacionales para cada Subsistema en particular. De modo general se reflejan en el trabajo los principales avances medio ambientales de las empresas diagnosticadas, así como las limitantes para poder llevar la actividad ambiental a su máxima expresión. Un aspecto importante del proceso fue la definición de la Política Ambiental de la entidad recogiendo en la misma los Objetivos Generales y el Plan de Acción o Programa de Gestión Ambiental, en los cuales se trazó la estrategia a corto plazo de las instituciones en materia de medio ambiente.

**Palabras clave:** Diagnóstico ambiental, Cuba, Evaluación ambiental.

## MUJERES Y DETERIORO AMBIENTAL

**Emma Zapata Martelo<sup>1</sup> y Blanca Margarita Gutiérrez Garza<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <emzapata@colpos.mx>.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <blanma@colpos.mx>.

Los objetivos de este trabajo son dos: a) Analizar los procesos que favorecen la degradación de los suelos en Hueyotlipan (municipio de Tlaxcala, México), partiendo de los resultados, hasta hoy observados: apertura comercial e impulso de políticas restrictivas para el sector; y b) Presentar algunas acciones que un grupo de mujeres está realizando para aportar a la sobrevivencia de sus grupos domésticos y enfrentar la degradación de sus ecosistemas.

Se realizó un diagnóstico participativo a través de diferentes herramientas (encuesta, observación participante, historias de vida, talleres). En éste se observó que las actividades realizadas en las comunidades inciden en el deterioro más que en la conservación de los recursos naturales (venta y alquiler de la tierra, migración, cambios en los hábitos de consumo, maquila domiciliaria, etc.). El encargarse de estas tareas ha desviado costumbres propias de estas localidades. Se coincide con algunas autoras que, desde el feminismo ecológico, plantean una relación estrecha entre las condiciones sociales y ecológicas, además de la conexión entre la destrucción ecológica, producto de la reestructuración económica y su implicación en las relaciones de género con la naturaleza (Mc Mahon, 2005). La conservación del suelo se relaciona (como plantean Joeques, Green y Leach) con la propiedad de la tierra en esta zona. Las mujeres se sitúan en una posición de desventaja en tanto están fuera de la propiedad de ésta y carecen de poder decisorio acerca del uso de los recursos existentes: Con relación a las actividades y el deterioro ambiental, la confección de mochilas incide en la producción y contaminación por la basura y polvo del material. Aunque este trabajo beneficia económicamente a las mujeres y sus familias no deja de imprimir otros rasgos en tanto convivencia y conservación del ambiente. Las mujeres tienen acceso a los recursos naturales, pero no así control sobre éstos. Dado que el acceso se puede definir como la posibilidad de participar, utilizar y beneficiarse de algo. El control, hacer referencia a dominar, poseer, o tener poder de decisión sobre un recurso. Alfaro (1999) aclaró que algunas veces la mujer puede tener el acceso (posibilidad de utilizar) un recurso, por ejemplo, la tierra y tener limitado control sobre éste (no puede decidir si se vende o se alquila). Ellas participan en algunas labores productivas, sobre todo aquellas consideradas “fáciles”, pero también peligrosas (esparcir el fertilizante); pero en escaso número de casos participan en la comercialización

y en la administración del recurso obtenido, así como tampoco en la decisión de lo que se va a sembrar.

Con estos antecedentes se impulsó un proyecto con mujeres de la zona a través de dos iniciativas: La rehabilitación de una parcela de tepetate y un Proyecto de solares. Los resultados revelan la posible participación de las mujeres en un proyecto técnico, mayoritariamente de varones. Aunque la participación se combinó con la realización de otros proyectos (solares, invernaderos) las mujeres, a través de un posicionamiento surgido del análisis de las dificultades con los varones técnicos y participantes, tomaron la decisión de continuar trabajando organizadas, pero no con el trabajo de la parcela experimental. Se dieron cuenta que su participación se reducía sólo al uso de la mano de obra, aunque no un resultado negativo; la conclusión es positiva de cara a la toma de conciencia de las mujeres frente a su inserción en este tipo de proyectos.

**Palabras clave:** Participación, Género, Deterioro ambiental.



## ***Sesión X***

# ***EDUCACIÓN, DIDÁCTICA, EXTENSIÓN Y DIVULGACIÓN AMBIENTAL***

*Presidente: Mr. Sci. Laura B. REYES <lbrs@servidor.unam.mx>*  
*Secretario: Dr. Federico VELÁZQUEZ <fjvelazquez@wanadoo.es>*



## UNA ENSEÑANZA SUSTENTABLE DE LAS CIENCIAS NATURALES PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL ECOSISTEMA GLOBAL

**Laura Bertha Reyes-Sánchez**

*Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Departamentos de Química e Ingeniería Agrícola. Cuautitlán-IsCALLI (México). <lbrs@servidor.unam.mx>.*

Las investigaciones recientes en torno a la educación se centran en el contenido curricular como medio para intentar impartir una educación de calidad y abordar la educación ambiental (Gutiérrez, 1995; Mrazek, 1996; Alba, 1997; González, 1997; Perales, 2000). Sin embargo, esta acumulación y especialización de saberes no ha logrado detener el galopante devastamiento de los recursos naturales, ni generar una conciencia humana para luchar por detenerla. Paralelamente, hoy en día, términos como sustentable, sostenible, sostenibilidad y desarrollo, forman parte del lenguaje presente en todo tipo de discurso, desde el político hasta el académico, como formas de referirse, a veces indistintamente, al crecimiento económico y a una concepción de desarrollo ligada al equilibrio del ecosistema; por lo que resulta indispensable el abordarlos en toda discusión sobre el tema educativo. Por ello, al respecto de la educación y la sustentabilidad, la UNESCO (2000), retomó y asumió todas las declaraciones de la ONU respecto al medio ambiente y se pronunció a través de *La Carta de la Tierra* para plantear la necesidad de hacer realidad “Los derechos humanos, la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible, una cultura de paz y la promoción del entendimiento entre los pueblos”, como garantías inalienables e inherentes a todos los seres en el planeta. Con *La Carta de la Tierra*, se aspira a un mundo sostenible como condición previa para hacer realidad los derechos humanos y libertades fundamentales para las generaciones presentes y futuras con respeto a la Tierra. Se hace indispensable, entonces, cambiar los valores y principios en el orden planetario como único medio de subsanar las diferencias crecientes entre los países desarrollados y subdesarrollados, así como la sobreexplotación de los recursos naturales y riquezas de nuestras naciones con objeto de hacer realidad la igualdad, la justicia, el entendimiento cultural y, por tanto, la paz, como condiciones indispensables para el logro de un desarrollo sustentable, de forma sostenida en el tiempo a nivel planetario. Este cambio necesariamente deberá ser educativo a fin de garantizar que sea una realidad. Se necesita una nueva educación, una educación ciudadana para la sustentabilidad sostenida en el tiempo con objeto de que las nuevas generaciones puedan sustituir las ideas individualistas por los valores colectivos como una prioridad, a fin de generar y mantener un desarrollo; para ello se requiere cambiar de actitud frente al peligro que representa la pérdida y deterioro de nuestros recursos naturales. Esto supone educar para un cambio

profundo en esos comportamientos individuales e implica el reencuentro o la construcción de valores y principios que permitan el establecimiento de un nuevo paradigma cultural en el que predominen los valores colectivos sobre los individuales, para formar o acrecentar el sentimiento de pertenencia o inclusión del individuo como parte insustituible de un todo en la naturaleza. Esto también implica un cambio cualitativo y profundo en la enseñanza de las ciencias. Dicha tarea es tarea inaplazable y corresponde a toda la sociedad (2005-2014: Década de la educación por el desarrollo sostenible).

**Palabras clave:** Enseñanza, Ciencias Naturales, Sostenibilidad, Educación.

## ADAPTACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL DE ELECTROQUÍMICA DE MACRO A MICROESCALA

**Gloria Borjón-Apan, Rodolfo Gómez-Balderas, Jorge Aquino-Caballero,  
Gloria Cruz, Ariana Sánchez**

*Sección de Fisicoquímica, Departamento de Química. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. 1° de Mayo s/n, Campo 1, Cuautitlán Izcalli, 54701 (México). <gloria\_borjon@yahoo.com.mx>.*

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México) se realizan prácticas de Electroquímica como parte de la formación experimental de los alumnos para las carreras de Química, Ingeniería Química y Química Industrial. Por las cantidades de reactivos empleados para la realización de las prácticas el laboratorio de docencia en Electroquímica se había caracterizado por producir residuos potencialmente contaminantes o que necesitaban de tratamientos especiales antes de desecharlos.

Con el objeto de mejorar nuestra práctica docente, disminuir costos de la enseñanza experimental y trabajar inculcando en los estudiantes una actitud responsable hacia el medio ambiente, se ha modificado la enseñanza de la electroquímica experimental para realizar prácticas siguiendo técnicas a microescala. Como resultado de las modificaciones, se obtuvo un conjunto de experimentos donde se emplean cantidades mínimas de reactivos, se procura que sean recuperables y que su uso tenga muy bajo impacto en el medio ambiente. En tal tarea se adecuaron, de forma sistemática, ocho experimentos, a saber: Leyes de Faraday, Conductividad en Electrolitos, Titulación Conductimétrica, Cinética y Conductividad, Celdas Electroquímicas, Propiedades Termodinámicas en una celda, Corrosión y Protección Catódica y Anodizado.

Tras las adecuaciones necesarias cada una de estas prácticas se comprobaron, al menos, diez veces a microescala para tener una población estadística aceptable. Las condiciones de trabajo en el laboratorio se controlaron para ser lo más cercanas a las que encuentran los estudiantes durante la realización del experimento. Los resultados obtenidos se trataron estadísticamente para comprobar que cada una de las prácticas produce medidas experimentales reproducibles y de calidad comparable con los que tradicionalmente se obtienen a macroescala. En vista de la reducción significativa de la cantidad de reactivos, se calcula una disminución media del 50% del costo de las prácticas. Finalmente, para varios de los experimentos se diseñó una hoja de cálculo; en ella se insertan los resultados experimentales obtenidos, lo cual permite saber en cada momento si el experimento se está realizando de manera adecuada, facilitando con ello la revisión del trabajo por parte de los estudiantes en el mismo momento de la práctica.

**Palabras clave:** Prácticas de laboratorio, Experimentaciones electroquímicas, Control de residuos, Control de gasto.

## HACIA UNA EDUCACIÓN AMBIENTAL CONSCIENTE

Aldo Borsese y Roberta Pedroni

*Departamento de Química y de Química Industrial, Universidad de Génova (Italia).  
<educ@chimica.unige.it>.*

**Introducción.**- La contaminación ambiental se incrementa constantemente y se han alcanzado niveles tales que hay el riesgo de que la dinámica de este proceso se vuelva irreversible. Por lo tanto, la educación ambiental de los ciudadanos se configura como algo de fundamental, esencial, no aplazable. En este sentido es primordial el papel de la escuela y de las instituciones públicas y privadas que se ocupan de educación ambiental. Convencer a los jóvenes de la condición ambiental de la Tierra y de la indispensabilidad de un cambio radical en los comportamientos para detener la depuración ambiental representa una tarea de gran valor social, un desafío difícil pero fundamental ganar.

**Situación actual.**- Existen gran cantidad de iniciativas por parte del sistema social, pero si se realiza un análisis profundo de la calidad de la oferta parecen no ser satisfactorias. En los últimos años aparecieron numerosas instituciones que se dedican a la educación ambiental de los ciudadanos; además en los programas escolares los resultados obtenidos con estas intervenciones ocupan un espacio creciente los temas de educación ambiental. Si se examina la oferta cultural en el sector científico y se compara con la calidad de los resultados que produce la situación es similar. También el sector de los museos científicos y de los parques de la ciencias en estos últimos años se ha desarrollado muchísimo. Nacieron nuevos museos y parques y se mejoraron los existentes. Las iniciativas dirigidas a los jóvenes en este sector hoy son muchísimas y en casi todas las estructuras presentes existe un sector didáctico con ofertas variadas dirigidas a las escuelas. Pero las numerosas iniciativas culturales parecen tener un éxito efímero. Se observa una evidente contradicción entre los esfuerzos realizados y los resultados obtenidos.

**Objetivos.**- Según nuestra opinión esta situación tiene una causa precisa y el objetivo de este trabajo es presentar (un estudio experimental) resultados preliminares de un proyecto que resalta la necesidad de un cambio radical en la manera de proponer los contenidos científicos y ambientales, de manera que sean funcionales y generen en los jóvenes saberes duraderos y una conciencia científica sobre el de forma realista.

**Fundamentos teóricos.**- Los fundamentos teóricos son los siguientes: La educación ambiental debe tener una dimensión científica y no limitarse a ser dogma de fe; una educación ambiental consciente tiene que ser construida en el ámbito de una formación científica y esta formación puede concretarse sólo a través de una comunicación realmente didáctica.

**Métodos.**- El punto de partida del estudio comenzó evaluando los museos italianos de carácter ambiental, cómo realizan la comunicación didáctica y qué formación tienen las personas que en los museos se ocupan de educación ambiental. La investigación pretendía, también construir y experimentar un modelo eficaz de comunicación didáctica museística.

**Resultados.**- La realización del itinerario didáctico se efectuó en un museo concreto (Museo Muvita) y la experimentación se realizó en las clases de una escuela secundaria de la ciudad de Génova. El itinerario elegido correspondió al clima y el efecto invernadero. En particular, se efectuó la propuesta del itinerario que hace normalmente el Museo y en otra clase el itinerario innovado.

**Conclusiones.**- La comparación de los resultados obtenidos entre las dos clases permitió constatar el diferente éxito de las dos intervenciones y confirmó la necesidad de dar una dimensión didáctica eficaz a la educación ambiental. La falta de requisitos necesarios es el primer obstáculo para una comunicación eficaz: No considerar este problema significa no controlar en absoluto el proceso de comunicación y no tener jóvenes interesados en la Ciencia. Haciendo referencia a los museos de carácter ambiental el problema principal radica en el carácter indispensable de una formación adecuada de los animadores de museos. Sólo con animadores oportunamente formados será posible alcanzar un equilibrio entre las exigencias psicopedagógicas y los objetivos cognitivos.

**Palabras clave:** Comunicación ambiental, Conciencia ambiental, Didáctica ambiental.

## “DESASTRE AMBIENTAL EN LA PRIMAVERA”: ESTUDIO DE CASO

A. E. Domínguez<sup>1</sup>, M.<sup>a</sup> C. Domínguez y G. Ruvalcaba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Química, UNAM.

<sup>2</sup> Ofna. de Parques y Jardines Guadalajara, Jalisco (México). <roperez@servidor.unam.mx>.

**Introducción.**- En el mes de Abril de 2005 ocurrieron incendios en el área natural protegida denominada “La Primavera” que se ubica en las cercanías de la Ciudad de Guadalajara, (Estado de Jalisco, México). Este área funciona como un importante pulmón y destino turístico y recibe a miles de visitantes cada semana. El área afectada durante los cinco días que duró el siniestro fue de 8478 ha (más de la tercera parte de la extensión total) y ardieron pastos, arbustos, encinos y pinaceas. Este estudio presenta las características e impactos del incendio, sus causas, las consecuencias y las medidas tomadas “*a posteriori*” en el intento de remediar y restablecer la zona.

**Objetivo.**- La principal finalidad del estudio fue tratar de aumentar la conciencia ciudadana en cuanto al cuidado y responsabilidad que la Sociedad tiene en la preservación de los recursos naturales, así como mostrar las principales causas que, dentro de una maraña de burocracia, intereses económicos e imprevisiones, están llevando a la pérdida de flora y fauna naturales en diversas regiones de la República Mexicana.

**Metodología.**- Para realizar el Trabajo se recurrió a diversas fuentes entre las que se consideran las siguientes: Documentos oficiales, consultas a expertos, artículos periodísticos y una encuesta informal aplicada a ciudadanos que sufrieron los efectos de la contingencia ambiental. Con la información reunida se procedió a una sistematización y análisis, se buscaron puntos importantes para la finalidad de este estudio, especialmente en cuanto a la conciencia y educación.

**Principales consecuencias y resultados.**- Los principales efectos que resintió la población durante los incendios fueron sobre la salud y se puede considerar como derivados de la contingencia ambiental que llevó a índices de contaminación en la ciudad de Guadalajara de 300 IMECA, lo que ocurrió durante la madrugada del día 25 de Abril y siguientes. La contaminación que produjo la contingencia ambiental se agravó por que la dirección de los vientos arrastró hacia la ciudad humos, partículas y gases, lo cual complicó la situación.

Como resultado de la encuesta se detectaron diversos padecimientos respiratorios, irritación de garganta, apnea, bronquitis, catarros de respuesta alérgica y conjuntivitis. Fue necesario suspender por varios días las actividades escolares y laborales, así como restringir la circulación de vehículos a motor de combustión, con el consecuente impacto y pérdida económica. Al término de los incendios y después de un período pertinente se inició la campaña de reforestación, para la cual se logró una cuantiosa participación ciudadana.

**Palabras clave:** Areas protegidas, Impacto ambiental, Incendios forestales, Pulmón urbano, México.

# DISEÑAR MODELOS DE ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE ALGUNOS TÓPICOS DE LA FÍSICA QUE INFLUYEN EN EL MEDIO AMBIENTE, PARA EL NIVEL DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA (PERÚ)

Carmen Esteves Ostolaza

*Pontificia Universidad Católica del Perú, Dpto de Ciencias Física, Lima (Perú). Maestría en Enseñanza de la Física, Escuela de Graduados. <cesteve@pucp.edu.pe>.*

El presente trabajo se enmarca en la elaboración del capítulo de la Física del medio ambiente dentro un texto supuestamente para el nivel Secundario, tema que en los *currícula* del Ministerio de Educación de Perú contempla desde hace 3 años y por ello ningún libro tiene desarrollado actualmente el auto aprendizaje, ni tampoco los docentes de estos niveles saben como tratarlo, por lo que constituye un gran aporte

Se intenta responder a las siguientes interrogantes que se hacen los docentes de los colegios o de Educación Básica.

- ¿Es posible interesar a los niños y adolescentes en temas ambientales?
- ¿Es posible elaborar el capítulo de la teoría de la Física medioambiental ameno y de interés?
- ¿Cómo enfocar la teoría física de los fenómenos ambientales sin asustar al alumno con fórmulas y ó matemática pesada?
- ¿En qué medida ayuda el enfoque social y cultural de la temática?
- ¿Se puede enfocar en forma amena e interesante pero, a la vez, práctica y efectiva?

Los contenidos que se presentaran ante el estudiante de Secundaria son elaborados en un lenguaje comprensible y matemática simple, que el alumno pueda entender.

La elaboración de la unidad en sí misma está desarrollada con actividades de estrategias de aprendizaje y desarrollo teórico de los fenómenos medioambientales que se interpretan con la Física y, en este trabajo, se argumenta la forma y estructura que contempla el aspecto cognitivo, lúdico, rigurosidad y cercanía a las vivencias del lector estudiantil.

**Palabras clave:** Educación secundaria, Física, Pedagogía, Enseñanzas ambientales, Perú.

**USO DE *Phamerochaete chrysosporium*  
EN EL APROVECHAMIENTO DE DESECHOS AGRÍCOLAS  
EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA (MÉXICO)**

**María Estela Estrada Valles, Erika Jazmín Pérez López  
y Gabriela Zubiate Cabanillas**

*Universidad de Sonora, Boulevard Luis Encinas y Rosales s/n Colonia Centro (México).  
<mares\_85@correoa.uson.mx>, <erica\_9@correoa.uson.mx> y  
<gaby\_chan08@correoa.uson.mx>.*

Buscando la solución a uno de los problemas que aqueja apremiantemente Sonora (México) el objetivo de esta investigación fue la utilización de distintos hongos Basidiomicetos (encargados, en general, de la degradación de la madera a base de fenilpropano con enlaces aleatorios: **lignina**). Se propone su uso en el ámbito agrícola, evitando así la quema de gavilla (desechos orgánicos producidos después de las cosechas).

En Sonora, durante los últimos ciclos agrícolas (10), se obtuvo una producción media de 3,89 millones de toneladas. Entre los principales cultivos cíclicos destaca el trigo que, a pesar de los bajos precios de venta que ha registrado en los últimos años aunado a la reducción de las áreas sembradas debido a la escasez de agua en las principales presas de la entidad, se mantiene como el principal cultivo del Estado, del cual en promedio se obtuvieron 1,35 millones de toneladas, lo que representa el 35 % del total de la producción agrícola estatal de ese período. La quema del material de desecho representa un problema ambiental alarmante, el cual está propiciando el deterioro de las características físico-químicas del suelo, provocando así la pérdida de más del 50 % de la materia orgánica del suelo (MOS) y una disminución progresiva de la conductividad hidráulica.

Partiendo de que la producción de la pulpa en procesos químicos o mecánicos demanda un alto consumo de energía y gran cantidad de contaminantes ambientales, además de la idea del aprovechamiento de los desechos de las cosechas y el uso natural de los hongos de pudrición blanca, se busca el aprovechamiento de las enzimas deslignificantes segregadas en dichos procedimientos de pudrición para simplificar los procesos tradicionales de fabricación de papel y así reducir el daño producido a nuestro Planeta. Los hongos basidiomicetos utilizados en la pudrición blanca de la madera son los mayores productores de lacasas y fenoloxidasas, enzimas segregadas durante la degradación de lignina.

En el presente trabajo se realiza una investigación exhaustiva sobre el efecto del hongo *Phamerochaete chrysosporium*; este proceso deslignificante, no bien conocido, produce enzimas involucradas en la deslignificación. El complejo enzimático se produce bajo condiciones de limitación de nutrientes.

A diferencia de otros hongos de pudrición blanca, el sistema lingolítico de *Ph. chrysosporium* no involucra la participación de la fenol-oxidasa, como las lacasas. El sistema lignolítico extracelular de la *Ph. chrysosporium* incluye una inmensidad de enzimas e intermediarios bioquímicos. Esto incluyen: lignina peroxidasa (LiP), manganeso peroxidasa (MnP) entre otros. Las enzimas LiP y MnP, aisladas de la *Ph. chrysosporium*, son útiles para la biorremediación de una vasta variedad de desechos de bioproductos orgánicos. La mayor parte de la degradación de éstos compuestos sucede durante el crecimiento activo del hongo, en tanto que sucede la fase metabólica de la pudrición blanca de la lignina. Otras enzimas extracelulares importantes que también intervienen durante el proceso de degradación son la peroxidasa dependiente de Mn y la glioxal oxidasa. Otra enzima que es esencial en el proceso es la piranosa-oxidasa, la cual libera peróxido para ser utilizado por la enzima peroxidasa dependiente de Mn. El peróxido también es un precursor del radical hidroxilo de elevada reactividad que participa en la degradación de la madera. Aparentemente, la enzima piranosa-oxidasa se localiza en el espacio interperiplásmico de la pared de la célula fúngica, donde puede actuar o puede ser liberada del hongo y penetrar el sustrato de madera. Al parecer, el sistema enzimático inespecífico que libera estos productos oxidantes degrada numerosos compuestos cíclicos, aromáticos y colorados relacionados con las ligninas.

**Palabras clave:** Recuperación de residuos, Hongos, Degradación enzimática.

## **LAS PILAS DESECHABLES EN MÉXICO: SU MERCADO Y DISPOSICIÓN**

**Víctor M. Feregrino H., Clemente Reza G., Laura R. Ortiz E.  
y M.<sup>a</sup> Elena Navarro C.**

*ESIQIE del IPN, Edificio 6 UPALM, Zacatenco, México DF 07738 (México).  
<vifehe20@yahoo.com.mx>.*

Los componentes usados en la fabricación de las pilas desechables consumidas en México son tóxicos y, por tanto, la contaminación ambiental, amenaza la salud de los ecosistemas dependiendo de la forma, lugar y volumen que se traten los residuos. No se tienen referencias precisas sobre trabajos que evalúen el impacto al ambiente ocasionado por la inadecuada disposición de las pilas como desechos y de las diferencias que existen en las fabricaciones de las pilas comerciales en lugares oficiales ni de aquellas que se venden en el mercado informal, de marcas piratas (elaboración sin control de normas); sin embargo sí existen referencias documentales sobre datos estadísticos y normas sobre manejo de residuos. Se debe aclarar que las cifras se consideran subestimadas, debido a que no existe referencia sobre los productos piratas y sobre aquellos que se incluyen en los aparatos cuando estos son adquiridos en el mercado informal.

La presente investigación expone la situación del mercado de las pilas desechables en México, su proporción de consumo y definir los cuestionamientos de la ineficiencia en el manejo de los desechos aunque se tenga el conocimiento del daño de sus componentes.

El trabajo fue realizado por estudiantes del segundo semestre de la carrera de Ingeniería Metalurgia y de Materiales de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, quienes visitaron tiendas departamentales formalmente establecidas, tiendas de consumo directo (inclusive “changarros”), así como los lugares del mercado informal, levantando las encuestas correspondientes.

Los resultados manifiestan una clara diferencia en las marcas comerciales de los establecimientos que cumplen con las requerimientos formales siendo *Duracell*, *Energizer* y *Eveready* las de mayor consumo, mientras que en el mercado informal las marcas son: *Rocket*, *Golden power* y *Tectron*. Las diferencias más importantes son su lugar de procedencia y los costos, además al revisar visualmente los componentes de las pilas las diferencias entre unas y otras es notoria, dejando la evidencia de las calidades de los productos y por ende del impacto de las mismas. Considerando las pilas de procedencia legal o ilegal se estima, por su consumo que generan, un promedio anual de residuos de 35500 toneladas, siendo las causantes del 93% del Hg en la basura doméstica, 47 % de Zn, 48 % de Cd, 22 % de Ni y otras

sustancias que se producen cuando se derraman los electrolitos arrastrando metales pesados.

La normativa de México se modificó recientemente (Enero 2006), pero apenas se empiezan a establecer los lineamientos y procedimientos el Reglamento de materia de residuos peligrosos que estaba en vigencia desde 1993.

En conclusión, se detectó, que existe una clara desatención en el manejo de los residuos, que la Norma existente fue de difícil interpretación y, por ende, el manejo arbitrario. En cuanto al consumo es claro que la población tiende a emplear las pilas de acuerdo a su nivel socioeconómico sin importar su procedencia y, por consecuencia el impacto de su uso. Si bien han existido campañas que tratan de informar y concienciar sobre el manejo de los desechos el rubro de las pilas tiene relevancia y, aunque se sabe que se generan residuos peligrosos, su manejo es inadecuado y va directo a la basura doméstica.

Palabras clave: Desecho de pilas, Química, Educación ambiental, México.

## LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA ENSEÑANZA PROFESIONAL DE LAS CIENCIAS QUÍMICAS

**Margarita R. Gómez Moliné y Laura Bertha Reyes-Sánchez**

*Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Universidad Nacional Autónoma de México. Campo 1. Av. 1° de Mayo s/n. Infonavit Centro. Cuautitlán Izcalli (México). <lbrs@servidor.unam.mx>.*

Se ha comprobado que con el debido control de humos, de aguas residuales, reciclaje de subproductos y respeto al medio ambiente las industrias pueden seguir operando dentro de un ambiente sano, dado que existe una legislación y unas normas que regulan los contaminantes en el agua, el aire, el suelo, etc. Sin embargo, el factor más importante para la protección de la sociedad es la formación de ciudadanos críticos y participativos, capaces de gestionar su propio medio. Es necesario desde la perspectiva educativa afrontar los retos actuales de la problemática ambiental y lograr que la sociedad interiorice la necesidad de actuar sobre dicha problemática; para poder ver más allá de lo que se percibe en la vida cotidiana se precisa cambiar las representaciones sobre las causas de la problemática ambiental y ver su complejidad y las soluciones posibles. Por tanto, hay que ofrecer la vivencia de modelos alternativos que permitan cambiar las actitudes y comportamientos individuales y colectivos. Para que estos cambios sean factibles la educación ambiental debe permear todos los niveles de la sociedad y, principalmente, el de los profesionales, quienes además de una acción directa dirigida a proteger el medio ambiente, deben de intentar influir en las acciones de la población en general desde su posición de persona que ha tenido acceso a una educación superior.

La responsabilidad de la Universidad es doble. En primer lugar, debe impartir la formación necesaria que capacite a los estudiantes para un ejercicio profesional y, además, concienzarlos en la necesidad de que este ejercicio profesional esté de acuerdo con los principios del desarrollo. La Universidad debe, pues, actuar sobre la capacitación y sobre la actitud de sus alumnos mediante la formación, la información y la concientización, para lo que se requiere promover un modelo integrador del medio ambiente en la Universidad. La “ambientalización curricular” consiste en la introducción de determinados elementos en los planes de estudio de manera de que los estudiantes cuando acaben la carrera tengan unos conocimientos que hagan posible el ejercicio profesional de forma más respetuosa con el medio ambiente. Por ejemplo, un químico al terminar su carrera debe ser capaz de afrontar un determinado problema desde criterios técnicos clásicos y económicos (encontrar una solución técnicamente correcta y económicamente viable) y, además, que sea respetuosa con el entorno.

¿Cómo puede llevarse a cabo la “ambientación curricular” en las carreras de Química? Considerando

- La ambientalización de las asignaturas.
- La introducción de asignaturas específicas sobre el medio ambiente.
- La introducción de criterios sobre medio ambiente en el proyecto final de la carrera o en la Tesis.
- La creación de una especialidad, basada en los conocimientos aportados en la carrera para aplicar una criterio químico tanto en la detección como en la remediación.
- La ambientación del entorno universitario.

La propuesta está relacionada con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad y con las áreas transversales, que surge de una convergencia en la preocupación de una falta de motivación del alumnado por la Ciencia, la imagen distorsionada de la Ciencia y de los científicos y la progresiva tecnificación de unas sociedades cada vez más basadas en el desarrollo científico y tecnológico que en la alfabetización en ciencia de todos los ciudadanos, para que éstos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la resolución de problemas relacionados con la Ciencia y la Tecnología en nuestra sociedad. La implantación de la “ambientalización curricular” comprende tres tipos de acciones diferentes, las cuales dependen:

- a) básicamente de la institución
- b) del colectivo universitario.
- c) del profesorado.

La parte más importante de la “ambientalización curricular” depende de los profesores que la han de aplicar. La dificultad mayor que se presenta es la falta de mentalización o de interés por parte de los docentes que consideran que todo ésto no tiene nada que ver con su asignatura, a veces, por falta de conocimientos necesarios para llevar a cabo la ambientalización en su asignatura. Se requieren acciones formativas para atraer a estos profesores que están poco motivados o demasiado ocupados.

**Palabras clave:** Educación Ambiental, Ciencia y Tecnología, Química, Universidad, Profesorado.

## VALORACIÓN DEL EFECTO DE MACRONUTRIMENTOS EN UN SUELO MEJORADO CON COMPOSTA EN AZCAPOTZALCO (MÉXICO D.F.)

**Martha E. González Salgado**

*Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Azcapotzalco; México D. F. (México).  
<mgsalgado@yahoo.com>.*

Tres grupos de estudiantes de Bachillerato demostraron los efectos de los macronutrientes N, P y K además de MO y pH, en el crecimiento y desarrollo de 12 especies vegetales la productividad de 12 trabajos de investigación en suelo, más tres en hidroponía. Se obtuvo una productividad de 67 % el año 2005, a diferencia de 58 % y 75 % los dos años anteriores en suelo, después de acumularse desechos por varios años y mejorarse con composta. El pH se mantuvo ligeramente ácido (6,5) a ligeramente alcalino (7,5). Para valorar los efectos en la productividad se contrastaron los datos teóricos con los experimentales para cada investigación.

Las deficiencias de N fueron mejoradas con la aplicación de composta con MO al 15%, que mejoraron la asimilación de los excesos de P y K encontrados en el suelo del Plantel Azcapotzalco.

Las tres investigaciones de hidroponía fueron exitosas porque rebasaron el 70 % de productividad. La concentración de N favoreció el follaje.

El promedio de aprendizaje fue de 8,0 con una eficiencia de 24 % en los temas de Genética, Fotosíntesis y Respiración. El aprendizaje se valoró al contrastar los Diagnósticos inicial con final. El Paquete Didáctico resultó útil en 80 %.

**Palabras clave:** Hidroponía, Suelo, Materia orgánica, Experimentación escolar.

## PROPUESTA EDUCATIVA AMBIENTAL DEL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES PARA EL DESARROLLO

**Tomás Guzmán y Claudia Charpentier**

*Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo Sostenible. I.T.C.R., San José (Costa Rica). <tjguzman@itcr.ac.cr> y <ccharpen@gmail.com>.*

Desde hace más treinta años se viene insistiendo en la responsabilidad de las universidades de formar profesionales más conscientes en su relación con el ambiente. Veinte años después de Tbilisi se realizó el encuentro internacional de Río de Janeiro; años más tarde se aprobó la Carta de la Tierra, se efectuaron la conferencia internacional de Kyoto, las convenciones de Beijing y, en el 2004, la declaración de la UNESCO de la década de la Educación para el desarrollo sostenible que se inició el año pasado. En cada uno de esos acuerdos hay resoluciones que atañen directamente a las universidades. Tal es el caso de la declaración de la UNESCO que pide “equipar personas con conocimientos, habilidades, valores y actitudes necesarias para convertirse en ciudadanos productivos y responsables, y en contribuyentes activos de una ciudadanía para el desarrollo sostenible en un mundo cada vez más globalizado”. Sin embargo, es muy probable que el mayor impacto de esos encuentros haya sido el que se tuvo en lo relativo al ambiente, por el consumo que se hace de bienes y servicios. Los compromisos internacionales parecen no cumplirse y los intereses económicos privan sobre los ambientales; los grandes países no quieren cambiar sus formas de vida y consumo y los países en desarrollo no aprenden y copian los errores de quienes anteceden, continuado el deterioro de los recursos naturales y del medio ambiente, en general, el cambio climático y el aumento de la pobreza. Cuando se realizó la Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible en Costa Rica (1988), Donella Meadows dijo durante su participación que creía en el desarrollo sostenible, pero seguía a la búsqueda de experiencias que permitieran mostrar que se podía alcanzar. Ella murió hace algunos años y durante su vida logró vivir pequeños esfuerzos de sostenibilidad, pero no a todo un país practicándola. A pesar de que no se ha logrado cumplir con todos los acuerdos desde hace más de una década se viene trabajando en la incorporación de la disciplina ambiental en todos los planes de estudio de las universidades estatales. En Costa Rica existen esfuerzos comunes, en la idea de un país más justo con el ambiente y con su gente, que sólo se logrará con la educación; el proceso educativo que se da en las aulas y recintos universitarios debe permitir la vivencia y la formación de valores y ofrecer espacios para que todos sus integrantes realicen acciones en favor del ambiente y de su biodiversidad con el fin que egresen profesionales *ad hoc* para generar los cambios necesarios y mejorar las relaciones con el ambiente y la comunidad humana. Es necesario que en las universidades se promueva una nueva

cultura ambiental que incluya el Nuevo Paradigma Ambiental, en el que el ser humano es parte de la naturaleza y, como tal, se rige por las mismas leyes (Zaragoza, citado por Mata *et al*, 2002). Es decir, que para lograr la sostenibilidad las leyes ambientales rigen sobre las económicas y las sociales. De allí la importancia de la transformación de la cultura y comportamiento ambiental. Una de las respuestas que se ha encontrado en Costa Rica es el trabajo interuniversitario, entre la Universidad Nacional, el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad Estatal a Distancia que, además, cuenta con el apoyo de universidades acompañantes como la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en León y la Universidad Estatal a Distancia de España. Estas alianzas permitieron la creación del programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, un *currículum* que, por su naturaleza, se dirige a mejorar los sistemas productivos, apoyar la construcción de una cultura ambiental más acorde con los tiempos actuales, que considere a las generaciones que nos sucederán y promueva el desarrollo; con esta idea básica, se intenta **crear una comunidad científica de alto nivel comprometida con la sostenibilidad.**

**Palabras clave:** Educación ambiental, Universidad, Desarrollo sostenible, Estudios de postgrado, Costa Rica.

## CALENTANDO LA ATMÓSFERA

José Antonio Llanos Rojas, Oihane Bravo Sánchez, Lourdes Caleyá Ortiz, M<sup>a</sup> José Gordillo Duelt, Purificación Zambrano Rodríguez, José Duarte Gamero\*, Estrella Cuéllar Ortiz\* y Antonia Cangas Peñato\*

I.E.S Fuente Roniel. Calle Europa, s/n. Fuente del Maestre Badajoz (España). <ies.fuenteroniel@edu.juntaextremadura.net>.

**Objetivos.**- La finalidad del siguiente proyecto experimental fue determinar la influencia de distintos gases contaminantes sobre el efecto invernadero terrestre. Para realizar dicho objetivo se realizó:

- a) la observación de la influencia de los distintos gases sobre presión y temperatura.
- b) la determinación del tiempo de deshielo de un *iceberg* utilizando los distintos gases.

**Introducción.**- El sobrecalentamiento terrestre es debido a la intensificación del efecto invernadero que produce nuestra atmósfera. La preocupación por el deshielo de los polos, el retroceso de glaciares o fenómenos meteorológicos como tifones, huracanes o sequías prolongadas a nivel planetario ponen en el candelero el efecto invernadero terrestre. La evolución del aumento de temperatura atmosférica (0,5 °C en los 100 últimos años según el I.P.C.C.\*) presagia un cambio climático que algunos científicos ya no dudan en admitir. Este proceso natural aumenta por acciones antrópicas que emiten gases a la atmósfera. Los gases atmosféricos declarados como “vigilados” según la Cumbre de Kioto son: dióxido de C, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de C. Por ello, preocupación es evidente y se decidió estudiar el efecto de distintos gases como son aire (referencia), vapor de agua, dióxido de C y dióxido de N sobre el deshielo de un *iceberg* flotando en agua salada.

**Metodología.**- Para realizar el experimento se diseñó el siguiente modelo en el laboratorio: En un quitasato (volumen 670 mL) con agua salada del Atlántico (160 mL) se le añade un *iceberg* de 10 mL. El quitasato posee dos orificios; uno de ellos se encuentra cerrado con un tapón de goma perforado por un orificio por el que se introduce un barómetro. El otro orificio está conectado por una goma a un matraz de destilación donde se está produciendo la reacción generadora de los gases a estudiar:

Vapor de agua: agua líquida + calor ————— agua vapor.

Dióxido de C:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Dióxido de N:  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Cada gas viaja desde el matraz de destilación hacia el quitasato donde se medirá la presión alcanzada cada 3 segundos y el tiempo que tarda el *iceberg*

en derretirse. Sabiendo la presión en los distintos tiempos calculamos la temperatura alcanzada a dichos tiempos aplicando la teoría de Gay-Lussac. Sabiendo P y T y utilizando la ecuación:  $P.V = n.R.T$  se calculan los moles de gas que producen los cambios de P y T. Conociendo las pesos moleculares de los distintos gases y los moles de cada uno de ellos calculamos los gramos de gas que producen esta elevación de presión y temperatura.

### Resultados.-

| <b>Gases (g)</b>         | <b>Tiempo de deshielo (minutos)</b> |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Aire</b>              | 14 minutos                          |
| <b>Vapor de agua 0,3</b> | 2 min y 30 sg                       |
| <b>Dióxido de C 0,8</b>  | 7 minutos                           |
| <b>Dióxido de N 0,8</b>  | 9 minutos                           |

**Discusión.-** De los gases estudiados el gas que más contribuye al efecto invernadero es el vapor de agua; sin embargo, hay que tener en cuenta que éste ha sido calentado, influyendo en esto las altas temperaturas alcanzadas. De los otros dos gases estudiados produce un mayor efecto invernadero el dióxido de C que el dióxido de N.

**Palabras clave:** Sobre calentamiento terrestre, Efecto invernadero, Gases invernadero, Iceberg.

(Comunicación de alumnos)

## INFLUENCIA DEL COLOR Y DE LA INCLINACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE EQUIPOS SOLARES

**Alejandro Martín Rodríguez, Darío Peñafiel Segovia,  
Manuel M.<sup>a</sup> Huertas González**

*I.E.S. Cautelar Avd. Ramón y Cajal s/n Badajoz 06001 (España). Tlf: 924013496.  
Fax: 924013500. <mamahugo@eresmas.com>.*

Se deseaba observar como influye la inclinación de los colectores solares y paneles fotovoltaicos en el rendimiento de estos equipos, así como determinar cuál es el valor del ángulo más apropiado para nuestra latitud. También se pretendió comprobar si existen realmente colores “calientes y “fríos” y cómo pueden afectar éstos al rendimiento de los equipos.

Para ello dispuso de una serie de cuerpos de diferentes colores y se determinó su temperatura. Igualmente, se colocaron células fotovoltaicas sobre soportes con diferentes inclinación (20°, 40° y 60°) y se midió la intensidad de la corriente generada en cada una de ellas.

Con estas sencillas prácticas se comprobó si afirmaciones habituales como “llevar ropa oscura en invierno”, “blanquear las fachadas”, etc. tienen una base científica cierta.

**Palabras clave:** Radiación solar, Paneles fotovoltaicos, Color de absorción de radiación.

*(Comunicación de alumnos)*

## CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y EFECTOS SOBRE LA SALUD DEL HOMBRE

**M<sup>a</sup>. Mercedes Meijueiro Morosini, Martha Rodríguez Pérez  
y Mercedes Barragán**

*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química. UNAM, México  
D.F. (México). <mmeijueiro@yahoo.com>.*

**Introducción.**- Los científicos en todo el mundo se interesan por los efectos adversos en la salud humana, como los contaminantes del aire, ( $O_3$ , CO,  $CO_2$ , NO,  $NO_2$ , Pb y partículas suspendidas) que afectan a todo ser vivo en el Planeta. Hoy se sabe que los más sensibles son: Niños, ancianos, asmáticos, pacientes portadores de enfermedades cardiorrespiratorias crónicas, deportistas, trabajadores de la vía pública, fetos de mujeres embarazadas, etc.

**Objetivo.**- El presente Trabajo es una revisión de la literatura médica internacional, incluyendo estudios realizados en la Ciudad de México, ya que Record Guinness la consideró la ciudad más contaminada del mundo (2005). Finalmente se incluyen conclusiones recientes sobre los efectos en la salud humana, mencionando las enfermedades implicadas de forma concreta, práctica y entendible. También se mencionan posibles soluciones para disminuir los efectos de la contaminación del aire en humanos, de manera integral y planetaria. El objetivo de este Trabajo fue conocer los contaminantes medioambientales más comunes, los daños que causan en la salud del hombre y proponer algunas soluciones para estos problemas.

**Situación Actual.**- La contaminación atmosférica se define como la presencia de sustancias en el aire en cantidades que pueden ser perjudiciales para la vida, afectar estructuras, materiales y ocasionar cambios en las condiciones meteorológicas o climáticas. A lo largo de su existencia el ser humano ha propiciado el deterioro del ambiente por la contaminación atmosférica.

**Métodos empleados.**- Revisión de artículos médicos de la literatura internacional de revistas indexadas, principalmente PUB/MED, incluyendo lo publicado por ISAAC (Estudio Internacional de Prevalencia de Enfermedades Alérgicas en Niños) que analiza estas enfermedades. <[www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez)>. Los contaminantes químicos atmosféricos se clasifican por su origen en primarios y secundarios. Los contaminantes primarios están en la atmósfera tal y como fueron generados por procesos naturales o por actividades del ser humano; son ejemplos el CO y el  $SO_2$ . Los contaminantes secundarios son los que se forman en la atmósfera por reacciones químicas o fotoquímicas en las que intervienen contaminantes primarios; son ejemplos el  $O_3$  y los sulfatos.

**Resultados.**- Se han identificado una gran cantidad y variedad de contaminantes. Esta presentación se refiere a aquellos con efectos sobre la salud y para los que se han definido normas de concentraciones permisibles en la atmósfera como el O<sub>3</sub>, el CO, el SO<sub>2</sub>, el NO<sub>2</sub>, el Pb, las partículas suspendidas totales (PST) y las partículas menores de 10 micrómetros de diámetro (PM<sub>10</sub>).

**Conclusiones.**- Los contaminantes afectan a todos los seres vivos. Los más afectados en la salud por la contaminación atmosférica son los niños y las personas de mayor edad, asmáticos, pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, deportistas, trabajadores de la vía pública y mujeres embarazadas.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, Infecciones del tracto respiratorio, Partículas suspendidas, Salud.

## ANÁLISIS DE CONTAMINANTES METÁLICOS EN VEGETALES COMESTIBLES

**Pedro Miranda Reyes, Minerva Juárez Juárez,  
Alejandro Cruz y Maribel Palacios Aguilar**

*Dpto. de Química, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, I.P.N.  
Av. Acueducto S/N, Col. Barrio La Laguna Ticomán, Delegación Gustavo A. Madero  
México D.F. 07340 (México). Tel. (5) 729600 ext. 56323 o 56324, Fax 56305.  
<mijuju@yahoo.com.mx>.*

En la actualidad ha surgido interés en la calidad de los alimentos debido a que son consumidos por todo tipo de personas y es importante que no estén contaminados con alguna sustancia orgánica o inorgánica que pueda dañar la salud. Debido a la importancia que tiene la presencia de contaminantes en los alimentos se analiza la presencia de metales en vegetales, ya que las hortalizas o vegetales cultivados en las Chinampas de Xochimilco (México, D.F.) se riegan con aguas tratadas y residuales procedentes de la ciudad de México y de algunas industrias. De acuerdo con los cambios de infraestructura industrial que ha sufrido la Ciudad de México, es decir, la salida de las grandes industrias que emplean los metales en sus procesos y al cambio de antidetonantes en las gasolinas, la contaminación por metales debería ser prácticamente inexistente; sin embargo los resultados indican que continúa el problema de contaminación por metales pesados. La presencia de estos metales también demuestra que los tratamientos de las aguas residuales no son suficientemente efectivos en cuanto a la eliminación de la contaminación química.

En este trabajo se realizó el análisis de los siguientes metales en vegetales, por ser tóxicos para el ser humano cuando se consumen en forma continua: Cu, Pb, Sn, Cr, Ni, Zn y Cd, pues que se incorporan al vegetal durante el desarrollo de sus funciones (adsorción de agua y sales minerales del suelo en donde se cultivan).

La mayoría de los metales son necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo humano en cantidades extremadamente pequeñas (oligoelementos) y en formas químicas específicas; pero cuando la cantidad se eleva se convierten en elementos tóxicos y producen trastornos en la salud. Para realizar el análisis de metales en verduras alimenticias frescas, primero se recolectaron muestras de las diferentes verduras, indicando fecha y lugar de colecta; se probaron diferentes métodos de digestión obteniendo que el mejor método de digestión fue llevando la muestra a sequedad y pesando cierta cantidad (peso seco), para someterla posteriormente al proceso de digestión ácida para la destrucción total de la materia orgánica y obtener los metales en disolución para poder analizarlos con el equipo de Espectroscopía de

Absorción Atómica y determinar la concentración de los metales Cu, Pb, Zn, Cr, Cd, Sn y Ni.

Los resultados del análisis cuantitativo y cualitativo de los metales mencionados anteriormente confirma la presencia de contaminación con Pb, Cu, Cr y Zn en algunos vegetales como la lechuga, acelgas, betabel, entre otros.

Lo anterior muestra que el problema de la contaminación no es local (de un solo lugar), si no que es un problema de zonas geográfica con características específicas, ya que la Ciudad de México es una cuenca que recibe los vientos de varias direcciones los cuales arrastran sustancias tóxicas que se producen en regiones alejadas y las depositan en la Ciudad de México; esto se comprueba ya que las chinampas de Xochimilco se ubica en una región de escaso desarrollo industrial y sus alrededores es región habitacional y, por lo tanto, se debe actuar en ese sentido (por zonas geográficas).

**Palabras clave:** Metales, Verduras, Contaminantes, Espectroscopia de absorción atómica.

## EMPLEO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) PARA LA APROPIACIÓN DE UN PROBLEMA AMBIENTAL

**Marina Lucía Morales Galicia<sup>1</sup>, Laura Berta Reyes Sánchez<sup>1</sup>,  
Margarita Gómez Moliné<sup>1</sup>, Salvador Zambrano Martínez<sup>1</sup>,  
Berta Elena Castro Chávez<sup>2</sup> y Bárbara Zomosa Espina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (México).

<sup>2</sup> Complejo Educacional Monseñor Guillermo Hartl Petrufquén.

<sup>3</sup> Colegio Alemán de Temuco (Chile). <mmoralesg40@hotmail.com>,  
<marquim32@aol.com> y <lbrs@servidor.unam.mx>

Hasta hace poco se pensaba que la Educación ambiental debería ser una materia más en el *currículum*; y los docentes, científicos y pedagogos empezaron a reflexionar sobre una educación ambiental formativa si se desea que contribuya al desarrollo sostenible, por lo que es importante participar para generar este cambio dentro del contexto en la enseñanza de Ciencias Naturales y como parte de la estrategia de ambientalización del currículo para el logro de la sostenibilidad planetaria.

El presente trabajo tiene como propósito presentar una estrategia de aprendizaje basada en problemas (ABP), la cual promueve el autoaprendizaje, la adquisición de habilidades y actitudes, motivando a los participantes a disfrutar del aprendizaje, estimulando su creatividad y responsabilidad, mediante la apropiación de problemas que son parte de su entorno.

Para emplear esta metodología se contó con la colaboración de un grupo de profesores-participantes chilenos. El proceso de organización de esta estrategia didáctica, como otras; implica un orden jerárquico de los pasos a seguir, que fueron seguidos por los profesores-participantes amablemente.

El problema planteado por el profesor-guía fue el siguiente:

*Una compañía minera con el proyecto Pascua-Lama, amenaza con la destrucción de glaciares, afectando la actividad de los habitantes, así como el entorno de la región cercana.*

El empleo de esta metodología proporcionó un aprendizaje significativo, esto es, el profesor-participante empleó sus conocimientos previos para abordar un nuevo aprendizaje, quedando realmente impresionados al enterarse, no sólo de que el problema planteado sucedía en su país, sino que también de toda la secuela ambiental que generaría el hecho de la implementación del proyecto minero transnacional “Pascua Lama” y la consecuente destrucción del Glaciar milenario del “Tronquito”, si se llevara a cabo. Se consiguió que el profesor-participante aportara ideas novedosas durante el desarrollo de su trabajo y que aceptara con sorpresa, enojo y, finalmente, gusto el haberse enterado y estar dispuestos a asumir la responsabilidad de

hacer suyos problemas reales que son parte de su cotidianeidad y de abordarlos de forma rutinaria como parte del ejercicio, no sólo de su ciudadanía, sino de su actividad docente.

**Palabras clave:** Educación, Implementación de proyectos, Impacto ambiental.

## BIORREMEDIACIÓN MICROBIANA DE SUELOS TRATADOS CON HERBICIDAS Y PESTICIDAS

**Ainhoa Moreno Bravo, Nuria Moreno García  
y Ricardo D. Basco López de Lerma\***

*IES "Francisco de Orellana". Avda Reina M.<sup>a</sup> Cristina s/n. Trujillo 10200 (Cáceres, España). \*Coordinador: <ricardobasco@gmail.com>. Tel: 927027790, Fax: 927027789.*

El abuso en la aplicación de pesticidas, herbicidas y plaguicidas en el tratamiento de los cultivos y de las industrias agrícolas y ganaderas ha llevado a una situación en la que muchas tierras quedan contaminadas durante largo tiempo por este tipo de compuestos xenobióticos, permaneciendo no sólo inútiles desde el punto de vista del aprovechamiento agrícola (incapacidad para el crecimiento vegetal salvo, paradójicamente algunas "malas hierbas" que se pretendían eliminar), sino incompetentes para el soporte de vida animal, reduciéndose de manera notable la biodiversidad de la microfauna. Las situaciones extremas y más peligrosas se dan cuando estos compuestos químicos, como suele ser frecuente, representan una amenaza encubierta para la salud humana.

Los microorganismos constituyen, en la mayor parte de los casos, los elementos vivos que cierran los ciclos biogeoquímicos, teniendo en cuenta su capacidad de reciclado y su extraordinaria potencialidad metabólica. Esta enorme plasticidad genética les permite incluso la degradación de compuestos no naturales, pudiendo regenerar hasta su estado natural suelos y aguas contaminados. Se pretendía con este trabajo, partir de estas capacidades microbianas para aislar cepas implicadas en la degradación de pesticidas, herbicidas y plaguicidas, con vistas a su posterior empleo biotecnológico (biorremediación) en ecosistemas contaminados, permitiendo así su reintegración en los usos naturales y antrópicos razonables.

**Palabras clave:** Reciclado, Biomasa, Degradación, Compuestos recalcitrantes, Microorganismos, Enzimas.

*(Comunicación de alumnos)*

# UNA MOTIVACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS: SU DIMENSIÓN AMBIENTAL

C. Orozco, A. Pérez y N. González

*Dpto. de Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos. Burgos (España). <qporozco@ubu.es>.*

**Objetivo.**- El objetivo prioritario del trabajo es mostrar cómo pueden aplicarse diversas iniciativas para motivar a los estudiantes de enseñanzas técnicas al aprendizaje de la Química e inculcarles la necesidad de adquirir conocimientos de Química Ambiental.

**Situación actual del tema.**- En la enseñanza de la Química en las Escuelas Técnicas es importante:

- Incluir la dimensión ambiental de los procesos químicos. La Química es una ciencia necesaria para el desarrollo y capaz de compatibilizar el desarrollo económico con el desarrollo sostenible.
- Presentar el medio ambiente como un tema interdisciplinar en el que la química juega un papel importante.
- Que los estudiantes capten la enorme aportación que la Química realiza al conocimiento, control y minimización de los problemas ambientales.
- Para lograr el éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química es interesante detectar ciertos problemas de los que adolece:
- Algunos textos resultan excesivamente abstractos, lo que no contribuye a que el alumno perciba la Química como una ciencia esencial para comprender el mundo en que vive.
- No es frecuente que los problemas de Química incluyan magnitudes habituales en el mundo industrial y natural.
- En numerosas ocasiones los alumnos adolecen de una deficiencia en "lectura comprensiva".
- La dimensión ambiental de los procesos químicos no se introduce de forma sistemática en los textos de Química.
- Los tratados de prácticas de laboratorio en demasiadas ocasiones obvian aspectos inherentes a la generación y gestión de residuos.

Este breve análisis conduce a una serie de propuestas encaminadas a adecuar, ajustar y/o modificar los contenidos de esta ciencia e introducir los cambios oportunos.

**Acciones que se proponen.**- Proponen dos tipos de actividades: a) las que pueden incorporarse a los actuales programas sin modificaciones importantes;

y b) las que implican un cierto cambio en la programación de contenidos. Entre las primeras se sugieren:

1. *Introducir ejemplos ambientales en explicaciones teóricas.*
2. *Elaborar enunciados “medioambientales” para cuestiones, ejercicios y problemas.*
3. *Incluir en los diagramas de flujo de los procesos la generación/emisión de residuos.*
4. *Insistir en los aspectos de Seguridad/Toxicidad/Residuos en las Prácticas de Laboratorio*
5. *Recoger y analizar los aspectos químicos de informaciones ambientales.*

Las segundas se dirigen a introducir cambios en los actuales programas de Química General, incluyendo de forma sistemática temas de Química Ambiental.

### **Conclusiones:**

1. La enseñanza de la Química debe adaptarse a la realidad actual.
2. Es necesario introducir en la enseñanza las bases científicas de la Química Sostenible.
3. Las referencias ambientales pueden y, (se puede afirmar), deben incluirse en todas las actividades programadas en la enseñanza de la Química.
4. Los temas ambientales constituyen una materia de elevado interés y fácil utilización para mejorar el rendimiento del proceso de aprendizaje.
5. Es preciso introducir en los textos de Química General y Aplicada lecciones de Química Ambiental.

**Palabras clave:** Enseñanza, Química Ambiental, Química Sostenible, Escuelas Técnicas.

## CATÁLOGO DE DESASTRES ECOLÓGICOS EN MÉXICO (2000-2005)

**R. Ortiz Laura<sup>1</sup>, J. Clemente Reza G.<sup>1</sup>,  
Víctor M. Feregrino H.<sup>1</sup> y Ana E. Domínguez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ESIQIE-IPN, México D.F. (México). <lortiz@ipn.mx>.

<sup>2</sup> FQ-UNAM, México D.F. (México). <anaeli-unam@hotmail.com.mx>.

En los últimos años se han presentado en México eventos naturales y producidos por el hombre que han provocado desastres ecológicos de diferentes magnitudes.

Aunque existen proyectos de recopilación, clasificación (Tellez et al, 2003) y publicación de noticias relevantes sobre desastres naturales en distintas instituciones mexicanas (UNAM, 1999), el propósito de este Trabajo fue elaborar un registro de eventos naturales y producidos, que se convirtieron en desastres ambientales en el territorio mexicano, durante el periodo 2000-2005, a efectos de contar con información clasificada de fácil acceso para los estudiantes de Ingeniería Química que se especializan en estudios del Medio Ambiente, así como propiciar el desarrollo de metodologías personalizadas para realizar investigaciones bibliográficas, recuperar información, clasificarla, organizarla y presentar informes técnicos como parte de su formación académica.

En la investigación participaron estudiantes del tercer año de Licenciatura de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, quienes eligieron los criterios para clasificar y subclasificar (García, 1993; Villalobos, 1998) los diferentes eventos que ocasionaron desastres ambientales en México en el periodo mencionado. A la clasificación de los desastres naturales se incorporó la de desastres ocasionados directa o indirectamente por el hombre; así, se destacaron los rubros: Sismos, volcanes, meteoros, sequías, incendios, derrames, inundaciones por fallas técnicas y minas (abandonadas o en activo).

Se consultaron publicaciones comerciales e institucionales y se visitaron las dependencias gubernamentales relacionadas con el medio ambiente, protección civil, prevención de desastres, aguas, petroquímica y energía nuclear para recuperar la información pertinente. Se recuperaron 145 documentos, de los cuales, 139 los editaron 4 de los principales periódicos y 5 documentos fueron editados por 2 canales de televisión abierta.

Entre los resultados destacan los siguientes:

- No se registró algún evento sísmico que se convirtiera en desastre ambiental durante el periodo.

- Los eventos volcánicos están relacionados únicamente a dos sitios con actividad desde 1994 y 1999 y se tratan de noticias que reportan pequeñas erupciones y fumarolas (54%) y el resto a seguimiento y monitoreo.
- Los eventos meteorológicos y fenómenos asociados (vientos, inundaciones, desbordamientos) se detectaron en periodos irregulares, fuera del patrón de la estación de lluvias.
- La información sobre sequías tiene el formato de estudio histórico.
- Se detectó que la información se encuentra dispersa y no hay una fuente oficial que consigne, clasifique y/ permita el acceso a noticias relacionadas con los desastres ambientales en México.

La investigación realizada permitió identificar las fuentes de información confiable y actualizada a través del cruce de datos entre fuentes comerciales e institucionales. Del mismo modo, el trabajo en equipo se reforzó con las aportaciones de los colaboradores, lo cual permitió definir de mejor manera los criterios para el reporte de resultados y plantear diversas hipótesis de correlación entre fenómenos durante el periodo investigado. El trabajo de investigación concluirá con la apertura de un sitio *WEB* vinculado a la Institución en el que se tenga disponible la información para las consultas del público general, lo cual permitirá ahorrar tiempo de búsqueda a los interesados en profundizar estudios relacionados con el medio ambiente y los desastres que lo afectan.

**Palabras clave:** Desastre natural, Desastre ecológico, México, Base de datos.

## ECOLOGÍA MICROBIANA DE AGUAS FERRUGINOSAS

**Eva R. Palacios Méndez, Álvaro Rodríguez Alcántara, Sandra Santano Borrega y Basco López de Lerma Ricardo D.\***

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias (Biológicas). Universidad de Extremadura.*

<sup>2</sup> *IES "Francisco de Orellana. Avda. Reina M<sup>a</sup> Cristina s/n. Trujillo 10200 (Cáceres, España). \*Coordinador: <ricardobasco@gmail.com>. Tel: 927027790, Fax: 927027789.*

Las aguas ferruginosas constituyen un ecosistema de características muy especiales. Suele tratarse de fuentes, lagunas o arroyos asociados a sustratos ricos en Fe. El pH del agua se encuentra cercano a la neutralidad o resulta ligeramente ácido. Otras veces y, en este caso, el pH suele ser muy ácido, pues se trata de aguas residuales procedentes de minas. A pH neutro y en medio acuoso, el ión ferroso se oxida inmediatamente hasta el ión férrico. Para que esto no suceda, el pH del agua debe ser ácido o bien encontrarse en condiciones anóxicas. A esta reacción de oxidación se asocia un determinado cambio de energía libre suficiente como para que un grupo de bacterias hayan desarrollado sistemas metabólicos de aprovechamiento. Estos microorganismos generan problemas en las conducciones de agua, llegando a obstruirlas y a producir corrosión de los metales. Por otra parte, las aguas ferruginosas presentan una notable alteración de las propiedades organolépticas que las hace poco aptas para su uso. Una posible solución a estos problemas vendría, curiosamente, del manejo controlado de las bacterias oxidantes. Sin embargo, muy recientemente, los científicos han encontrado una interesante aplicación del estudio de las bacterias ferruginosas: Este ecosistema podría proporcionar una simulación bastante coherente de las posibilidades de vida en Marte y otros planetas ricos en compuestos metálicos.

En el presente trabajo, se ha abordado el estudio de las comunidades microbianas presentes en fuentes de agua neutra o ligeramente ácida.

Todos los puntos muestreados se encontraban en privilegiados enclaves del ecosistema mediterráneo de Extremadura (Parque Natural de Monfragüe y Sierra de San Pedro, España). Se ha "diseccionado" la biodiversidad microbiana siguiendo técnicas microbiológicas tradicionales y, adicionalmente, se han obtenido biofilms y reconstruido el micro-ecosistema mediante columnas de Winogradsky. Finalmente, se sugieren algunas aplicaciones y usos biotecnológicos de las cepas aisladas o de sus productos (enzimas, antibióticos, etc), en relación con el control de su proliferación, bio-minería, bio-remediación o como biosensores.

**Palabras clave:** Ecología microbiana, Agua ferruginosa, Biotecnología, Exobiología.

*(Comunicación de alumnos).*

## MANEJO DE LOS RESIDUOS DE COSECHA DEL ALGODONERO Y SU IMPACTO EN LA SANIDAD Y LOS SUELOS

Juan Prause, María Josefa Marinich, Carolina Fernández López  
y Patricia Angeloni

Facultad de Ciencia Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral  
2131 Corrientes 3.400 (Argentina). <prause@agr.unne.edu.ar>.

Con el objetivo difundir las técnicas de manejo de los residuos de cosecha del cultivo de algodón a productores de ese cultivo en la Provincia del Chaco (Argentina) se realizaron jornadas a campo en lotes productores algodoneiros.

Las principales plagas de incidencia económica en el cultivo del algodón, son la lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*), broca del algodón (*Eutinobothrus brasiliensis*) y picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), debiendo todas ellas atravesar el período invernal en plantas hospederas específicas para cada insecto, en los residuos de cosecha del algodón y/o en el suelo. Desde hace más de 30 años se estudia el problema del agotamiento de los suelos bajo cultivo del algodón, haciéndose hincapié en el estancamiento de la producción y la degradación de los suelos como consecuencia del monocultivo, la quema de los residuos de cosecha y el exceso de labores culturales, lo cual trae aparejado el empobrecimiento del productor y, finalmente, el abandono de las tierras que se vuelven improductivas. Las prácticas conservacionistas propuestas implican el manejo de los residuos de cosecha del algodón a través del aporte de éstos al suelo, teniendo efectos positivos sobre la dinámica de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, el almacenamiento del agua y el control de la erosión del suelo. Este manejo se debe realizar picando los residuos de cosecha para facilitar su descomposición y aporte al suelo por un lado y, por el otro, evitar la permanencia de las mencionadas plagas del cultivo durante su invernación. Se recomienda el manejo de los residuos de cosecha como un eslabón esencial en la cadena del Manejo Integrado de Plagas, apuntando a comenzar la siembra del cultivo con el menor número de plagas en el lote, que se traduce en un menor número de aplicaciones de agroquímicos.

La metodología empleada para lograr tal objetivo fue la realización de jornadas de campo en los lotes de los productores algodoneiros, repartidas en tres partes, que constituyen la base del programa de capacitación:

**1.ª Parte:** Suelos: Mostrar la relación de la planta con el suelo a través de las diferentes formas que adoptan las raíces como consecuencia de las densificaciones producidas por las excesivas labores culturales; destacar la importancia de la materia orgánica edáfica sobre la estabilidad de la estructura

por medio de sencillas prácticas (efecto de la gota de agua sobre agregados en suelos con baja estabilidad).

**2.ª Parte:** Sanidad: Se enseña al productor la búsqueda de plagas que invernan en los residuos de la cosecha y reconocer el ciclo biológico del insecto, destacando la importancia del picado de los residuos (que evita la permanencia de las plagas en el lote).

**3.ª Parte:** Picado de los residuos de cosecha: Se realizan demostraciones prácticas con diferentes herramientas que operan sobre el terreno, evaluando los métodos de desmenuzados y la incorporación de los residuos, de acuerdo a la zona y al nivel económico de los productores.

Los resultados hasta la fecha demuestran que, al capacitar a los productores algodonereros, se genera un efecto multiplicador sobre la comunidad rural que asegura que la práctica recomendada sea incorporada al proceso productivo, conservar el suelo y control de plagas, evitando, por ende, un mayor número de aplicaciones de agroquímicos para su control.

**Palabras clave:** Manejo agrícola, Residuos de cosecha, Capacitación agraria.

## CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UN LABORATORIO DE ENSEÑANZA DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL

M.<sup>a</sup> Isabel Raygoza-Maceda<sup>1</sup>, Irma Delfín-Alcalá<sup>1,2</sup>  
y Rosa M. Espinosa-Valdemar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. Sn. Pablo 180, Col. Reynosa, México D.F. C. 02200 (México).

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, Tlalnepantla (México).  
<mirm@correo.azc.uam.mx>, <delfin@servidor.unam.mx> y  
<rmev@correo.azc.uam.mx>.

El Gobierno del Distrito Federal de México ha emitido reglamentos para regular las descargas de aguas de desecho y de residuos sólidos. Actualmente los laboratorios de enseñanza experimental de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco descargan la mayor parte de sus desechos líquidos a la red de drenaje municipal, lo que ha hecho que se implemente un programa encaminado a identificar los residuos que son generados en los diferentes laboratorios. El trabajo de evaluación se distribuyó entre los docentes que imparten los cursos correspondientes y, una vez finalizado, permitirá poner en práctica las medidas correctivas pertinentes. El objetivo del presente trabajo es caracterizar y cuantificar las sustancias provenientes del laboratorio de “Técnicas de Medición de Composición” que se vierten a la red municipal.

La metodología seguida consistió en: 1) Revisar el manual de laboratorio y listar todos los reactivos que se manipulan; 2) Hacer un diagnóstico cuantitativo de los desechos que se generan en cada sesión; 3) Identificar el número de equipos de trabajo en cada grupo y el número de grupos por trimestre, en los turnos matutino y vespertino; 4) Revisar las hojas de seguridad y los datos toxicológicos de los reactivos utilizados para identificar los riesgos a la salud y al ambiente y el método de tratamiento o de disposición final adecuados de acuerdo a su volumen y peligrosidad; 5) Contrastar el manejo actual con el que se consideró más conveniente; y 6) Proponer actividades puntuales en relación con el envasado, etiquetado y registro de la reutilización, tratamiento o disposición final de los desechos líquidos generados por la U.E.A. experimental “Técnicas de medición de composición”.

La revisión del manual vigente de laboratorio mostró que en los últimos trimestres se han realizado acciones destinadas a reducir en la fuente la generación de residuos peligrosos. Por ejemplo, en la mayoría de las técnicas analíticas se han reemplazado materiales potencialmente peligrosos, indicados como *muestra*, por productos comerciales de uso doméstico.

A continuación se detallan los “reactivos” que se utilizan en el curso:

- Sólidos:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , arena, talco, azúcar, carbón activado y arcillas.

- Líquidos: Acetona, metanol, isopropanol, acetato de etilo, alcohol de 96°, vinagre, glicerina, aceite de oliva, leche y miel de abeja.
- Soluciones diluidas de HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>4</sub>OH, KMnO<sub>4</sub> y salmuera.

Se evaluó el posible riesgo de las sustancias peligrosas utilizadas, considerando el volumen generado, lo que permitió concluir que las concentraciones utilizadas son muy bajas y los volúmenes muy pequeños. Además, al hacerlas reaccionar con los analitos, se elimina su posible toxicidad, por lo que esta U.E.A. es un laboratorio limpio que no contribuye de manera significativa a la contaminación del agua que se descarga a la red municipal.

Se sugiere implementar y supervisar el cumplimiento, por parte de profesores, técnicos de laboratorio y alumnos de códigos de responsabilidad que garanticen el manejo seguro de los reactivos y desechos químicos.

**Palabras clave:** Docencia experimental, Diagnóstico de riesgos, Contaminación del agua.

# LA MINA DE LA JAYONA: APLICACIÓN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA GEOLÓGICAS A UN YACIMIENTO DE HIERRO DEL SUROESTE PENINSULAR

Eduardo Rebollada Casado<sup>1</sup>, Francisco Javier Fernández Amo<sup>1</sup>  
y Rosalía Merino Márquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Medio Ambiente. Mérida 06800 (España).

<sup>2</sup> Gabinete Geológico Salvar la Encina, Soc. Coop. Santa Marta de los Barros 06150 (Badajoz).

<sup>3</sup> Inst. de Enseñanza Secundaria Torrente Ballester. Miajadas 10100 (Cáceres, España).  
<eduardo.rebollada@aym.juntaex.es> y <francisvanadita@hotmail.com>.

**Introducción.**- El estudio del Monumento Natural Mina de La Jayona puede servir para divulgar el origen geológico del yacimiento mineral, incluyendo los fundamentos metalogenéticos y, más concretamente, los minerales aprovechables industrialmente y los mecanismos de explotación utilizados para su extracción y beneficio.

**Objetivos.**- Se plantea dar a conocer la síntesis geológica del yacimiento de Fe y de los minerales que en la mina se explotaban hace un siglo (de 1900 a 1921, a través del inventario de los elementos de interés geológico específico, como la química (mineralogía) del yacimiento y la física de las rocas (litología y estructura).

**Localización y yacimiento geológico.**- La Mina de La Jayona se ubica en el término municipal de Fuente del Arco (provincia de Badajoz) en el paraje de “Sierra de la Jayona”. Geológicamente la Mina La Jayona se localiza en la Zona de Ossa-Morena, dentro del dominio de Zafra-Alanís-Córdoba. La mina La Jayona se desarrolla en la Formación Carbonatada del Cámbrico Inferior de la Unidad Benalija, denominada “Formación Caliza del Agua”. La paragénesis del área de la mina es claramente de baja temperatura, en un yacimiento considerado de origen sedimentario (diagenético) donde los minerales predominantes son: hematites ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), goethita ( $\text{FeOOH}$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) y limonita.

**Resultados.**- En la Mina La Jayona se pueden observar varios aspectos relacionados con diferentes ramas de la Geología, como Mineralogía, Mineralogénesis, Tectónica, Geomorfología, Minería, Geotecnia y Geología Ambiental. Se presenta una ruta en cada uno de los niveles actualmente visitables, habiéndose inventariado exclusivamente los aspectos geológicos: Disoluciones kársticas, minerales primarios de Fe, bulones, minerales supergénicos, brecha de falla, estrías de falla menestra, plano de falla, cargaderos y tolvas, edificios mineros, explotación por pilares de sostenimiento y contrafuertes, registros mineros infructuosos, travertinos o geodas de calcita.

**Conclusiones:**

- En la Mina La Jayona pueden observarse diferentes procesos geológicos endógenos y exógenos.
- Igualmente se aprecia el sistema de explotación de menas de Fe de principios del siglo XX (galerías con pilares de sostenimiento).
- Los tres niveles actualmente visitables (2, 3 y 4) pueden ser utilizados perfectamente para explicar dichos procesos geológicos y de aprovechamiento minero.
- El aprovechamiento de la mina ha pasado a lo largo de este siglo de ser minero a ser turístico y didáctico, mediante su Declaración como Monumento Natural en 1997.

**Palabras clave:** Didáctica, Minería, Educación ambiental, España.

## EL CONTEXTO AMBIENTAL EN LOS LIBROS DE QUÍMICA DE NIVEL SUPERIOR DE MÉXICO

G. J. Clemente Reza, Laura R. Ortiz,  
M<sup>a</sup>. Elena Navarro C. y Víctor M. Feregrino

ESIQIE del IPN, Edificio 6 UPALM, Zacatenco, México DF 07738 (México). <taller-deproyectoscneq@hotmail.com>.

A partir de la última década del siglo XX los planes de estudio de las carreras de Ingeniería han privilegiado el desarrollo de las habilidades del pensamiento y la adopción de valores por encima de la simple asimilación de conocimientos. Para promover el desarrollo de las habilidades en aras de resolver problemas y tomar decisiones en un contexto determinado (con el objetivo de que dichas capacidades puedan transferirse a la vida diaria y formar mejores ciudadanos) los cursos de Ciencias Básicas ofrecen la oportunidad de practicarlas a través del análisis y validación de los datos, condiciones y respuestas de problemas relacionados con los aspectos ambientales, sociales, industriales y económicos de los procesos químicos. En el contexto de la revolución educativa originada por las tecnologías de la información y la comunicación y su consecuente impacto en las modalidades de enseñanza virtual, no virtual presencial y a distancia los libros de texto mantienen su calidad de ser el material didáctico de mayor apoyo, uso y confianza por los profesores de las Ciencias Básicas y de la Ingeniería, en los cuales es posible seleccionar los enunciados de ejemplos, ejercicios y problemas que mejor satisfagan los requerimientos y objetivos del tema en estudio.

Aceptando que la educación ambiental de un Ingeniero Químico no debe ser el objetivo de un curso específico en el plan de estudios, sino una actitud que debe promoverse en todas las asignaturas del *Curriculum* se realizó una investigación bibliográfica en los tres libros de Química (Química y Reactividad Química, Kotz, 5<sup>a</sup>. Ed.; Química la Ciencia Central, Brown 9<sup>a</sup>. Ed., y Química, Chang 7<sup>a</sup>. Ed.) más utilizados como textos de consulta en los cursos de Química General por los estudiantes de Ingeniería Química en el Instituto Politécnico Nacional de México, con el objetivo de conocer los detalles cualitativos y cuantitativos relacionados con el tratamiento de los aspectos ambientales en los ejemplos y ejercicios de los problemas en cada capítulo de dichos textos.

Del análisis correspondiente se concluye que el contexto ambiental está prácticamente desatendido, puesto que en los problemas de ejemplo incluidos se tiene un espectro que oscila desde un total de 1 (Brown) a 30 (Kotz), en tanto que en los ejercicios de fin de capítulo solo se tienen 14 (Brown y Kotz). Esta situación exige que el docente de Química General, preocupado por la formación integral de sus estudiantes, deba realizar el diseño de enunciados

de problemas contextualizados en los aspectos conceptuales y de aplicación relacionados con la problemática del medio ambiente, así como una revisión bibliográfica complementaria en otros textos de carácter general y especializado, a efecto de seleccionar aquellos enunciados de problemas que consoliden dicha educación ambiental. Una alternativa es la corriente “Ciencia–Tecnología–Sociedad” que ha sido impulsora de la transformación de la enseñanza de las Ciencias Básicas con el objetivo de resolver la problemática de la falta de interés de los estudiantes por dichos cursos y formar ciudadanos responsables de la resolución de sus problemas individuales y sociales.

**Palabras clave:** Libros de texto, Química general, Resolución de problemas, Educación ambiental, Ciencias básicas.

## GUÍA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS INORGÁNICOS

**Martha Rodríguez Pérez y M.<sup>a</sup> Mercedes M. Meijueiro Morosini**

*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear. Fac. de Química. UNAM. México D.F. (México). <roperez@servidor.unam.mx>.*

**Objetivos.-** Que los alumnos se familiaricen con el reciclado de reactivos y conozcan como manejar los residuos químicos peligrosos que se generan en un laboratorio de enseñanza y se familiaricen con las Leyes y reglamentos que existen en nuestro país para tales fines, ya que como futuros profesionales de la Química tendrán que manejar en su ejercicio profesional esos mismos principios ecológicos y los reglamentos pertinentes para cuidar nuestro Planeta.

**Situación actual.-** En el Laboratorio de Química Inorgánica de la Facultad de Química (UNAM, México) se atiende por semestre a 600 alumnos de las materias: Química Inorgánica correspondiente a las 5 carreras que se imparten en la Facultad y las materias de la carrera de Química; Química del Estado Sólido; Química Inorgánica Covalente y Química de Coordinación y Química Organometálica. En todos los experimentos se generan residuos que deben de manejarse de forma adecuada según las Leyes y reglamentos existentes en nuestro país.

**Métodos Empleados.-** En los laboratorios de Química Inorgánica se colocan recipientes específicos convenientemente etiquetados (envase para cada catión) para que cada alumno vierta los productos de desecho; de esta forma se establece la selección de productos para su tratamiento posterior. Los desechos que no se tratan en el laboratorio se envían a la Unidad de Gestión Ambiental de la UNAM, donde, o los tratan, o deciden enviarlos a confinamiento. Existen procedimientos administrativos que se inician con el envío de una lista de residuos químicos del laboratorio que se desea sean tratados.

**Resultados.-** En los laboratorios de enseñanza se han recuperado reactivos tales como  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HgSO}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  y  $\text{Ag}$ . Estos reactivos se vuelven a utilizar en diversos experimentos.

**Discusión.-** En un laboratorio de enseñanza donde se están formando los futuros profesionales de la Química es un asunto de primordial importancia formarlos en una cultura ecológica de protección a nuestro medio ambiente, ya que los que poblamos nuestro planeta Tierra no podemos continuar degradándola sino que debemos protegerla para que el equilibrio no se desplace a su destrucción.

**Conclusiones.-** Sabiendo que todos los compuestos químicos son dañinos en algún grado y los químicos deben saber manejarlos, es fundamental que

se aprenda a no verterlos al ambiente, sino recuperarlos para reciclarlos. Los reactivos químicos inorgánicos que se han recuperado significan para los alumnos un logro en su formación, aunque económicamente todavía el proceso no esté totalmente optimizado. El haber recuperado un catión que sea valioso o tóxico anima a los alumnos a efectuar los procesos de recuperación y les da formación en la cultura ecológica que todo ser humano debe tener para el cuidado de nuestro planeta Tierra.

**Palabras clave:** Residuos químicos, Recuperación, Reciclado, Reactivos químicos, Laboratorio químico.

## APLICACIÓN EN DOCENCIA DE UNA PLANTA PILOTO DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA ELIMINAR IONES DE PLOMO

Graciela Romero Coronel y Álvaro López Andrade

*Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México D. F. (México). <alopezandrade@yahoo.com.mx> y <gcoronel@hotmail.com>.*

**Antecedentes.**- En la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) (Ciudad de México), se preparan alumnos bajo la perspectiva de la protección del medio ambiente y conservación de los recursos naturales, siendo el agua el factor decisivo y fundamental de conservación. Es factible que se desarrolle (a nivel de docencia y de investigación) una pequeña planta piloto de tratamiento de agua en la que se determine además el contenido de sustancias denominadas metales pesados como el ión plomo ( $Pb^{2+}$ ) y cadmio ( $Cd^{2+}$ ), cuyo grado de toxicidad es pernicioso u no útil para el desarrollo de cultivos vegetales y, también, para el consumo humano.

**Introducción.**- El tratamiento de agua se conforma de diversas etapas, dependiendo del grado de contaminación y de la especie de contaminante contenida. También depende del uso que se desee destinar dicho agua. Sin embargo, para la enseñanza experimental se considera adecuado contemplar el mayor número de etapas o de operaciones unitarias para el tratamiento de agua.

**Objetivos del Proyecto.**- El objetivo principal del presente Proyecto de investigación es el construir una pequeña planta de tratamiento de agua para que, mediante la práctica experimental, se induzca el desarrollo de la tecnología que fomente en los alumnos el criterio y la responsabilidad de conservar y reutilizar de los recursos acuíferos.

### **Desarrollo Práctico:**

1. Se construyó un sistema de cribado y sedimentación mediante al utilización de tubería y accesorios de PVC.
2. El sistema acción química para retirar las partículas coloidales del agua se realizó mediante el arrastre por floculación de precipitados como  $Fe(OH)_3$ ,  $Ca(OH)_2$  y  $Al(OH)_3$ , efectuando pruebas de selección de reactivos para evaluar su eficiencia y economía.
3. Para retirar del agua las partículas más pequeñas que los coloides, como son las moléculas disueltas y los iones (cationes y aniones), se recurrió a la acción de bacterias y levaduras para que biodegraden dichos compuestos químicos; se necesitó adaptar un sistema de aireación mecánica y de bombeo de aire.

**Resultados.**- Se preparó una muestra de agua de  $100\text{ mg L}^{-1}$  a la que los alumnos deben aplicar las etapas de sedimentación y floculación destinadas

a separar los iones Pb; al final del proceso se cuantificó el contenido de  $\text{Pb}^{2+}$  obteniéndose un abatimiento hasta  $0,4 \text{ mg L}^{-1}$ ; el pH se mantuvo neutro.

**Conclusiones.**- Se logró construir una pequeña planta de tratamiento de agua con material de bajo costo y del tamaño adecuado para las mesas de trabajo de los laboratorios de Química Analítica.

**Palabras clave:** Depuración de aguas, Planta piloto didáctica, Química analítica, Eliminación de Pb.

# ANÁLISIS DE ILUSTRACIONES EN INTERNET QUE REFUERZAN CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE EL OZONO ESTRATOSFÉRICO

**Favio Daniel Torossi Baudino<sup>1,2,3</sup> y Manuela Caballero Armenta<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Programa MUTIS. MAEC-AECI (España). <ftorossi@infovia.com.ar>.

<sup>2</sup> Facultad de Bromatología. Universidad Nacional de Entre Ríos, Paraná (R. Argentina).

<sup>3</sup> PNUMA-AFIP. Programa de Capacitación DGA para el control de SAO (República Argentina).

<sup>4</sup> Departamento Didáctico de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad Complutense, Madrid. (España). <lola.caballero@edu.ucm.es>.

El ozono estratosférico y su problemática resulta ser una temática relevante para la formación de ciudadanos responsables y ambientalmente educados. Desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales numerosas investigaciones en la última década han puesto de manifiesto las concepciones alternativas más frecuentes de estudiantes y maestros que pueden obstaculizar su enseñanza aprendizaje. En este sentido, el profesorado podría ayudar a los estudiantes a construir modelos científicamente correctos desde los primeros años de escolaridad si se enfatizara en las relaciones entre componentes que se insertan en la temática, valiéndose de recursos visuales concretos para representarlos (Leighton y Bisanz, 2003). Dentro de este contexto las ilustraciones desempeñan un papel crucial en la visualización de entidades no visibles, pero de su correcta elección o confección depende que se trate de un mensaje visual que propicie el aprendizaje o refuerce concepciones alternativas en los estudiantes. Internet suele ser el recurso de ilustraciones más asequible al cual recurre el docente para preparar sus clases. En lo que a capa de ozono se refiere, la cantidad de imágenes ilustrativas es variada y abundante.

El objetivo de este Trabajo fue precisamente analizar las imágenes más representativas, con la finalidad de proporcionar al profesorado criterios de selección que le permitan detectar, en base a las más recientes investigaciones en didáctica, cuales son las ilustraciones que podrían reforzar ideas previas en sus alumnos.

La búsqueda de ilustraciones por Internet se efectuó en base a seis criterios de análisis, confeccionados a partir de las principales preconcepciones o ideas previas descritas en la bibliografía:

1. Asociación del adelgazamiento de la capa de ozono con el aumento del efecto invernadero.
2. La capa de ozono como una barrera continua que posee un agujero.

3. Las emisiones de combustibles fósiles como causantes del deterioro de la capa de ozono.
4. Las sustancias destruyen la capa de ozono desde el punto geográfico dónde son emitidas.
5. El sol como fuente de radiación perjudicial para el planeta y la vida.
6. ozono estratosférico como un contaminante medioambiental.

Las principales conclusiones evidencian que numerosas imágenes que se muestran en Internet sobre la capa de ozono estratosférico y su debilitamiento contribuyen a establecer y reforzar ideas erróneas en los estudiantes, confirmando los supuestos de partida recogidos en los criterios de análisis considerados en este trabajo. Consecuentemente, los resultados obtenidos demandan un estudio experimental con estudiantes para constatar la influencia de estas imágenes en sus preconcepciones sobre la capa de ozono.

**Palabras clave:** Educación ambiental, Ozono estratosférico, Capa de ozono, Concepciones alternativas.

## GENERACIÓN DE MÓDULOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EDUCACIÓN PARVULARIA

**Leslie Vidal Jiménez<sup>1</sup>, Laura Reyes Sánchez<sup>2</sup> y Tatiana Vidal Jiménez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Facultad de Ingeniería Agrícola, Depto. Agroindustrias, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán (Chile). <lvidal@udec.cl>. Área de Ciencias, Colegio Alemán de Chillán, Casilla 570, Chillán (Chile). <camail@ctcinternet.cl>.*

<sup>2</sup> *Facultad de Estudios Superiores, Deptos. de Química e Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 379, Cuautitlán-Izcalli 54740 (México). <lbrs@servidor.unam.mx>.*

<sup>3</sup> *Facultad de Agronomía, Depto. Producción Vegetal, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán (Chile). <tvidal@udec.cl>. Área de Ciencias, Colegio Alemán de Chillán, Casilla 570, Chillán (Chile). <camail@ctcinternet.cl>.*

La Educación Ambiental más allá de preocuparse por problemas puntuales relacionados con nuestro medio ambiente, supone una serie de desafíos en el campo de los valores y actitudes del sistema formal de educación. Por tanto, no puede ser una asignatura más, es un eje, tema o área transversal, es decir, debe ser una meta común a todas las áreas del conocimiento. La educación en un área transversal implica una serie de factores que no están contemplados en una educación tradicional, cuyo objetivo es la repetición y reproducción de conocimientos aceptados en las disciplinas. Así, la Educación Ambiental ha de enfrentarse a la construcción de una estructura que le permita al alumno “tomar decisiones autónomas en el seno de la comunidad con respecto a los problemas ambientales”. Por ello, la relación activa de los niños con el medio influye en importantes procesos del pensamiento que se relacionan con la expansión de las capacidades cognitivas que le permiten explorar activamente, dimensionar progresivamente el tiempo y el espacio, utilizar técnicas e instrumentos para ampliar sus conocimientos, resolver problemas, cuantificar la realidad, buscar soluciones a problemas cotidianos, plantearse hipótesis y explicaciones sobre lo que sucede a su alrededor, como así mismo inventar, disentir y actuar sobre los objetos del entorno. Del mismo modo, influye significativamente en fortalecer capacidades afectivas y valorativas fundamentales tales como la capacidad de asombro, la sensibilidad, el interés por la conversación y cuidado del medio ambiente y el respeto por la creación y diversidad cultural.

El propósito de este Proyecto es propiciar que los niños se apropien progresiva y activamente de su medio natural y cultural, considerando sus múltiples relaciones e interdependencias. Esto significa enriquecer, expandir y, luego, profundizar mediante el aprendizaje, las experiencias infantiles que potencian el descubrir, conocer, comprender, explicar e interpretar la realidad, recreándola y transformándola mediante la representación y la creación. Para llevar a cabo el proyecto, y con el propósito de hacer distinciones con sentido

para el aprendizaje de los niños, se generaron módulos de aprendizajes que abordan un amplio y complejo campo de conocimientos: a) Conceptos básicos relacionados con Educación Ambiental; b) La vida en el planeta Tierra; c) Los problemas ambientales globales; d) Los problemas ambientales nacionales; y e) Hacia una sociedad ecológica, un plan de acción para el Colegio. Uno de los criterios a considerar para desarrollar cada uno de los ámbitos propuestos será la evaluación en el área prebásica, del material teórico y didáctico elaborado. La modalidad de presentación de los módulos se realizó atendiendo las bases curriculares de la Educación Parvularia de Chile.

**Palabras clave:** Educación ambiental, Eje transversal, Conocimiento interdisciplinario, Propuesta cognitiva, Chile.



## *Sesión XI*

# **QUÍMICA VERDE Y AMBIENTE**

*Presidente: Dr. Ramón MESTRES <ramon.mestres@uv.es>  
Secretario: Dr. Pedro CINTAS <pecintas@guadiana.unex.es>*



## QUÍMICA SOSTENIBLE: UNA QUÍMICA PARA LA CALIDAD AMBIENTAL

**Ramón Mestres Quadreny**

*Universitat de València; Departament de Química Orgànica. Edifici d'Investigació, Dr Moliner 50, Burjassot, Valencia 46100 (España). Teléfono-Fax: + 34 96 3543152 <ramon.mestres@uv.es>.*

El conjunto de principios, conocimientos y técnicas químicas orientadas a la mejora del medio ambiente mediante la minimización *ab initio* de la introducción en cualquier ámbito de la biosfera de sustancias susceptibles de ocasionar contaminación o peligro es lo que se denomina Química Sostenible (*Green Chemistry*). La lógica del término sostenible reside en que de su desarrollo y aplicación depende en gran medida la sostenibilidad de la actividad productiva de la química y de la sociedad desarrollada.

La Química Sostenible nació en la *Environment Protection Agency* (EPA) de los Estados Unidos y allí experimentó su primer desarrollo y recibió su nombre original (*Green Chemistry*) destinada desde su primer momento a convertirse en una aproximación o herramienta idónea para la protección radical del medio ambiente.

Por origen y finalidad la Química Sostenible forma parte de lo que se puede denominar Química para el Medio Ambiente, o conjunto de conocimientos teóricos y prácticos orientado a proporcionar soluciones tecnológicas a diversas situaciones de contaminación química de la biosfera. Las técnicas químicas empleadas para la reducción de las sustancias contaminantes pueden estar orientadas a la recuperación de lagos, mares, suelos, *etc.*, contaminados por sustancias químicas. Puede hablarse de prevención cuando se pretende evitar esa propagación mediante la destrucción de los procontaminantes, o sustancias susceptibles de ocasionar contaminación mientras aún se encuentran en un ámbito restringido y controlado. Pero cabe también mejorar el medio ambiente de una manera más radical y económica: Evitando la generación de procontaminantes. La no generación de sustancias procontaminantes, todavía inexistentes, es pues el objeto fundamental de la Química Sostenible (*Green Chemistry*). A efectos de la Química Sostenible resultan asimilables a las sustancias procontaminantes aquellas que resultan peligrosas por su carácter explosivo, inflamable, agresivo o tóxico, aún cuando no presenten los riesgos ambientales asociados a la persistencia y difusibilidad.

La introducción de sustancias procontaminantes y peligrosas en la biosfera no se produce de manera exclusiva por medio de su síntesis industrial, sino también por su extracción desde el subsuelo. Ciertamente la producción de energía, el transporte, la metalurgia y todos los sectores productivos que

emplean productos químicos contribuyen de manera muy importante a la contaminación química. Pero además, la extracción de materiales fósiles y minerales alimenta la corriente contaminante por el simple incremento de procontaminantes en la biosfera. Cualquier reducción en el uso de materiales extraídos de las entrañas de la Tierra, por ejemplo, mediante el empleo de fuentes renovables de combustibles y materias primas significa una disminución en el ritmo de introducción de procontaminantes en la biosfera. Se entiende así que las aportaciones de la química a esta minimización formen parte también del objeto de la Química Sostenible.

La industria química juega un papel fundamental en los orígenes de la contaminación química. En primer lugar, gran parte de los contaminantes químicos son usados, producidos y emitidos por las industrias químicas. Además, la industria química consume materiales fósiles y minerales, con lo que exige su extracción y produce sustancias y materiales demandados por las necesidades de la sociedad, pero que pueden luego resultar contaminantes tóxicos y persistentes, al ser propagados en el ambiente por los sectores, actividades o consumidores que los emplean: Agricultura, industria textil, construcción, automoción, medicina, pinturas, limpieza, *etc.* Esto conduce a la necesidad de un mejor diseño de las nuevas moléculas que deben ser lanzadas al mercado para que, manteniendo o mejorando su efectividad y utilidad, resulten inocuas antes, durante y tras su uso. Este aspecto forma parte de lo que puede considerarse el núcleo de la Química Sostenible.

Otro problema importante para la química deriva de la extinción gradual de los materiales fósiles útiles para la industria química. Esta circunstancia refuerza la necesidad de incremento en el uso de materiales derivados de fuentes renovables y la modificación o desarrollo de tecnologías a este fin. No debe olvidarse que el desarrollo de las naciones jóvenes y la sostenibilidad futura de la química misma dependen de los recursos renovables de materias primas.

A partir de lo presentado arriba se puede proponer una estrategia, basada en los principios de la Química Sostenible (*Green Chemistry*), que se concreta en cuatro objetivos generales:

1. La reducción de efectos nocivos de los productos finales
2. La reducción del uso y generación de contaminantes químicos en el proceso químico
3. La reducción del uso de productos químicos peligrosos en el proceso químico
4. La reducción de uso de materiales extingüibles y de recursos escasos

De cada uno de estos objetivos generales derivan de manera lógica unas estrategias subordinadas y unas áreas de investigación dentro de la química y de la ingeniería química. Así en relación al primer objetivo una cantidad notable de los compuestos sintéticos y materiales en uso por el consumidor

presentan efectos nocivos antes, durante o tras su uso. Resulta necesaria la sustitución de estas sustancias y materiales actualmente en el comercio por otros que resulten inocuos y fácilmente mineralizados o reciclados. Un mejor conocimiento de la bioquímica, fisiología, microbiología y toxicología mejorará sin duda la posibilidad del diseño conveniente, por ejemplo, de pesticidas no contaminantes para el control específico de plagas.

En relación a los objetivos segundo y tercero la reducción de generación de procontaminantes y de sustancias peligrosas depende de manera primordial de alcanzar: a) mejores selectividades en las reacciones químicas, con la consiguiente reducción de productos secundarios; b) potenciación del uso de reacciones con elevada economía atómica; y c) escaso uso de disolventes orgánicos, casi siempre ambientalmente nocivos por su ecotoxicidad y persistencia o peligrosos por su inflamabilidad. Los riesgos en la producción y empleo de productos químicos puede reducirse mediante procesos catalíticos adecuados, especialmente biocatalíticos y con técnicas de activación selectiva de las moléculas, que permiten el empleo de reactivos más suaves.

Para mejorar los niveles de polución ambiental es más importante la reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de energía y en el transporte que su reducción en la industria química. Sin embargo la Química Sostenible (*Green Chemistry*) debe dar soluciones para uno y otro consumo de materiales fósiles. La biomasa puede sustituir en una parte importante los materiales fósiles como combustibles para la producción de energía y como materia prima química, especialmente cuando es combinada con métodos biotecnológicos. Se puede aquí que el reciclado en gran dimensión de materiales, como los plásticos, puede constituir también una forma de recuperación de parte del material de origen fósil. La reducción de la velocidad de extinción de los materiales fósiles puede ser el resultado de un incremento en la eficiencia en el uso de los combustibles como se espera, por ejemplo, con el desarrollo de las pilas de combustión.

**Palabras clave:** Química Sostenible, Sostenibilidad, Química Medioambiental, Contaminación.

## SÍNTESIS DE b-CAPROLACTAMA MEDIANTE LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA VERDE

Cecilio Álvarez Toledano<sup>1</sup>, Guillermo Mendoza Hermida<sup>2</sup>,  
Alejandra Flores Trevilla<sup>2</sup>, Hugo Cantón Cázares<sup>2</sup>  
y José Guillermo Penieres Carrillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Química-UNAM, Circuito Exterior-Ciudad Universitaria, México D.F. 01045 (México).

<sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, Sección de Química Orgánica, Campo 1, Avenida 1 de Mayo s/n, Cuautitlán Izcalli, Estado de México 54740 (México). <cecilio@servidor.unam.mx>.

La b-Caprolactama ha sido y es una sustancia química de gran importancia ya que es empleada, principalmente, como monómero para la obtención del nylon-6, polímero ampliamente usado a nivel comercial para la generación de fibras textiles de muy diversa aplicación.

La síntesis de la b-Caprolactama generalmente se realiza formando la oxima de la ciclohexanona; a partir de ésta y de clorhidrato de hidroxilamina, y la oxima resultante es transformada a la caprolactama mediante catálisis ácida. Ambas reacciones se realizan de forma independiente y en fase homogénea, requiriéndose tiempos de reacción de hasta 10 horas. También, se ha usado el ácido 6-aminocaproico como sustrato disuelto en tolueno y con tiempo de reflujo de 20 horas.

Por otro lado, desde hace aproximadamente 20 años, los autores han venido empleando una arcilla bentonítica mexicana de origen natural (un hidroxialuminosilicato) como catalizador ácido de Broensted-Lowry y de Lewis, así como soporte de reactivos y medio de reacción (reacciones en ausencia de disolventes) en muchas y diferentes reacciones químicas.

Por lo anterior, se desprende que el uso de este catalizador y la realización de reacciones sin el empleo de disolventes están enmarcados dentro de la filosofía de la Química Verde.

En la presente comunicación se presentan los resultados obtenidos para la obtención de la b-Caprolactama mediante el empleo de los conceptos de la Química Verde antes mencionados, además de otros adicionales referentes al uso de otras formas de energía diferentes a la térmica convencional que permitan menores tiempos de reacción, disminuir las etapas de síntesis, mejorar los rendimientos de reacción, así como el reúso del catalizador.

Como parte de la metodología seguida en este trabajo se incluye una importante primera modificación a para la síntesis de la b-Caprolactama, que consiste en emplear como sustratos a la ciclohexanona y el clorhidrato de la hidroxilamina. Una vez formada *in situ* la oxima correspondiente, usando diferentes fuentes de energía (microondas, infrarrojo, ultrasonido y térmica),

ésta reacciona bajo las condiciones de reacción para producir la b-Caprolactama. El seguimiento de las reacciones se hace mediante cromatografía de gases a diferentes tiempos de reacción, hasta llegar a los 30 minutos. Los resultados muestran buenas conversiones de reacción, principalmente cuando se usa energía de infrarrojo, obteniéndose en este caso hasta un 92% de conversión.

De manera adicional, se presentan los resultados obtenidos cuando las reacciones se realizan empleando energía de infrarrojo y diferentes cantidades del catalizador, reutilizando la misma muestra del catalizador, previamente secada para cada reacción a temperatura ambiente o a una temperatura de 100 °C. Los resultados muestran mayores porcentajes de conversión cuando la arcilla reusada es activada a mayor temperatura.

Se considera que tanto la metodología elegida como los resultados obtenidos son novedosos, tanto para la síntesis de la b-Caprolactama como en el concepto de la forma de trabajo experimental que, además de ser eficiente, resulta más sencilla en un sentido operacional.

**Palabras clave:** Caprolactama, Síntesis, Química verde, Bentonita, Reúso.

# DEGRADACIÓN ABIÓTICA DE UN (METILPARATIÓN) PLAGUICIDA ORGANOFOSFORADO: ESTUDIO QUÍMICO CON CATALIZADORES METÁLICOS Y FOTOQUÍMICO EN PRESENCIA DE SENSIBILIZADORES

Manuel H. Barceló Quintal<sup>1</sup>, José A. Manzanilla Cano<sup>1</sup>,  
Reyna B. Rendón Osorio<sup>1</sup> y Julio Flores Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Química. Departamento de Química Analítica. Calle 41 # 421, Col. Industrial. Mérida, Yucatán 97150 (México). Tel. +52 (999) 922 5716 Ext. 116, Fax. +52 (999) 922 5708. <bquintal@tunku.uady.mx>.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Básicas, UAM-Azcapotzalco, Avenida San Pablo 180, Colonia Reynosa, México D.F 02200 (México).

**Introducción.**- Se estudió la degradación abiótica del metilparatión a través de dos rutas: la hidrólisis ácida catalizada con cationes metálicos y la fotólisis en presencia de ácidos húmicos y fúlvicos, con la finalidad de proponer modelos de degradación del plaguicida, útiles en la interpretación de su transformación en el ambiente bajo condiciones controladas.

Se emplearon como metodologías de análisis la polarografía diferencial de impulsos y la espectrofotometría de ultravioleta-visible.

**Hidrólisis ácida en presencia de Cu(II), Zn(II), Fe(III) y Ca(II).**- Se observó la degradación del metilparatión en medio ácido en presencia de los metales Cu(II), Zn(II) y Fe(III) para valores de pH de 2, 3, 4, 5, 6 y 7. En todos los casos la cinética de la hidrólisis del metilparatión siguió un modelo de primer orden. Los valores de la constante de velocidad de reacción (k), calculados en presencia de cada uno de los metales, se muestran en la siguiente Tabla:

| pH | Cu(II) $\times 10^3 \text{ s}^{-1}$ | Zn(II) $\times 10^4 \text{ s}^{-1}$ | Fe(III) $\text{s}^{-1}$ |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 2  | 5.2                                 | 5.63                                | $1.17 \times 10^{-4}$   |
| 3  | -                                   | 1.28                                | $9.5 \times 10^{-5}$    |
| 4  | 5.5                                 | 2.18                                | $1.02 \times 10^{-4}$   |
| 5  | -                                   | 1.7                                 | -                       |
| 6  | -                                   | -                                   | $5.5 \times 10^{-5}$    |
| 7  | 9.0                                 | -                                   | $8.5 \times 10^{-5}$    |

Se identificó al paranitrofenol como producto común con los metales Cu(II) y Zn(II), lo que condujo a proponer que la ruta de degradación principal del plaguicida es a través de una hidrólisis catalizada por estos dos metales. El estudio de la reacción de degradación del metilparatión en presencia de Fe(III) mostró que a valores de  $\text{pH} \leq 3$  predomina la especie soluble del Fe(III), mientras que a  $\text{pH} > 3$  predomina la especie insoluble de este catión.

Se observó la degradación del metilparatión en medio ácido independientemente de la forma química del Fe(III) que predomine.

**Hidrólisis ácida en presencia de Ca(II).**- El Ca(II) no es electroactivo; por lo tanto la hidrólisis del metilparatión con este metal se estudió con potenciometría de ion selectivo. Se encontró que la determinación de Ca(II) en medio ácido es factible en el intervalo de pH 5– 8.

**Degradación fotoquímica del metilparatión en presencia de los ácidos húmicos y fúlvicos.**- La reacción de fotodegradación del metilparatión en presencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en medio amortiguado y no amortiguado a pH 2-7 siguió un modelo cinético de primer orden. Tanto el ácido húmico como el ácido fúlvico se comportaron como fotosensibilizadores. El rendimiento cuántico de las degradaciones fotoquímicas se calculó con el actinómetro de Hatchard-Parker modificado (metilparatión + a. húmico  $\phi = 0.08 \pm 0.01$ ; metilparatión + a. fúlvico  $\phi = 1.91 \pm 0.01$ ).

**Palabras clave:** Metilparatión, Hidrólisis, Fotólisis, Paranitrofenol, Sensibilizadores.

## NUEVOS MATERIALES DE CORCHO QUÍMICAMENTE MODIFICADO

Eduard Bardají y Gemma Albesa

LIPPSO, Departamento de Química, Universitat de Girona. Girona 17071 (España).  
<eduard.bardaji@udg.es>.

El corcho es un material natural y renovable, de baja densidad, con una notable superficie debido a su estructura de panal de abeja y que, a su vez, es relativamente estable bajo condiciones no extremas. El corcho se viene usando desde tiempos ancestrales en diversas aplicaciones sin someterlo a ningún tratamiento específico de su superficie. El grupo de investigación LIPPSO y la empresa Surochem SL han impulsado el desarrollo de nuevos materiales basados en la modificación química de la superficie del corcho y la aplicación de estos nuevos materiales a diversos campos de la química o la biotecnología siguiendo siempre un enfoque de compatibilidad con el medio ambiente y buscando aplicaciones sostenibles. La modificación química permanente de la superficie del corcho se puede realizar sobre cualquier forma (granulados, láminas, etc) y conduce a la obtención de nuevos materiales que poseen propiedades en función del tipo de modificación química introducida de forma covalente en su superficie. La introducción de compuestos nitrogenados conduce a la obtención de materiales con comportamiento ácido-base permitiendo el acceso a una línea de agentes *neutralizantes* del pH, así como también permite obtener materiales con capacidad absorbente de metales pesados. La modificación de corchos aminomodificados mediante posteriores reacciones con diferentes compuestos químicos conduce a la obtención de una amplia gama de materiales con aplicaciones diferentes. Así, la inmovilización de enzimas lleva a la obtención de materiales que actúan como sistemas de biocatalizadores soportados sobre corcho. En este sentido se han obtenido buenos resultados en reacciones de síntesis de ésteres de ácidos grasos sin utilización de disolventes y en reacciones de acilación selectiva de dioles. Otro ejemplo notable es el de la obtención de materiales absorbentes de aceites y carburantes que han resultado de la modificación lipófila del corcho, lo que representa una nueva línea de materiales muy eficaces en el tratamiento de aguas que contienen vertidos orgánicos. Dentro de la misma familia de modificaciones, también se han desarrollado materiales que permiten reducir el contenido de contaminantes fenólicos de aguas que contienen dichos compuestos en concentraciones cercanas a 100 mg Mg<sup>-1</sup>. Las posibilidades de modificación de la superficie del corcho “a la carta” son imposibles de enumerar; *a priori* se puede pensar en preparar materiales a medida de cada necesidad. Así, los nuevos materiales de corcho modificado pueden permitir el desarrollo de nuevas aplicaciones en el campo de la química sostenible y del medioambiente.

**Palabras clave:** Corcho, Nuevos materiales, Adsorbentes, Biocatálisis, Química sostenible.

## SÍNTESIS DE SULFATO DE BARIO DE TAMAÑO NANOSCÓPICO VÍA UNA FASE ORGÁNICA-INORGÁNICA

**René Miranda Ruvalcaba<sup>1</sup>, María Guadalupe Montes de Oca Yemha<sup>1</sup>,  
Laura Bertha Reyes Sánchez<sup>1</sup> y Octavio Manero Brito<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sección de Química Orgánica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Primero de Mayo s/n, Cuautitlán, Izcalli 54740 (México). <mirruv@yahoo.com.mx> y <lbrs@servidor.unam.mx>.

<sup>2</sup> Instituto de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, México D.F 04510 (México).

El presente trabajo describe la síntesis de partículas de sulfato de Ba de tamaño nanoscópico; la síntesis se basa en la utilización de una amina primaria (*p*-dodecilanilina) y, en consecuencia, aprovechar su alta actividad superficial. Se formó una doble capa que constituye un medio heterogéneo y conforma un microambiente de fase orgánica-inorgánica en la que los sulfatos hidrofílicos se extienden en la fase acuosa y la cadena hidrocarbonada (hidrofóbica) en la fase orgánica, generándose de esta manera, una base inicial que actúa como nanoreactor para la nucleación y el crecimiento de las partículas nanoscópicas de sulfato de Ba.

**Palabras clave:** Síntesis, Nanopartículas de sulfato de Ba, Salud humana, Química ambiental.

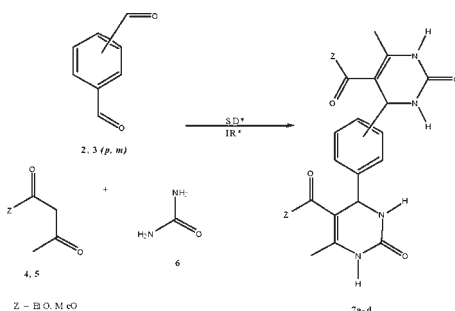
## SÍNTESIS DE BIS-BIGINELLI EN EL CONTEXTO DE LA QUÍMICA VERDE

María Olivia Noguez Córdova<sup>1</sup>, María Inés Nicolás Vázquez<sup>1</sup>,  
Hulme Ríos Guerra<sup>1</sup>, René Miranda Ruvalcaba<sup>1</sup> y Armando Cabrera Ortiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. 1ro de Mayo s/n, Colonia Santa María de las Torres, Cuautitlán Izcalli, 54740 (México).

<sup>2</sup> Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510 México D.F. (México). <mirruv@yahoo.com.mx>.

El objetivo principal del presente trabajo es sintetizar una serie de compuestos análogos, las *bis*-dihidropirimidinonas 7a-d, moléculas no sintetizadas con anterioridad en condiciones no convencionales de reacción (Biginelli modificada), particularmente bajo el contexto de la Química Verde, dando origen a posibles nuevos fármacos.



Se partió de las entidades dialdehídicas 2 y 3 (regioisómeros *para* y *meta* respectivamente), haciéndolas reaccionar por separado con un compuesto b-dicarbónico (4- acetoacetato de etilo, 5-acetoacetato de metilo) en presencia de 6 urea, para obtener las moléculas 7a-d.

Al inicio de la investigación se empleó como fuente de energía radiación de microondas, en ausencia tanto de disolvente como de catalizador; durante el transcurso de esta experimentación se efectuaron diversos eventos (aproximadamente 50 por sustrato) para optimizar el tiempo de reacción, así como la potencia a la que se debe de operar el aparato de microondas. Así, al estudiar por espectrometría de masas (IE, FAB<sup>+</sup>) los productos, resultó que la reacción no se lleva a cabo por la ruta esperada (*bis*-Biginelli), sino que, considerando las condiciones de reacción, la urea se descompone formando amoníaco y desviando el proceso a la formación de esteres de Hantzsch. En la segunda etapa de experimentación se realizaron diversas reacciones, utilizando irradiación infrarroja como fuente de energía también en ausencia

de disolvente y sin catalizador; al determinar los correspondientes estudios de masas (IE) se observaron iones moleculares congruentes con la formación de los cuatro productos esperados. Sin embargo, es conveniente mencionar que estas moléculas son insolubles en los disolventes comunes, por lo que la caracterización correspondiente se complementó por Resonancia Magnética Nuclear en estado sólido (*RMN CP/MAS*).

**Palabras clave:** *Bis-Biginelli*, Química Verde, Microondas, Irradiación infrarroja.

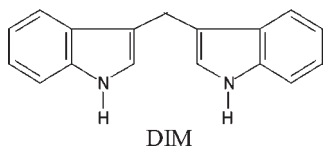
## OBTENCIÓN DE UN COMPUESTO ANTICANCERÍGENO USANDO EL PROTOCOLO DE LA QUÍMICA VERDE

José Guillermo Penieres Carrillo<sup>1</sup>, José Guadalupe García Estrada<sup>1</sup>,  
José Luis Ramírez<sup>1</sup>, Francisca García López<sup>1</sup> y Cecilio Álvarez Toledano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, Sección de Química Orgánica, Campo 1, Avenida 1 de mayo s/n, Cuautitlán Izcalli, Estado de México 54740 (México).

<sup>2</sup> Instituto de Química-UNAM, Circuito Exterior-Ciudad Universitaria, México D.F. 01045 (México). <penieres@servidor.unam.mx>.

Los compuestos heterocíclicos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y una gran cantidad de ellos son esenciales para la vida en incontables aspectos. En este sentido, desde hace muchos años el indol y diversos de sus derivados han captado la atención en diversas áreas del conocimiento. Tal es el caso del 3,3'-diindolilmetano (DIM) debido a su gran aplicación e importancia farmacológica.



El DIM es un dímero de un producto natural (el 3-indolilcarbinol). Este último se encuentra presente en vegetales crucíferos, como brócoli, col, coliflor, col de Bruselas, entre otros. Con la ingesta de estos vegetales, el DIM se forma en el estómago debido al pH ácido del mismo.

Estudios recientes han demostrado que el DIM presenta gran y efectiva acción anticancerígena, principalmente en cáncer de mama, de próstata y de pulmón, además de otras interesantes e importantes bondades farmacológicas. El estudio de estas propiedades sigue siendo motivo de interés para muchos investigadores a nivel mundial.

Existen diversas publicaciones que informan sobre la síntesis del DIM y algunos derivados de él. Dentro de ellas se destaca que este compuesto se ha logrado formar en reacciones que requieren desde horas hasta 10 días.

En el presente trabajo se informa sobre los resultados obtenidos en la síntesis del DIM empleando una metodología de acuerdo al protocolo de la Química Verde, donde se contempla el uso de un catalizador natural (una arcilla bentonítica), la realización de la síntesis sin el empleo de disolventes, así como el uso de fuentes de energía diferentes a la térmica convencional (microondas, infrarrojo, ultrasonido).

Con base a los resultados generados se ha logrado la síntesis del DIM en tiempos de 20 segundos (microondas), 3 minutos (infrarrojo) y 20 minutos (ultrasonido), y con porcentajes de conversión del 60% (infrarrojo) y 70% para las otras energías. Los productos de reacción fueron identificados mediante los cromatogramas y espectros de masas, comparando con una

muestra de DIM, mediante la técnica de Espectrometría de Masas acoplada a cromatografía de gases.

Finalmente, es importante señalar que la selectividad en las reacciones es muy buena, lográndose detectar la formación de dos subproductos con el empleo de energía de infrarrojo, sólo uno con el uso de microondas y ninguno con el empleo de ultrasonido.

De esta manera se ha logrado implementar una metodología excelente para la generación del DIM, que requiere un equipo experimental de bajo costo y de fácil acceso, así como de un desarrollo práctico, sencillo y de bajo impacto al entorno ecológico.

**Palabras clave:** Diindolilmetano, Síntesis, Química verde, Bentonita.

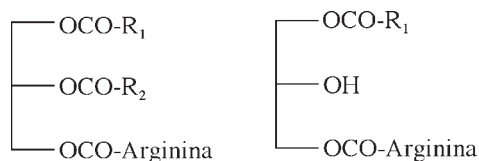
## LIPOAMINOÁCIDOS DERIVADOS DEL GLICEROL

L. Pérez, A. Pinazo, M. T. García y M. R. Infante

Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona, CSIC, C/ Jordi Girona 18-26, Barcelona 08035 (España). <lpmste@cid.csic.es>.

Uno de los principales objetivos de la sostenibilidad consiste en contrarrestar el incremento de volumen de fabricación de los productos químicos mediante un aumento en las estrategias para preservar un medio ambiente limpio y seguro. Los tensioactivos son uno de los productos químicos más representativos que se consumen diariamente en grandes cantidades a nivel mundial. Desde que se tiene conocimiento de que estos compuestos pueden afectar negativamente al medio ambiente el estudio de la biodegradación y bio-compatibilidad de los tensioactivos se ha convertido en una cuestión fundamental en su proceso de fabricación. Una de las estrategias para desarrollar tensioactivos biocompatibles consiste en el diseño y la síntesis de tensioactivos con estructura mimética a la de los tensioactivos naturales. Entre estos compuestos destacan los tensioactivos derivados de aminoácidos conocidos como lipoaminoácidos.

En esta comunicación se presenta la síntesis, propiedades fisicoquímicas y biológicas de nuevos tensioactivos con estructura lipoaminoacídica derivados del glicerol. En particular se muestra la síntesis de estructuras anfifílicas derivadas del aminoácido arginina:



La estructura de estos compuestos es análoga a la de los mono y diglicéridos, así como a la de los fosfolípidos naturales. Los estudios fisicoquímicos llevados a cabo con estos compuestos muestran que, al igual que los fosfolípidos, presentan un rico polimorfismo fásico, siendo capaces de formar fácilmente vesículas en suspensión acuosa. Gracias a la presencia de un aminoácido de carácter básico cargado positivamente estos tensioactivos presentan actividad antimicrobiana frente a un amplio rango de microorganismos. La toxicidad frente a dos especies acuáticas, *daphnia magna* y *photobacterium phosphoreum* (bacteria luminiscente), es significativamente inferior a la de los tensioactivos catiónicos del tipo amonio cuaternarios.

Finalmente, se estudió la biodegradación de estos tensioactivos mediante una prueba homologada por la Unión Europea, el “*screening test*”. Los resultados obtenidos permiten clasificar a estos compuestos como fácilmente biodegradables.

**Palabras clave:** Tensioactivos, Arginina, Ecotoxicidad, Biodegradabilidad, Glicerol.

# CICLACIÓN INTRAMOLECULAR DE LACTONAS SESQUITERPÉNICAS MEDIANTE EL USO DE UNA ARCILLA: UNA OPCIÓN VERDE

Benjamín Velasco Bejarano<sup>1</sup>, Gabriel Martínez Rodríguez<sup>1</sup>,  
René Miranda Ruvalcaba<sup>1</sup> y Mariano Martínez-Vázquez<sup>2</sup>

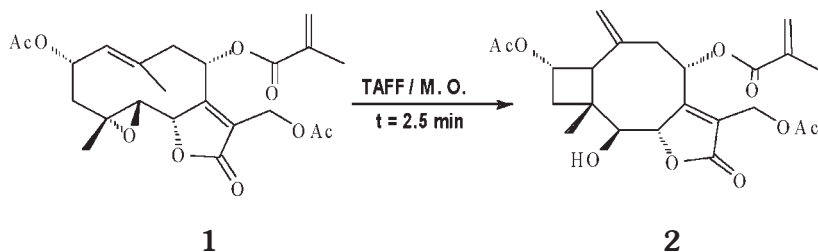
<sup>1</sup> Sección Química Orgánica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, Cuautitlán Izcalli, Estado de México 54740 (México). <bevebe@hotmail.com>.

<sup>2</sup> Instituto de Química-UNAM, Cd. Universitaria, Coyoacán, México D.F. 04510 (México).

Desde hace años los productos naturales han sido una fuente rica en compuestos bioactivos, de los que incluso algunos han sido empleados como prototipo para el diseño de fármacos. Particularmente, del género *Asteraceae* (*Compositae*) se han aislado algunas lactonas sesquiterpénicas con estructura de germacrano, las cuales han presentado actividad biológica tal como analgésicas, antihelmínticas, antiasmáticas, antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antiulcerosas, cardiotoxicas, citotóxicas, etc. Por otro lado, algunas reacciones de ciclación intramolecular en medio ácido ( $\text{HCl}_{\text{gas}}$ ,  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ ) de compuestos con estructura de epoxigermacránolida han contribuido a sustentar la propuesta biogenética de la formación de guayanos y eudesmanos, a partir de estos. En este sentido, en los últimos años ha surgido el interés por el uso metodologías químicas en donde se hace uso de fuentes alternas de energía con respecto a la térmica como la irradiación de microondas y láser, además del caso particular del ultrasonido. Entre los aspectos ponderables para recurrir a nuevas fuentes de energía se recomiendan los siguientes: No se requiere disolvente; en general, las condiciones son más suaves; suelen resultar mejores rendimientos; y, además las reacciones resultan más limpias en muchos casos.

En consecuencia, se expone el empleo de condiciones de reacción ecológicas, tanto de acidez como de fuentes de irradiación, para la ciclación intramolecular de la glaucólida E:

## Esquema general de ciclación:



**Palabras clave:** Lactonas sesquiterpénicas, Bentonitas, Tonsil actisil FF, Química Verde, Microondas.

## MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA VERDE Y A MICROESCALA

**Martha Beatriz Vilchis Argueta<sup>1,2</sup>, Eva Hernández Godínez<sup>1</sup>,  
Cecilia Artemisa Rivero Gómez<sup>1</sup>, Roberto Carlos Osnaya Morales<sup>1</sup>,  
Gabriel Arturo Arroyo Razo<sup>1</sup> y René Miranda Ruvalcaba<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Sección Química Orgánica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, Cuautitlán Izcalli 54740 (México). <mbvilchis@yahoo.com>.

<sup>2</sup> Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 160 DGETI-SEP.

En este trabajo se presenta un manual, recientemente concluido, de prácticas de química orgánica mediante el protocolo de la Química Verde. También se contemplan reacciones a micro escala y fuentes alternas de energía a la térmica. Éste manual se encuentra principalmente dirigido a los estudiantes de Licenciatura del área de Ciencias Químicas y Químico-Biológicas. Es apropiado mencionar que la obra mencionada actualmente se encuentra en evaluación para su posible edición y publicación.

**Palabras clave:** Química verde, Prácticas Química Orgánica, Libros de texto.

## ***Sesión XII***

# ***SUSTANCIAS HÚMICAS Y AMBIENTE***

*Presidenta: Dra. M.<sup>a</sup> Teresa VARNERO <mvarnero@uchile.cl>*

*Secretario: Dr. Juan CEGARRA <jcegarra@cebas.csic.es>*



## RECYCLING OF ORGANIC MATTER FROM WASTES TO RESTORE SOIL FERTILITY

**Umberto Tomati, Francesca Di Mario y Emanuela Galli**

*Consiglio Nazionale delle Ricerche. International Bank of Edible Saprophytic Mushrooms. Area della Ricerca di Roma, Via Salaria Km 29.300. Monterotondo Scalo, Roma 00016 (Italia). <umberto.tomati@ibaf.cnr.it>.*

Up until fifty years ago, organic wastes were widely supplied to crop lands to maintain or improve tillage, fertility and productivity. As the new agricultural technologies were introduced, organic recycling practices and crop rotation were largely replaced by chemical fertilisers for plant nutrition, and by energy-intensive monoculture systems for cash production. The soil organic matter (SOM) content in arable lands started to decrease toward poor level, resulting soil erosion, nutrient run-off, soil water-holding capacity diminution, buffering capacity decrease, and impairment of environmental quality due to pollution of surface and ground waters as result. Saving and/or improving soil fertility both in short and long-term is now one of the most serious challenge to face.

Actually, SOM is a precondition for soil fertility. Modern practices of agriculture can only partially stop the involution of soil productivity through chemical and mechanical aids, often involving high energy costs. Consequently, there is a renewed interest in use of organic wastes and residues to protect agricultural lands from desertification and to maintain and restore their productivity.

Based on a large body of literature, the effect of bioremediated organic matter on soil fertility is here discussed mainly in term of biochemical activities to evaluate how agricultural practices should involves the use of stabilised organic matter, for avoiding desertification and enhancing and/or restoring soil productivity.

The effect of bioremediated organic waste on soils, especially on spoiled ones, is discussed as:

- Crop yield
- Effect on the plant-soil system during the vegetative cycle of the culture;
- Effect on soil structure and stability.

**Key words:** Humic substances, Soil bio-remediation, Soil organic matter.

## ANÁLISIS DE LA CARGA VARIABLE DE DOS SUELOS ORGÁNICOS MEDIANTE EL MODELO NICA-DONNAN

Florencio Arce, Birgit Vasiliadis, Dora Gondar, Ana Iglesias,  
J. Antelo, Rocío López y Sarah Fiol

*Departamento de Química Física. Facultad de Química. Avda. das Ciencias. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela 15782 (España). <qffarce2@usc.es>.*

Se empleó la técnica de la retrovaloración para determinar la carga superficial variable de dos suelos orgánicos (turba) a tres valores de fuerza iónica.

Para simular la carga superficial se empleó el modelo NICA-Donnan (*Non-Ideal Competitive Adsorption*), suponiendo una distribución bimodal de afinidad protónica en la fase sólida del suelo.

Se comprobó que el modelo reproduce perfectamente el comportamiento experimental. El volumen de Donnan ( $V_D$ ) varía ligeramente con la fuerza iónica, si bien esta variación es menor que para las sustancias húmicas en disolución. Los valores obtenidos para los parámetros que definen las distribuciones de afinidad, constante intrínseca de protonación ( $\log K_i^{\text{int}}$ ) y la heterogeneidad de la posición ( $m_i$ ), son análogos a los encontrados para ácidos húmicos aislados de la turba. La abundancia de grupos carboxílicos en el suelo representa un 30 % del valor típico encontrado para los ácidos húmicos extraídos del suelo. La composición de la material orgánica del suelo obtenida por *CPMAS*  $^{13}\text{C}$  *NMR* es comparable a la composición característica de los ácidos húmicos aislados.

**Palabras clave:** Carga Superficial del suelo, Materia orgánica del suelo, Modelo Nica-Donnan, Turba.

# ESTUDIO ESTRUCTURAL DE SUSTANCIAS HÚMICAS: COMPLEMENTARIEDAD DE CROMATOGRAFÍA DE EXCLUSIÓN POR TAMAÑO, ULTRAFILTRACIÓN Y DISPERSIÓN DE LUZ DINÁMICA

**Roberto Baigorri<sup>1,2</sup>, Marta Fuentes<sup>1</sup>, Gustavo González-Gaitano<sup>1</sup>  
y José M.<sup>a</sup> García-Mina<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Química y Edafología, Universidad de Navarra, Pamplona 31080 (España).

<sup>2</sup> Departamento de I+D, Inabonos-Roullier Group, Poligono Arazuri-Orcoyen, Orcoyen 31160 (España). <rbaigorri@inabonos.com>.

En estos últimos años se ha producido un interesante debate sobre la naturaleza química y estructural de las sustancias húmicas (SH). Así, mientras ciertos autores defienden un modelo de estructura macromolecular, otros proponen un modelo de agregados moleculares (asociaciones supramoleculares) de pequeñas moléculas unidas por interacciones débiles.

Es de gran importancia, a la hora de aportar luz sobre esta controversia, un adecuado análisis del tamaño y de la distribución de pesos moleculares y de la posible agregación en los sistemas de SH. Es evidente, por otra parte, que la calidad de las conclusiones dependerá de las técnicas analíticas utilizadas en el experimento. Ciertos resultados experimentales que sostienen estos puntos de vista bajo discusión, se han obtenido utilizando una única técnica analítica. Una estrategia alternativa implicaría el uso de técnicas analíticas diferentes pero complementarias para determinar una propiedad molecular específica, lo cual permitiría comparar y evaluar con mejor eficiencia la calidad de los datos obtenidos por cada técnica individualmente y complementar, de esta manera, la información en diferentes aspectos estructurales del sistema molecular estudiado. En este sentido, algunos experimentos muestran que el estudio completo de la estructura química de las SH requiere el uso de varias técnicas analíticas.

En este trabajo se ha optado por el uso complementario de tres diferentes técnicas: cromatografía de exclusión por tamaño (SEC), ultrafiltración (UF) y dispersión de luz dinámica (DLS). Los objetivos de este trabajo se han centrado en: (i) la aplicación de las anteriores técnicas en el estudio de la distribución de tamaños en solución de sistemas moleculares complejos como las SH, incluyendo sistemas de comportamiento macromolecular y supramolecular; (ii) comprobar la aplicabilidad de la acidificación-re alcalinización en el estudio de los procesos de agregación en sistemas de referencia utilizados para este propósito; y (iii) aplicar la complementariedad de las técnicas utilizadas para investigar el patrón químico estructural de las SH en solución.

Los resultados indicaron que la complementariedad de las técnicas utilizadas es adecuada para describir tanto la distribución de tamaños como los

cambios que sufre esta distribución al acidificar-re alcalinizar los sistemas de referencia de comportamiento macromolecular y supramolecular así como las SH. La conclusión más notable es que los resultados sugieren que las SH están compuestas tanto por macromoléculas como por pequeñas moléculas que forman agregados moleculares (asociaciones supramoleculares) en un equilibrio que puede verse afectado por propiedades fisicoquímicas tales como pH, fuerza iónica, concentración, temperatura o composición química.

**Palabras clave:** Sustancia húmica, Macromolécula, Estructura sepramolecular.

# CONTENIDOS DE Cu Y Pb EN ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS DE SEDIMENTOS DEL CAUCE DEL RÍO MATANZA RIACHUELO (ARGENTINA)

**Martha Bargiela y Alicia F. de Iorio**

*Cátedra de Química Analítica. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires Av. San Martín 4453. Buenos Aires 1417DSE (Argentina). <bargiela@mail.agro.uba.ar>.*

La interacción de los iones metálicos con ambos grupos principales de ácidos, tanto húmicos como fúlvicos se produce por el mismo mecanismo de formación de complejos. Sin embargo, ya que estas fracciones de la MOS exhiben propiedades diferentes, la interacción de los iones metálicos con ellos lleva a resultados geoquímicos opuestos. Las reacciones con los ácidos fúlvicos lleva a un aumento de la dispersión de los metales. Por el contrario, los ácidos húmicos actúan en procesos naturales como absorbentes complejantes favoreciendo la acumulación de polutantes y elementos minerales en suelos, material suspendido de aguas, y sedimentos marinos y fluviales.

El objetivo de este Trabajo fue estudiar la distribución de Cu y Pb en los ácidos húmicos y fúlvicos de los sedimentos del cauce de dos ambientes de la Cuenca del Río Matanza con acumulación y uso de la tierra diferentes, caracterizados por sus propiedades fisicoquímicas.

El sitio 1 (S1) se encuentra ubicado en el cauce del Arroyo Morales, cercano a sus nacientes, en la cuenca superior del Río Matanza. El sitio 2 (S2) se encuentra ubicado sobre el curso principal del Río Matanza, aguas abajo de las desembocaduras de los Arroyos Cañuelas y Chacón. Se tomaron muestras de sedimentos a diferentes profundidades y se extrajeron los ácidos húmicos y fúlvicos. Se determinó carbono fácilmente oxidable en sedimentos, contenidos de ácidos fúlvicos y húmicos y contenidos de Cu y Pb tanto en los sedimentos como en las dos fracciones orgánicas estudiadas por mineralización ácida.

En S1 las condiciones oxidantes en el río permiten un mejor reciclado de la materia orgánica sedimentaria, considerando la variación del contenido de la materia orgánica en profundidad. Los contenidos de Cu se presentan constantes en profundidad, de acuerdo con la constancia de las formas no residuales que se observó hasta los 8 cm. La uniformidad en el contenido de MOS en los primeros 12 cm de profundidad en S2 lo confirma como zona de acumulación cercana a áreas inundables. La mezcla de materia orgánica, tanto producto de la sedimentación *e in situ*, conjuntamente con la anoxia en el sistema, puede modificar afinidades por los metales. Se calcularon los factores de enriquecimiento para ambos metales, encontrándose valores más altos para el Cu que para el Pb, siendo en los dos casos más

importantes en las capas inferiores que en las cercanas a la superficie. En esta última zona se observó una disminución de los sulfuros amorfos, la fase química que controla principalmente la geoquímica de estos dos metales.

**Palabras clave:** Metales pesados, Acidos húmicos, Acidos fúlvicos, Sedimentos del cauce, Argentina.

## ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN $Pb^{2+}$ -VERMICOMPOST POR MEDIO DE ISOTERMAS DE ADSORCIÓN Y ESPECTROSCOPIA FTIR

Armando Carrasquero-Durán y Flores Iraima

*Laboratorio de Investigación en Química Aplicada. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Apartado 1017 Las Acacias, Maracay, Estado Aragua (Venezuela). <acarrasquero@latinmail.com>.*

La retención del ión  $Pb^{2+}$  por un vermicompost comercial fue estudiada a 284, 306 y 323 °K utilizando los modelos de isotermas de Langmuir y Freundlich, los cuales describieron adecuadamente el proceso de adsorción a cada una de las citadas temperaturas. Los valores de máxima capacidad de adsorción derivados del modelo de Langmuir fueron 116,3; 113,6 y 123,5 mg g<sup>-1</sup>. Por otro lado, las funciones termodinámicas derivadas de los experimentos de adsorción indicaron que la inmovilización del metal pesado ocurre por medio de reacciones endotérmicas ( $\Delta H_{\text{adsorción}} = 4,25 \pm 0,92 \text{ Kcal mol}^{-1}$ ) asociado con aumentos en la entropía del sistema ( $\Delta S_{284K} = 7,55 \text{ Kcal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  a  $\Delta S_{323K} = 8,62 \text{ Kcal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) producidos por la ionización de los grupos funcionales ácidos, lo que produjo un aumento de la acidez de las soluciones sobrenadantes a medida que adsorbía el catión. La baja espontaneidad de la reacción de adsorción quedó reflejada en los valores positivos de la Energía Libre de Gibbs ( $\Delta G_{284K} = 2,11 \text{ Kcal mol}^{-1}$  a  $\Delta G_{323K} = 1,49 \text{ Kcal mol}^{-1}$ ). Por otro lado, se observaron diferencias en la localización e intensidad de las señales de absorción en la región de 1800 a 1300 cm<sup>-1</sup> de los espectros FTIR del vermicompost a pH 3,8 y pH 7,0. La ionización de los grupos ácido carboxílico produjo una reducción en la intensidad del pico de 1725 cm<sup>-1</sup> y un incremento de los picos en 1550 y 1390 cm<sup>-1</sup> asociados a las tensiones en el anión carboxilato. Cambios semejantes se observaron a pH 3,8 en presencia de la solución de iones  $Pb^{2+}$ , indicando que el acomplejamiento ocurre a través de una reacción de intercambio catiónico en el cual el  $Pb(II)$  desplaza a los iones  $H^+$  en los grupos COOH para formar un complejo de coordinación entre el catión metálico y los átomos de oxígeno del grupo funcional.

**Palabras clave:** Plomo, Vermicompost, Espectro FTIR, Adsorción, Langmuir, Freundlich.

## DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS: COMPOST. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ADECUACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTA ORNAMENTAL

C. Carrión<sup>1</sup>, M. Abad<sup>1</sup>, F. Fornes<sup>1</sup>, A. Maquieira<sup>2</sup> y R. Puchades<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Agroforestal Mediterráneo Universidad Politécnica de Valencia Camino de Vera, s/n. Valencia 46022 (España). <cacarbe@doctor.upv.es>.

<sup>2</sup> Departamento de Química, Universidad Politécnica de Valencia Camino de Vera, s/n. Valencia 46022 (España).

En España la superficie dedicada al cultivo de hortalizas representa el 1,4% de la superficie agrícola total. En ella se desarrolla más del 14% de la producción agrícola total, lo que da lugar a casi 4 Tg de residuos vegetales. En este contexto, el compostaje de este tipo de residuos y su utilización como componentes de sustratos de cultivo reportan un doble beneficio desde el punto de vista medioambiental: Por un lado, se valorizan los residuos y, por otro, se reduce el consumo de turba *Sphagnum* (recurso natural difícilmente renovable), principal componente de los sustratos de cultivo para la producción de planta ornamental en contenedor.

Por ello, se han determinado y evaluado críticamente (siguiendo básicamente la normativa UNE/EN relativa a “Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo”) las propiedades físico-químicas y químicas más importantes de tres *composts* procedentes de residuos vegetales hortícolas. Los *composts* se prepararon (utilizando sistemas de compostaje dinámico o mixto) a base de plantas procedentes del cultivo de melón (C1), pimiento (C2) y calabacín (C3).

Se encontraron diferencias en las características físico-químicas y químicas de los *composts*, que estuvieron relacionadas con la naturaleza de los residuos y el proceso de compostaje de los mismos. También mostraron diferencias significativas con respecto a la turba utilizada como material de referencia. Los *composts* presentaron un pH fuertemente básico, salinidad alta y niveles de elementos minerales asimilables elevados. Teniendo en cuenta estas características se procedió a la mejora de dichos *composts* con objeto de obtener materiales con pH, conductividad eléctrica (CE) y contenido en elementos solubles adecuados para su utilización como componentes de sustratos en la producción de planta ornamental. Se utilizaron dos métodos de mejora simples y económicos: Acidificación mediante enmiendas sólidas (S elemental micronizado y sulfato ferroso) y lixiviación de las sales en exceso (con agua destilada). Para la acidificación con enmiendas sólidas se utilizaron los dos mejorantes indicados a cuatro dosis diferentes.

Se apreció que el S elemental fue más eficaz que el sulfato ferroso. Además, se encontró que la variación del pH a lo largo del proceso de acidificación con ambas enmiendas podía modelizarse a una ecuación de tipo exponencial.

Respecto al lavado de sales, después de añadir un volumen de agua equivalente a 5 veces la capacidad de contenedor de los *composts* (x 5 CC), la CE de los lixiviados fue similar a la de la turba encalada utilizada como referencia, particularmente para C1 y C2. En cuanto a la evolución de los elementos estudiados se apreció que el N mineral (mayoritariamente en forma de  $\text{NH}_4^+$ ) se lavó rápidamente, mientras que el P lo hizo más lentamente. Los niveles de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y S fueron aceptables tras aplicar un volumen de agua equivalente a 5-7 x CC. Por otro lado, la evolución de  $\text{Ce}^-$  y  $\text{Na}^+$  mostraron pautas similares a la CE. En cuanto a los microelementos la mayoría se lixiviaron rápidamente, alcanzando niveles adecuados a 2-3 x CC.

Los materiales obtenidos tras su adecuación presentaron características físico-químicas y químicas aceptables para su uso como componentes de sustratos de cultivo en la producción de planta ornamental en maceta.

**Palabras clave:** Compostaje, Residuo vegetal, Acidificación, Lixiviación, Sustrato de cultivo, Valorización.

## EL COMPOSTAJE COMO MÉTODO PARA DETOXIFICAR Y VALORIZAR AGRONÓMICAMENTE EL ORUJO DE OLIVA DE DOS FASES (ALPERUJO)

**Juan Cegarra, José Antonio Alburquerque y Germán Tortosa**

*Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). Campus Universitario de Espinardo. Apartado correos 164. Murcia 30100 (España). <jcegarra@cebas.csic.es>.*

En los países de la Cuenca Mediterránea se generan gran cantidad de residuos y subproductos orgánicos procedentes de la actividad industrial de extracción de aceite de oliva que pueden impactar el ambiente si la gestión de los mismos fuera inadecuada. Actualmente el sector extractivo español de aceite de oliva, principal productor mundial, opera con el sistema de centrifugación de dos fases y produce anualmente más de 3 millones de toneladas de un subproducto sólido y muy húmedo, denominado alperujo. Entre las vías de tratamiento y valorización de este subproducto el compostaje es una alternativa que permite aprovechar su contenido de materia orgánica y nutrientes para obtener enmendantes y abonos orgánicos utilizables en agricultura y en la recuperación de suelos degradados.

Los resultados muestran que el compostaje del alperujo conlleva un incremento del índice de germinación (IG) y un descenso de la concentración de grasas y polifenoles hidrosolubles, lo que indica una progresiva detoxificación. Sin embargo, cuanto menos disponible fue el oxígeno en los sustratos, mayor fue el retraso del crecimiento del IG y más lentos los incrementos de pH y los procesos de degradación de la materia orgánica y las grasas. Los composts obtenidos, exentos de fototoxicidad, fueron ricos en materia orgánica (principalmente constituida por lignina) y mostraron un considerable contenido de K y de N, este último escasamente biodisponible a corto plazo; sin embargo, tuvieron bajos contenidos de P y micronutrientes. El compost de alperujo puede utilizarse eficientemente como enmendante del suelo, debido a su considerable resistencia a la biodegradación edáfica, como se demostró al compararlo con otros abonos orgánicos en un cultivo de pimiento.

**Palabras clave:** Subproductos de la oliva, Alperujo, Compostaje, Destoxificación, Valorización agronómica.

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO EM ARGISSOLO VERMELHO – AMARELO CULTIVADO COM BANANA (*Musa sp*)

Sarai de Alcântara<sup>1</sup>, Luiz A.S. Melo<sup>2</sup>, Daniel Vidal Pérez<sup>3</sup>, Neli do A. Meneguelli<sup>3</sup>, Fernando Pessanha Feitosa<sup>1</sup>  
y Gabriel da Silva Azevedo Jorge<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Química/UFRJ, Av. Brig. Trompovsky, s/nº, Cidade Universitária, Rio de Janeiro 21949-900 (Brasil). <sarai@iq.ufrj.br>.

<sup>2</sup> Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, Jaguariúna 13820-000 (SP, Brasil).

<sup>3</sup> Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro 22460-000 (Brasil).

Entre as diversas alternativas existentes para a utilização do lodo de esgoto, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em nutrientes e com alto teor de matéria orgânica, é amplamente recomendada sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante. Contudo, a utilização desse material pode causar alterações nas propriedades químicas do solo, com consequências ainda pouco conhecidas para as condições tropicais. É, portanto, o objetivo do presente trabalho, estudar o impacto causado pelo uso agrícola do lodo de esgoto, de origem doméstica/industrial, em solo cultivado com banana.

As amostras foram coletadas em um ensaio instalado no campo experimental da Embrapa-Meio Ambiente (Jaguariúna, SP), em um solo Argissolo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 5 repetições. Os tratamentos estudados foram: 1. Fertilização mineral (NPK), com base na análise de solo; 2. Aplicação de lodo de esgoto com base na sua concentração de N e mantendo a metade da quantidade aplicada na fertilização mineral (N/2); 3. Aplicação de lodo de esgoto mantendo a quantidade de N aplicada na fertilização mineral (N); 4. Duas vezes a concentração de lodo de esgoto aplicada no tratamento 3 (2N). Dois tipos de lodo foram aplicados: entre 2000 e 2004 usou-se lodo originário da região de Barueri (SP), tipicamente industrial; em 2005 foi aplicado lodo originário do município de Jundiaí (SP), que pode ser considerado de característica doméstica. A amostragem do solo ocorreu em outubro de 2005, sendo coletadas as profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. As análises químicas do solo foram realizadas conforme o manual de métodos da Embrapa Solos, sendo determinados: a capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC); o pH em água; o teor de carbono C e de P “assimilável”; e as formas “disponíveis” de alguns metais traço (Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Co, Cd y Pb) obtidas em extração com solução de Mehlich 1 ( $\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ) e DTPA (pH 7,3).

De um modo geral, após 5 anos de uso de lodo, algumas alterações puderam ser verificadas, notadamente, na camada superficial (0-20 cm).

Como era esperado, o teor de matéria orgânica, medido indiretamente pelo teor de C orgânico, aumentou significativamente com o incremento das doses de lodo. Isso apresentou reflexos diretos na CTC do solo, já que os colóides orgânicos possuem uma elevada quantidade de cargas superficiais negativas. Nesse sentido, o P, sabidamente associado à matéria orgânica, também aumentou com o incremento das doses de lodo. Com respeito aos metais estudados, tanto a extração com Mehlich 1, como a com DTPA, indicaram aumentos significativos com a aplicação de lodo, exceto para Pb. A extração com Mehlich 1 também apresentou resultados similares nas profundidades de 20-40 e 40-60. Já o DTPA só indicou incrementos significativos para a maioria dos metais estudados até a profundidade de 20-40. Na profundidade de 40-60, somente a variação de Cu foi significativa com o incremento das doses de lodo. Do ponto de vista de fertilidade, os dados obtidos sugerem que a aplicação de lodo pode ser considerada benéfica para o solo. Contudo, ao se observar o comportamento de certos metais traço extraídos, principalmente com a possibilidade de movimentação no solo, há de se considerar o risco ambiental da contaminação das águas subsuperficiais.

**Palavras chave:** Lodo de esgoto, Argissolo, Banana, Metais pesados.

# CARACTERIZACIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS EN SUELOS CULTIVADOS DE ORIGEN VOLCÁNICO DEL EJE NEOVOLCÁNICO MEXICANO

Juan F. Gallardo<sup>1</sup>, Sara Covaleta<sup>1</sup>, Silvia Pajares<sup>1</sup>,  
Jorge D. Etchevers<sup>2</sup>, Miguel González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Aptado. 257, Salamanca 37071 (España). <jgallard@usal.es>.

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduado de Montecillo, Texcoco 56230 (México). <jetchev@colpos.mx>.

La creciente demanda de tierras de cultivo en las zonas densamente pobladas del Eje Neovolcánico de México, sumada a la erosividad de la lluvia, a prácticas de cultivo inadecuadas y a unos suelos propensos a la erosión, han provocado una disminución de la productividad en la región. Por otra parte, el interés creciente por manejos agrícolas alternativos con un mayor uso de los recursos orgánicos ha favorecido replantear aspectos relacionados con las prácticas agronómicas tradicionales, puesto que un manejo adecuado de la materia orgánica del suelo (MOS) es fundamental si se pretende seguir una práctica de agricultura sostenible.

En el suelo la MOS se encuentra íntimamente asociada a las partículas minerales; fracción de C orgánico del suelo (COS) contenido en los agregados más finos (< 0.05 mm) es la forma más estable y constituye el principal componente del secuestro de C a largo plazo.

En el presente Trabajo se estudiaron las sustancias húmicas de la fracción más fina de un suelo volcánico degradado sometido a varios manejos agrícolas para hacer un seguimiento del efecto del manejo agrícola sobre la cantidad y calidad de la MOS a lo largo de tres años

La zona se localiza en del Eje Neovolcánico Mexicano, en la subprovincia Neo-Volcánica Transversal. Las parcelas experimentales se sitúan en la microcuenca de Atécuaro, al Sur de la cuenca de Cuitzeo, (Estado de Michoacán; 19° 33' 05" y 19° 37' 08" N y 101° 09' 00" y 101° 15' 07" O). El suelo es un *Acrisol* de textura arcillosa (50-60 % de fracción arcilla), con pH 4,9 y originalmente un exceso de Mn asimilable (111 mg g<sup>-1</sup>). En las parcelas experimentales se establecieron cuatro sistemas de manejo agronómico: Manejo tradicional (Tt), Manejo orgánico (To), Manejo tradicional mejorado (Tm), y Año y vez (Tb). El estudio de las sustancias húmicas se llevó a cabo mediante un fraccionamiento químico de la MOS contenida en los agregados de la fracción fina, basado en la diferente solubilidad de las fracciones húmicas en ácidos y álcalis. Las fracciones obtenidas fueron: Ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos libres (Hlb) y ligados (HLg) y huminas (HNa). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza bifactorial (p < 0,05) considerando

los factores tipo de manejo y año, además de la interacción de ambos, para cada nivel de profundidad (0-10 y 10-20 cm).

Tras tres años utilizando cuatro manejos de cultivo tanto el COS como el CLA no mostraron variación significativa en la profundidad de 0-10 cm; sin embargo, el C se concentra en la fracción más recalcitrante (humina: 73 % del C y 60 % del N), que es la menos alterada por las prácticas agrícolas y la que más contribuye al secuestro de C en el suelo. Probablemente la acción de volteo del suelo por el arado sea la responsable de que se aprecien cambios en los contenidos de C entre los 10-20 cm, sobre todo en el manejo To,. El N, sin embargo, decreció en la capa superficial (0-10 cm) en todos los manejos, tanto el Nt del suelo como el NLA, debido a su mineralización; ello ocasiona un incremento de la razón C/N. En la capa superficial el CLA no varió con los años, pero sí hubo una redistribución del C que pasa de las fracciones HLg y HNa a formas más fácilmente biodegradables. Más problemático es el NLA, puesto que disminuyó en los 10 cm superiores afectando negativamente el N HLg y el N HNa. Muchas de las variables estudiadas incrementaron significativamente en el año 2003, probablemente debido por el efecto del encalado aplicado en las parcelas en ese año y que repercutió favorablemente a las distintas fracciones de la MOS. El tratamiento orgánico parece ser el más ventajoso.

**Palabras clave:** Acrisol, Barbecho, Materia orgánica del suelo, Sustancias húmicas, México.

# DINÁMICA DEL CARBONO Y NITRÓGENO DEL SUELO DE UN BOSQUE TROPICAL ESTACIONAL MEXICANO: PROCESOS A DIFERENTES NIVELES DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO

**Felipe García-Oliva, Noé M. Motaño, Maribel Nava-Mendoza  
y Ana M. Noguez**

*Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. AP 27-3 Santa María de Guido,  
Morelia Michoacán 58090 (México). <fgarcia@oikos.unam.mx>.*

El objetivo de este trabajo fue comparar la dinámica estacional del C y N en tres niveles diferentes de la estructura del suelo (suelo sin fraccionar, macroagregados y microagregados) en suelos con contenidos contrastantes de C en un bosque tropical estacional en el Pacífico Mexicano. La disponibilidad de C en el suelo es el principal factor que determina la actividad de las poblaciones microbianas y, por ende, los procesos de mineralización de los nutrientes. Por ejemplo, en sitios con bajos niveles de disponibilidad de C se reduce la actividad de las bacterias heterótrofas, favoreciendo de esta manera la actividad de poblaciones nitrificantes. Estas últimas, incrementan su capacidad de competencia, ya que la energía la obtienen a partir de la oxidación del amonio. Como consecuencia, la nitrificación aumenta en los suelos con menor disponibilidad de C, incrementando así la probabilidad de pérdida del N del suelo. Por otro lado, también se ha reconocido la importancia de la presencia de los agregados del suelo en la actividad microbiana y en los procesos de transformación de los nutrientes. Por ejemplo, la materia orgánica que predomina en los microagregados es principalmente un producto microbiano (i.e. exudados, etc.). Por lo anterior, es interesante analizar si la estructura jerárquica del suelo afecta la dinámica del C y N, es decir, si dominan los mismos procesos en niveles distintos de la estructura del suelo: Suelo sin fraccionar, macroagregados (>250mm) y microagregados (<250mm). Se utilizaron en este trabajo muestras de suelo superficial (primeros 5 cm) en sitios con diferentes niveles de disponibilidad de C en un bosque tropical estacional mexicano. El sitio de muestreo fue la Estación de Biología Chamela perteneciente a la UNAM (México), la cual tiene un bosque primario tropical que pierde sus hojas durante la estación seca (de Noviembre a Mayo). Se utilizaron dos posiciones del relieve para los dos niveles de disponibilidad de C: Las crestas (mayor C) y las laderas con orientación sur (menor C), pero compartiendo otras características como contenidos de humedad del suelo y productividad primaria neta. En cada posición del terreno se seleccionaron 7 cuadros de muestreo, en los cuales se obtuvieron una muestra compuesta de 15 submuestras. Los muestreos se realizaron en 3 fechas: Estación seca (Abril), inicio de la temporada de lluvias (Junio) y en el mes más lluvioso (Septiembre). Se determinaron las formas totales de C y N, amonio, nitrato,

C lábil, C y N microbiano y la tasa neta de mineralización de C en cada uno de los tres niveles estudiados.

Los resultados muestran que los suelos sin fraccionar de las crestas tuvieron mayores concentraciones de formas totales de C y N que los suelos de las laderas, a pesar de que ambos sitios tengan la misma entrada de materia orgánica y humedad del suelo. Sin embargo, estas diferencias sólo se presentaron para el C en los macroagregados y no para C y N en los microagregados. Estos resultados sugieren que los procesos de estabilización de C y N son diferentes entre ambos tamaños de agregados, dominando los productos de origen microbiano al interior de los microagregados. Así mismo, los resultados sugieren que este efecto de escala afecta a la actividad de los microorganismos heterótrofos. En contraste, la actividad de los microorganismos nitrificantes responde igual en los tres niveles estudiados y dependen principalmente de la disponibilidad de C edáfico.

**Palabras clave:** Agregados del suelo, Estacionalidad de la lluvia, Microorganismos heterótrofos, Nitrificación.

# INTERFERENCIA DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DE DIFERENTES AMBIENTES NO PROCESSO DE CICLAGEM BIOGEOQUÍMICA

**Rose Luiza Moraes Tavares y Carlos Augusto Cordeiro Costa**

*Laboratório de Húmus e Ecologia Química da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA. (Brasil). <roseufra@hotmail.com>.*

Uma das propriedades principais da matéria orgânica dos solos (MOS), é sem dúvida, a de fornecer elementos essenciais ao desenvolvimento e produção dos vegetais. A riqueza de nutrientes depende, entre outras coisas, da composição química e mineralógica do solo. Entretanto, esta propriedade da substância húmica em fornecer nutrientes não se prende somente as concentrações que contenha estes elementos, mas em particular ao ambiente e a facilidade com que se formam e como são assimilados pelos vegetais. A função das substâncias húmicas no solo está intimamente ligada às vertentes: física, química e biológica. Fisicamente o húmus interfere no solo modificando-lhe a cor, textura, estrutura, etc. Quimicamente atua modificando a solubilidade de certos minerais do solo, combinando-se com alguns elementos. Biologicamente o húmus serve para o desenvolvimento das plantas superiores e propiciando um lento e contínuo fluxo de elementos nutritivos para a alimentação vegetal através do ciclo biogeoquímico.

O objetivo do trabalho é averiguar a melhor potencialidade das substâncias húmicas extraídas de diferentes amostras no processo de ciclagem de nutrientes e interferências das substâncias húmicas na ciclagem biogeoquímica. Para isso, foram analisadas 50 sub-amostras de matéria orgânica (MO) de: Cacho seco de dendê; cédulas de real trituradas adicionadas em substrato de várzea; solo de várzea (área de açai) e cédulas de real trituradas adicionadas em substrato de húmus de minhoca...Schnitzer e Khan (1989). O primeiro passo consistiu na secagem em estufa com circulação forçada das amostras coletadas em temperatura de 45 °C por duas horas; depois de secas, as amostras foram peneiradas em peneirador elétrico, malha 2 mm para seleção de partículas; posteriormente colocou-se 10 g em 20 frascos de vidro, adicionando-se 400 mL de KOH 0,5N em cada frasco. O segundo passo foi levar os frascos para máquina de agitação horizontal por 1h com objetivo de tornar a solução homogênea, extraindo-se substância húmica. A partir daí, procedeu-se a separação do ácido fúlvico do ácido húmico em proveta de 200 ml, adicionando-se HCl até o ponto de viragem, pH próximo a 2. Por último foram efetuadas análise da MOS e C orgânico segundo Jackson (1982).

As análises efetuadas mostraram resultados diferentes para as amostras em estudo. O teor de Mo e C orgânico foram maiores para a amostra de

cédulas de real trituradas e adicionadas em substrato de húmus, 6,43% e 3,73%, respectivamente, mostrando que o tratamento possui significativa concentração de composto orgânico disponível para o processo de mineralização. Na amostra de dendê, o teor de MO e C orgânico foi de 5,34% e 3,10%; na amostra de açaí foi de 3,34% e 1,94%; no solo de várzea, 3,21% e 1,86%; na amostra de cédulas de real trituradas e adicionadas em areia foram obtidos baixos teores de MO e C orgânico de 1,87% e 1,09%, demonstrando que a pouca concentração de MO existente pode ter origem no dinheiro triturado, já que pouco se conhece a presença de material orgânico na estrutura física do substrato de areia.

O trabalho mostrou que a ciclagem biogeoquímica é de suma importância para os processos de desenvolvimento e recuperação do solo, pois as mesmas extraídas desse processo, são responsáveis pelo fornecimento natural de nutrientes para o solo, agindo também como prática conservacionista do solo através da biorecuperação da vegetação existente contribuindo com o fornecimento de nutrientes e proteção contra ações antrópicas. As análises confirmaram que as substâncias húmicas provindas do húmus que é o produto do processo de mineralização da MO interferem de forma significativa no processo biogeoquímico, através da disponibilização e liberação de nutrientes adsorvidos em colóides, disponíveis para serem absorvidos pelo sistema radicular dos vegetais, os quais contribuem depositando MO no solo; raízes, folhas, frutos, etc., fechando-se o ciclo biogeoquímico da MO no solo. Nesse sentido o tratamento de cédulas de real trituradas e adicionadas em húmus possui um melhor potencial de liberação de nutrientes, confirmado pelo grau de humificação da amostra que demonstrou que o material está em processo avançado de decomposição, contribuindo para a fertilização do solo através do fornecimento de elementos essenciais.

**Palavras chaves:** Substância húmica, Biogeoquímica, Ciclagem.

## EVALUACIÓN AMBIENTAL Y NUTRICIONAL EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL TRATADA CON BIOSÓLIDOS CON BAJAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS

B. Omil<sup>1</sup>, V. Piñeiro<sup>2</sup>, R. Mosquera-Losada<sup>3</sup> y A. Merino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Gestión Forestal Sostenible, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo 27002 (España). <amerino@lugo.usc.es>.

<sup>2</sup> Fisquitectnal, Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo 27002 (España).

<sup>3</sup> Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo 27002 (España).

En este estudio se evaluó la efectividad de la aplicación de un lodo estabilizado con cal y con bajos contenidos en metales pesados como fertilizante de una plantación forestal de *Pinus radiata* de 10 años de edad. El ensayo consistió en la aplicación de dos dosis de lodos, 10,5 y 21,5 Mg ha<sup>-1</sup>, con las que se aportan cantidades de elementos comparables a las extracciones de nutrientes por el aprovechamiento forestal. El estudio se desarrolló en el período 1998-2005, durante el cual se realizó un seguimiento de los niveles de nutrientes y metales pesados en suelos y acículas. Los procesos de mineralización C y N se estudiaron mensualmente durante el primer año.

A pesar de carácter alcalino y el elevado contenido de N la aplicación de lodos tan sólo ocasionó ligeros aumentos de los niveles de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en el suelo. Las bajas tasas de nitrificación, junto con la elevada demanda del sotobosque, evitaron la movilización de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. La aplicación del lodo en el suelo derivó en incrementos moderados del pH y de las concentraciones disponibles de P, K, Ca y Mg, si bien los efectos sobre el K y el Mg se limitaron al primer año. Las concentraciones foliares de Ca aumentaron, mientras que las de P y Mg disminuyeron como consecuencia del efecto de dilución derivado de los mayores crecimientos arbóreos. No se registraron incrementos de las concentraciones de metales pesados en el suelo y el único efecto que se encontró en la vegetación fue la mayor concentración de Zn en las acículas de pino al cabo de 5 años.

Los resultados indican que si las cantidades de elementos que se aportan se ajustan a la capacidad de amortiguación del sistema se pueden evitar los riesgos ambientales en la reutilización de este tipo de residuos.

**Palabras clave:** Biosólidos, Nitrógeno, Mineralización de N, Respiración basal, Metales pesados, *Pinus radiata*.

## DINÁMICA ENZIMÁTICA EN EL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE Y COMPOSTAJE

Roberto Quintero-Lizaola<sup>1</sup>, Ronald Ferrera-Cerrato<sup>1</sup>,  
Jorge D. Etchevers Barra<sup>1</sup>, Norma E. García Calderón<sup>2</sup>,  
Gabriel Alcantar González<sup>1</sup> y Rodrigo Rodríguez-Kabana<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados de Montecillo. Texcoco 56230 (México).

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. (México).

<sup>3</sup> Auburn University, Alabama (U.S.A). <quintero@colpos.mx>.

Uno de los problemas que más preocupan al hombre en la actualidad es el aprovechamiento adecuado de los Recursos Naturales y el manejo de los subproductos de éstos, lo cual hace palpable la necesidad de conocer cada vez con más amplitud todos y cada uno de los elementos que intervienen en los procesos de biotransformación, en este caso en particular las enzimas.

Se ha estudiado la influencia del tamaño de la paja de avena, molida y picada (subproducto de cultivo comercial) del hongo *Pleurotus ostreatus* en la dinámica enzimática del proceso de compostaje y vermicompostaje.

Se muestreó a 23, 46, 69, 92, 115 y 148 días después de la incorporación de lombrices (*Eisenia andrei*) en vermicompost y se compararon con sus compost correspondientes sin lombrices. En cada uno de los muestreos se midió la actividad enzimática siguiente: Las del ciclo del C (amilasa, celulasa, lipasa e invertasa), las del ciclo del N (proteasa, amidasa, ureasa y nitrogenasa), las del ciclo del P (fosfatasa ácida y fosfatasa alcalina), las del ciclo del S (arilsulfatasa) y la deshidrogenasa.

Se observó que la actividad de las enzimas estudiadas fué más elevada en los tratamientos con lombrices que sin la adición de éstas. En los tratamientos con lombriz, las actividades enzimáticas medidas fueron: Amilasa en (PMCL) paja molida con lombriz, 46,17; en (PMSL) paja molida sin lombriz, 39; en (PPCL) paja picada con lombriz, 47,67 y en (PPSL) paja picada sin lombriz, 41 mg de azúcares reductores  $10 \text{ g}^{-1}$  materia seca  $24 \text{ h}^{-1}$ . Celulasa: en PMCL, 36; en PMSL, 18,67; en PPCL, 35,33 y en PPSL, 33,67 mg de glucosa  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $24 \text{ h}^{-1}$ . Lipasa en PMCL, 104,5; en PMSL, 70; en PPCL, 143,17 y en PPSL de 64,5 nM 4-metil unbeliferona  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $\text{h}^{-1}$ . Invertasa en PMCL, 5,52; en PMSL, 2,83; en PPCL, 3,02 y en PPSL de 3,00 mg de glucosa  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $24 \text{ h}^{-1}$ . Proteasa en PMCL, 126,17; en PMSL, 87,17; en PPCL, 102,5 y en PPSL de 79,17 mg equivalente de tirosina  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $2 \text{ h}^{-1}$ . Amidasa en PMCL, 1,84; en PMSL, 1,50; en PPCL, 1,71 y en PPSL de 1,17 mg  $\text{N-NH}_4 \text{ g}^{-1}$  de materia seca  $2 \text{ h}^{-1}$ . Ureasa en PMCL, 0,46; en PMSL, 0,37; PPCL, 0,43 y en PPSL de 0,29 mg  $\text{N-NH}_4 \text{ g}^{-1}$  de materia seca  $2 \text{ h}^{-1}$ . Nitrogenasa: PMCL de 263,45, PMSL de 197,73, PPCL de 239,35, PPSL de 1114,54  $\text{pMol C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}$

materia seca  $24 \text{ h}^{-1}$ . Fosfatasa ácida en PMCL, 0,36; en PMSL, 0,17; en PPCL, 0,23 y en PPSL de 0,18 mg *p*-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $\text{h}^{-1}$ . Fosfatasa alcalina en PMCL, 2,00; en PMSL, 1,61, en PPCL, 1,79 y en PPSL de 1,47 mg *p*-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $\text{h}^{-1}$ . Arilsulfatasa en PMCL, 0,17; en PMSL, 0,08; en PPCL, 0,14 y en PPSL de 0,07 mg *p*-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $\text{h}^{-1}$ . Deshidrogenasa en PMCL, 1,48, en PMSL, 1,24; en PPCL, 1,50 y en PPSL de 1,16 mg TPF (Trifenil formazan)  $\text{g}^{-1}$  de materia seca  $24\text{h}^{-1}$ .

La actividad enzimática medida en cada uno de los ciclos evaluados disminuyó conforme con la madurez de las vermicompost y compost, acentuándose más en las del ciclo del N. Manteniendo una dinámica enzimática elevada se pueden acelerar los procesos de biotransformación de los residuos de la paja en las distintas etapas que se consideraron.

**Palabras clave:** Enzimas, Ciclos del C, N, P y S, Actividad enzimática.

**REDUCCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE  
EN UN SUELO ARGENTINO INDUCIDA POR ENMIENDAS ORGÁNICAS  
Y SU ACUMULACIÓN EN *Melissa officinalis* L.  
Y *Begonia semperforens***

**A. E. Rendina<sup>1</sup> M. J. Barros<sup>1</sup>, A. F. de Iorio<sup>1</sup>, S. Korol<sup>2</sup>,  
M. S. Fortunato<sup>2</sup>, A. de los Ríos<sup>1</sup> y G. Fernandez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra de Química Analítica. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía. UBA. (Argentina). <arendina@agro.uba.ar>.

<sup>2</sup> Cátedra de Higiene y Sanidad. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UBA. (Argentina).

El Cr es un potencial contaminante del suelo, sedimentos, agua superficial y subterránea, y del aire. La toxicidad y movilidad del Cr depende de su estado de oxidación. El Cr(III) es relativamente inmóvil, más estable y menos tóxico que el Cr(VI). Así la transformación del Cr(VI) a Cr(III) puede constituir una forma de disminuir los efectos adversos ambientales de la contaminación con Cr(VI). El agregado de materia orgánica a suelos o sedimentos puede favorecer la eficiencia de la reducción, sin embargo, ésta depende de la concentración del metal, la reactividad del C orgánico y actividad microbiana.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del agregado de residuos de la industria cárnica (contenido ruminal) compostados y turba de *Sphagnum* sobre la reducción de Cr(IV) en un suelo adicionado con diferentes niveles de este metal y su acumulación en *Melissa officinalis* L. y *Begonia semperforens*. El suelo fue mezclado con las enmiendas (50 g kg<sup>-1</sup> de CO<sub>total</sub>) y se adicionó 5 niveles de Cr (VI) (0, 250, 500, 500 , 1000 y 2000 mg Cr kg<sup>-1</sup> suelo). Las macetas se incubaron durante 8 semanas. Se determinó pH, CE, E<sub>h</sub>, Cr total y Cr (VI), la distribución de Cr (III) y Cr (VI) en diferentes fracciones del suelo mediante la extracción secuencial de Tessier y se realizó recuento de bacterias. La concentración de Cr (VI) del suelo siguió el orden: Suelo>Suelo-Compost>Suelo-Turba.

El agregado de turba fue más efectivo que el *compost* en reducir Cr (VI) a altos niveles (1000 y 2000 mg kg<sup>-1</sup>) de Cr (VI) agregados.

En el suelo sin enmienda concentraciones de 250, 500 y 1000 mg Cr (VI) Kg<sup>-1</sup> suelo redujeron el número de bacterias aerobias mesófilas viables en 2 órdenes logarítmicos, mientras que 2000 mg Kg<sup>-1</sup> produjo una reducción de 5 órdenes logarítmicos. En los suelos tratados con turba y *compost* el número de bacterias aerobias mesófilas se mantuvo sin mayores variaciones con las distintas concentraciones de Cr(VI) agregadas.

Se observó una disminución de la disponibilidad y movilidad potencial de este elemento por agregado de materia orgánica. La especiación de Cr en la fracción intercambiable mostró una disminución de la concentración de Cr(VI) en los tratamientos con agregado de enmiendas a todos los niveles de Cr agregados. La especiación de Cr en la fracción materia orgánica estaría indicando una reducción del Cr (VI) y posterior complejación del Cr (III). El aumento del nivel de Cr produjo una disminución en el rendimiento de materia seca, siendo el tratamiento con turba el que mostró mayor biomasa a los cuatro niveles de Cr adicionados. No se observó necrosis en ninguna de las dos especies con agregado de turba, aunque el rendimiento en materia seca disminuyó significativamente con adición de 2000 mg kg<sup>-1</sup>. La acumulación de Cr en biomasa aérea fue menor en los tratamientos con agregado de enmiendas, principalmente en el tratamiento con agregado de turba, indicando que la eficiencia de reducción de Cr (VI) a Cr (III) disminuyó la acumulación de Cr en planta, por una menor disponibilidad del elemento en el suelo.

**Palabras clave:** Reducción Cr (VI), Especiación, Enmiendas orgánicas, Fraccionamiento, Fitodisponibilidad.

## SIMULACIÓN DE EQUILIBRIOS DE COMPLEJACIÓN METALES-SUSTANCIAS HÚMICAS

Francisco Rey y Patricia Perlo

Departamento de Química Física. Universidad de Vigo, Vigo (España). <frey@uvigo.es>.

Las constantes de estabilidad de los complejos formados por cationes metálicos y polielectrólitos son parámetros necesarios para conocer su estado, ya que, junto con la cinética, determinan su formación y evolución. Sin embargo, en la mayor parte de los casos se dispone de un único valor, obtenido a partir de varios puntos experimentales (normalmente concentraciones de catión libre y/o ligado), sin que sea posible conocer la influencia de los posibles errores experimentales. Para paliar, en parte, esta limitación sería útil disponer, no sólo de un valor numérico, sino conocer como varía cuando se toman en consideración esos errores. En este caso es necesario bien disponer de una muy amplia base experimental, bien utilizar métodos de cálculo/simulación que permitan extraer más información de los resultados disponibles.

Para las sustancias húmicas o *humus-like*, el problema es más complejo debido a su heterogeneidad y a la naturaleza de las interacciones con los cationes. Por otra parte, los resultados tienen mucha mayor importancia, ya que esta materia orgánica forma parte los equilibrios existentes en los medios naturales. Disponer de la mayor información posible es indispensable si se quiere conocer su comportamiento.

Con el método de *bootstrapping* se seleccionan varios (N) subconjuntos de datos de un conjunto único experimental (medidas de conductividad de valoraciones de disoluciones de una sustancia *humus-like* obtenida a partir de hojas de eucalipto, en ausencia y presencia de Cu(II)), para, a partir de los mismos, extraer conclusiones tratando cada uno de esos subconjuntos como si fueran la única información disponible; la combinación de resultados de los N subconjuntos debe proporcionarnos una información más completa que la disponible a partir del conjunto original. Experimentalmente esto se traduce en multiplicar los datos obtenidos un número elevado de veces (normalmente miles o millones) y, luego, elegir aleatoriamente los vectores deseados para realizar el análisis. La “nuevas muestras” pueden tratarse como una distribución continua que proporciona una estimación de la precisión estadística de la variable, normalmente en forma de histogramas donde se muestra el posible “valor calculado”, pero también la distribución de valores si los datos de partida fuesen otros. El método proporciona los mismos resultados pero con un ahorro casi infinito de tiempo y material.

**Palabras clave:** Sustancias húmicas, Constantes de estabilidad, Simulación.

## PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS DE PODA PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR (COLOMBIA)

**Karina Ropain<sup>1</sup>, Fabián Picón<sup>1</sup>, Ricardo Durán<sup>2</sup> y Jairo Taborda<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Popular del César. <ricadu6@yahoo.es>.

<sup>2</sup> Director departamento consultas industriales. U.P.C. Valledupar (Colombia).

<sup>3</sup> Gerente empresa de servicios públicos de Valledupar, Interaseo.

La Ciudad de Valledupar, ubicada en el Departamento del César (Colombia), posee una población de 350.000 habitantes y produce mas 300 toneladas mensuales (560 m<sup>3</sup> al mes) de residuos de poda, los cuales se depositan en las celdas del relleno sanitario Los Corazones, de la empresa ASEOUPAR. En este trabajo se presentan los resultados correspondientes tras someter los residuos de poda de árboles de mango (*Mangifera indica*), caucho (*Ficus soatensis*) y uva venezolana (*Jambos sp.*) a un proceso de compostaje empleando microorganismos aceleradores. Se tuvieron en cuenta aspectos como: separación y trituración, contenido nutricional, humedad y temperatura durante el proceso; además de la aireación y condiciones climáticas tales como: temperatura, humedad, precipitación, viento y radiación solar. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques y cuatro tratamientos: Se efectuó un análisis estadístico mediante ANOVA y comparación de medias por DMS al 95 % de probabilidad. Se utilizó un área total de 400 m<sup>2</sup> cercada con malla industrial. Se conformaron doce pilas, cada una de una ton de materia prima triturada, con una altura aproximada de 1.2 m, siendo la distancia entre ellas fue de 2.0 m. La humedad se mantuvo entre el 50 y el 60 %. se inocularon microorganismos comerciales "EM", compuesto por bacterias y actinomicetos. La inoculación se hizo con una mezcla soluble agua de relación 1:1 y realizó mediante bomba de aspersión. Se realizó caracterización físico-química de la materia prima y del producto final en el laboratorio de Consultas Industriales del Centro de Investigaciones para el Desarrollo de la Ingeniería ("CIDI") de la Universidad Popular del César. Cada unidad experimental se dividió en nueve cuadrículas y el centro de cada una de ellas se estableció como punto de muestreo. Las variables tenidas en cuenta fueron: Temperatura (leída diariamente, haciendo promedio de diferentes puntos de muestreo) y humedad (determinada diariamente). Mensualmente se midió el pH y la relación C/N. La aireación se realizó realizando volteos manuales. El tiempo total del proceso de compostaje fue de 29 días. A partir de la experiencia se concluyó que es importante mantener la fase termófila durante más tiempo, que el pH tiende a neutralizarse ¿en la etapa de enfriamiento y maduración? y que hay que ajustar la relación C/N inicial alrededor de 30, agregando un compuesto

nitrogenado. En cuanto a elementos totales y disponibles del producto final, el más rico es el T2, pero dada la poca diferencia obtenida sería más económico realizar el proceso con el material inicial mezclado. El producto obtenido se usará para recuperar y revegetar los taludes del relleno sanitario y para la venta comercial; disminuyendo los costos de operación, la producción de gas y lixiviado. Esto último no es una conclusión, solo un deseo...

**Palabras clave:** Compostaje, Poda, Caracterización fisicoquímica, Mango, Caucho, Uva venezolana.

## ESTABILIZACIÓN MEDIANTE COMPOSTAJE DE BIOSÓLIDO PROVENIENTE DE UNA DEPURADORA DE AGUAS SERVIDAS (IX REGION, CHILE)

Itilier Salazar y Cristina Rivas

*Instituto del Medio Ambiente. Universidad de La Frontera. Av. Fco. Salazar. Temuco 01145 (Chile). <itilier@ufro.cl>.*

El tratamiento de aguas servidas constituye una medida para solucionar el grave problema de contaminación de los cursos de aguas naturales; por la misma razón en Chile se están construyendo plantas depuradoras de aguas servidas en todas las ciudades importantes del país, sistema que, inevitablemente, trae consigo la generación de lodos o biosólidos dependiendo de la tecnología usada en el tratamiento. Por tal razón se ha realizado este trabajo con el propósito de estabilizar los biosólidos provenientes de la depuradora de aguas servidas de la ciudad de Vilcun, (IX Región, Chile) a través de compostaje.

Se utilizaron pilas estáticas ventiladas para el compostaje durante 96 días, resultando un *compost* que cumplió con la Normativa Chilena para *compost* y, de acuerdo a ésta, se clasificó como A. Se observó durante el proceso de compostaje un aumento en la temperatura hasta los 60 °C para decrecer posteriormente hasta la temperatura ambiente. Paralelamente, se midió el aumento de la producción de CO<sub>2</sub> y la consiguiente disminución al final del proceso. También al final del proceso se midieron 90 NMP por gramo de materia seca de coniformes fecales, siendo los iniciales de 8 x 10<sup>7</sup> NMP g<sup>-1</sup> de materia seca.

De los resultados presentados se puede concluir que la técnica del compostaje fue adecuada para estabilizar el biosólido procedente de la Planta Depuradora de Aguas Servidas de la ciudad de Vilcun, (IX Región, Chile) y que el *compost* obtenido cumplió, cabalmente, con la Normativa NCH 2880 del Instituto Nacional de Normalización, (Chile).

**Palabras clave:** Lodo, Biosólido, Estabilización del lodo, *Compost*, Contaminación ambiental.

## LA MATERIA ORGÁNICA COMO BIOINDICADOR AMBIENTAL DE LA INFLUENCIA DEL MANEJO SOBRE LAS PROPIEDADES DE SUELOS DE LA AMAZONÍA PERUANA

**B. Sales-Dávila<sup>1,2</sup>, F. J. González-Vila<sup>1</sup>, J. A. González-Pérez<sup>1</sup>,  
H. Knicker<sup>3</sup>, A. Terán<sup>1</sup>, J. M. de la Rosa<sup>1</sup>, O. Polvillo<sup>1</sup>,  
T. Verdejo-Robles<sup>1</sup> y R. González-Vázquez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). Av. Reina Mercedes 10 Sevilla 41080 (España). <rgonzalez@irmase.csic.es>.

<sup>2</sup> Estación Experimental Agraria Pucallpa, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (EEAP-INIA), Ignitos (Perú).

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan 85350 (Alemania).

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de diferentes prácticas de manejo de suelos representativos de ecosistemas amazónicos sobre la capacidad de almacenamiento y estabilización de formas de C en los mismos. La importancia ambiental de estos procesos está asociada a la potencialidad de los suelos para secuestrar C y/o mitigar el impacto de los gases de efecto invernadero, CO<sub>2</sub> en particular. Para alcanzar dicho objetivo se han analizado las concentraciones y composición de las diferentes formas de materia orgánica edáfica (MOS) presentes en suelos de la Amazonía Peruana (Región de Ucayali) sometidos a diferentes prácticas de manejo.

Las muestras de los suelos seleccionados fueron tomadas a dos profundidades (0-20 cm y 20-40 cm) y sometidas a diferentes preparaciones rutinarias (secado por liofilización, molienda y tamizado) antes de determinar parámetros globales de caracterización físico-química (pH, CEC, contenidos en MOS y carbonatos, textura, etc.), proceder a la extracción y análisis de la composición de lípidos y al aislamiento de las sustancias húmicas. La caracterización molecular de las fracciones de ácidos húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF) se ha llevado a cabo mediante técnicas espectroscópicas (FT-IR y RMN de <sup>13</sup>C en estado sólido) y pirólisis-cromatografía de gases-espectrometría de masas (Py-GC-MS).

Del análisis de los datos obtenidos cabe destacar que los valores de MOS no reflejan excesiva variabilidad entre los suelos, y en cualquier caso, el contenido es más elevado en los horizontes más superficiales. No obstante, se observan elevadas concentraciones de MOS (> 2%) en algunos horizontes profundos, lo que puede ser indicativo de la capacidad de estos suelos para el secuestro de C y la influencia de prácticas de manejo concretas para este fin. La influencia de la vegetación y las distintas formas de manejo en los valores de MOS se refleja claramente en algunos suelos.

En los espectros de  $^{13}\text{C}$ -NMR se observa que, mientras que las diferentes prácticas agroforestales no implican diferencias significativas en las características de los AH, sí se observan diferencias en la abundancia relativa de algunas regiones del espectro cuando se comparan los AH aislados a diferentes profundidades. No obstante, en algunos suelos, sometidos a diferentes prácticas de manejo, sí se observan diferencias significativas en las características espectrales de los AH.

Por último, se observa que los productos detectados por pirólisis son los típicos de la pirólisis de AH de suelos, procedentes de la rotura de los diferentes componentes de la macromolécula húmica. En general, las diferencias entre los pirogramas se observan en la abundancia relativa de los productos de la pirólisis y, aunque en todos los casos dominan los metoxifenoles derivados de la lignina, se pueden relacionar dichas diferencias con la existencia de vegetación distinta en los suelos.

Las principales conclusiones del estudio son que ciertas prácticas de manejo tienden a aumentar la acumulación de MOS, dada las altas concentraciones de MOS observadas en el subsuelo, lo que es una característica importante desde el punto de vista ambiental y un posible indicativo de la capacidad potencial de secuestro de formas estables de C en determinados ecosistemas. Y por otra parte, con el estudio realizado, se demuestra que el análisis de las características estructurales de los AH es una buena aproximación para determinar la influencia de prácticas de manejo sobre la “calidad” de la MOS.

**Palabras clave:** Materia orgánica del suelo, Suelos Amazónicos,  $^{13}\text{C}$ -NMR, Pirólisis, GC-MS.

## THE ROLE OF HUMIC SUBSTANCES IN ENVIRONMENTAL PROTECTION FROM ORGANIC AND INORGANIC CONTAMINANTS

Nicola Senesi

*Dipartimento di Biologia e Chimica Agroforestale e Ambientale, Università di Bari, Via Amendola, 165/A, Bari 70126 (Italia). <senesi@agr.uniba.it>.*

Humic substances (HS) represent the most ubiquitous and widespread, abundant and reactive fractions of non-living natural organic matter present in any terrestrial and aquatic environmental compartment. For example, the estimated level of soil organic C on the Earth surface occurring as HS is 3,0 Eg.

The HS consist of a physically and chemically heterogeneous mixture of relatively high-molecular-mass, yellow-to-black colored organic compounds of mixed aliphatic and aromatic nature, formed by secondary synthesis reactions, the so-called humification, of the products of microbial and chemical decay and transformation and the recalcitrant residues of biomolecules originated from organisms during life and after death.

A typical model macromolecule of HS consists basically of aromatic, phenolic, quinonic and heterocyclic "building blocks" that are randomly condensed or linked by aliphatic, O, N, or S bridges. The macromolecule bears aliphatic, glucidic, aminoacidic and lipidic surface chains as well as reactive functional groups of various nature (mainly carboxylic and phenolic, but also alcoholic hydroxyls, carbonyls, etc.) which render the HS polymer acidic. The HS are rich in hydrophobic and hydrophilic sites, exhibit a polydispersed and polyelectrolytic character, possess surface activity, and present a relatively open, flexible, sponge-like structure rich of holes.

Besides the several very important fertility functions that HS are known to exert in natural and cultivated soils, all the above described properties qualify these materials as the most versatile and privileged natural organic compounds in the protection of soil, sediment and water systems from degradation and contamination by means of various mechanical, physical, chemical and biological actions.

In this presentation, a brief summary of the most important chemical and physico-chemical protective effects exerted in soil by HS against inorganic, especially toxic/pollutant metal ions, and organic contaminants will be provided. These include:

- a) the catalytic action in the transformation and decomposition of organic contaminants;
- b) the photosensitizing effect in promoting the photodegradation of organic contaminants;

- c) the complexation and speciation of metal ions;
- d) the adsorption and partition of organic chemicals and metal ions;
- e) the modification of water solubility of metal ions and organic contaminants.

As a result of the above actions, HS will thus influence markedly the behavior, performance and fate of toxic/pollutant metal ions and organic contaminants in environmental compartments with important implications in their persistence, immobilization and accumulation, mobility and transport, chemical reactivity, bioavailability and biotoxicity, degradability, volatilization and leaching, and monitoring of residues.

**Key words:** Humic substances, Inorganic contaminants, Organic contaminants, Environment.

## ADSORCIÓN Y DESORCIÓN SIMULTÁNEA DE METALES PESADOS EN EL HORIZONTE SUPERFICIAL DE UN *PODSOL* HÁPLICO Y UN *HISTOSOL* FÍBRICO

F. A. Vega, E. F. Covelo y M. L. Andrade Couce

*Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Lagoas, Marcosende, Vigo 36310 (España). <florav@uvigo.es>.*

En las últimas décadas han tenido lugar grandes cambios en el contenido total de metales pesados en la superficie terrestre causados por actividades humanas, como minería, fundiciones, combustión de combustibles fósiles, prácticas agrícolas y aportes de diversos residuos. Ello puede conducir a una importante acumulación, o a lixiviación, contaminando las aguas superficiales y subsuperficiales. La concentración de la solución del suelo y, por lo tanto, la biodisponibilidad o toxicidad de los metales pesados están controladas por reacciones de adsorción-desorción en la superficie de los materiales coloidales del suelo que, a su vez, están reguladas por diversos mecanismos: Adsorción en componentes húmicos y superficies minerales (intercambio iónico, adsorción específica); difusión en las estructuras minerales primarias y secundarias y precipitación como carbonatos, hidróxidos, fosfatos. La materia orgánica del suelo (MOS) es un importante componente en los procesos de adsorción y desorción, ya que posee elevada área superficial y grupos funcionales que son bases de Lewis (grupos carboxílicos y fenólicos) con los que los metales pueden formar enlaces químicos. Por tanto, los suelos con elevado contenido de MOS jugarán un papel importante en el control de metales pesados en el medio ambiente.

Para estimar el papel de la MOS, comparándola con otras fracciones, se seleccionaron los horizontes superficiales de dos suelos con un alto contenido de MOS: Un *Histosol* fibríco (HF, 150,43 g kg<sup>-1</sup>) y un *Podsol* háplico (PH, 125,37 g kg<sup>-1</sup>). El contenido de MOS humificada de ambos suelos es 57,68 y 65,94 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. El contenido de arcillas en el suelo PH es 13,4 %, inferior al de HF que contiene 37,7 % y con una mayor variedad mineralógica. Se realizaron experiencias de adsorción y desorción competitiva de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en ambos suelos. Para ello, a 12 g se añadieron 200 mL de disolución de nitratos de los seis metales, con concentraciones de cada uno de ellos comprendidas entre 5 y 400 mg L<sup>-1</sup> y tampoadas a pH 4,5 con acético y acetato sódico 0,02 M. Cada una de las disoluciones contenía idéntica concentración de cada uno de los metales. Las experiencias de desorción se realizaron con los sólidos resultantes del proceso de adsorción y fueron tratados con la disolución de acético y acetato sódico 0,02 M. Diversos autores han demostrado que los coeficientes de distribución son los parámetros más adecuados para estudiar la adsorción y retención de

metales pesados es situación competitiva. En este trabajo se eligió el  $K_{d100}$  porque se ha establecido que el  $K_d$  más representativo es el calculado para la concentración de la disolución añadida a partir de la cual la adsorción, o retención, de los iones menos adsorbidos se estabilice o disminuya. Se elaboraron las secuencias de selectividad de adsorción y retención de los metales estudiados por ambos suelos.

Las secuencias de selectividad de adsorción fueron, para HF:  $Cr > Pb > Cu > Cd > Zn > Ni$  y para el PH:  $Pb > Cu > Cr > Cd > Ni > Zn$ . Tras el proceso de desorción las secuencias de selectividad de retención de los diferentes metales fueron  $Cr > Pb > Cu > Cd > Ni > Zn$  para HF y  $Pb > Cu > Cr > Cd > Zn > Ni$  para el PH. El suelo HF adsorbe y retiene preferentemente Cr, mientras que en el suelo PH el Pb es el metal preferentemente adsorbido y retenido. En ambos suelos los metales menos adsorbidos y retenidos son Cd, Ni y Zn. El suelo con un mayor contenido de MOS humificada (PH) adsorbe y retiene preferentemente Pb y Cu, mientras que HF, con un mayor porcentaje de arcillas y una mayor variedad mineralógica, adsorbe y retiene preferentemente Cr. Ello coincide con resultados de diversos autores que demostraron que Pb y Cu son metales preferentemente adsorbidos por la MOS y que la adsorción y retención de Cr depende del contenido de arcillas y de los minerales que componen esta fracción.

**Palabras clave:** Adsorción, Desorción, Metales pesados,  $K_d$ , Secuencias de selectividad.



## ***ÍNDICE DE AUTORES***

[pág. 534, balnca]

Ada Lucía Giuliatti (Argentina)  
<adagiul@fices.unsl.edu.ar>

Adelia de Jesús Nobre Nunes (Portugal)  
adelia.nunes@portugalmail.pt

Admilson Irio Ribeiro (Brasil)  
<rmlongo@uol.com.br>

Adolfo Magaldi Hermosillo (España)  
<amagaldi@am.ub.es>

Adrián Medina Jiménez (España)  
<mcalero@ugr.es>

Adriana Abril (Argentina)  
<aabril@agro.uncor.edu>

Agustín Merino García (España)  
<amerino@lugo.usc.es>

Aldo Borsese (Italia)  
<educ@chimica.unige.it>

Alejandro Cruz (México)  
<alcralmx@yahoo.com.mx>

Alexandre Marco da Silva (Brasil)  
<amsilva@sorocaba.unesp.br>

Alfonso Contreras López (España)  
<acontreras@ind.uned.es>

Alicia Elena Rendina (Argentina)  
<arendina@agro.uba.ar>

Alicia Fabrizio de Iorio (Argentina)  
<aliorio@yahoo.com.ar>  
<aiorio@agro.uba.ar>

Alonso David Ojeda Falcón (Venezuela)  
<alonso\_ojeda2000@yahoo.com.ar>

Álvaro García Ocampo (Colombia)  
<scsueloagarcia@uniweb.net.co>

Amelia Ruth Moyano Gardini (España)  
<gardini@pvs.uva.es>

America J. Quintero Chacón (Venezuela)  
<aquinter@unet.edu.ve>

Ana de la Cruz Calleja (España)  
<calleja@inia.es>

Ana de Santiago Roldán (España)  
<ana\_de\_santiago@hotmail.com>  
<anasant@iiq.csic.es>

Ana Elizabeth Domínguez Pérez (México)  
<roperez@servidor.unam.mx>

Ana Garcês (Portugal)  
<anagarcez@isa.utl.pt>

Ana Jesús Hernández Sánchez (España)  
<anaj.hernandez@uah.es>

Ana M.<sup>a</sup> Ruiz Leo (España)  
<amruizleo@fis.ucm.es>

Ana Marisela Maubert Franco (México)  
<amf@correo.azc.uam.mx>

Ana R. García (Argentina)  
<agarcia@agro.uba.ar>

Anderson R. Trevizam (Brasil)  
<trevizam@cena.usp.br>

Andrea Sofia da Costa Rodrigues Alves  
Araujo (Portugal)  
<ascra\_araujo@hotmail.com>

Ángel Miguel Estévez Sánchez (España)  
<estevez@usal.es>

Ángel Redaño Xipell (España)  
<angel@am.ub.es>

Annia Fernández Reyes (Cuba)  
<aramis@fcbc.cult.cu>

Antonia Cangas Peñato (España)  
<acangas@edu.juntaextremadura.net>  
<iesfuenteroniel@edu.juntaextremadura.net>

Antonio Baeza Espasa (España)  
<ymiralle@unex.es>

Antonio de Petre (Argentina)  
<dp3@fca.uner.edu.ar>

Antonio Enedi Boaretto (Brasil)  
<aeboaret@cena.usp.br>

Antonio M. Rodríguez (España)  
<amrodriguez@aimen.es>

Antonio Macías García (España)  
<amacias@materiales.unex.es>

Antonio Méndez Vilas (España)  
<amvilas@formatex.org>  
<amvilas@unex.es>

Antonio Soares da Silva (Brasil)  
<antoniossoares@gmail.com>  
<asoares@drm.rj.gov.br>

Antonio Trinidad Santos (México)  
<trinidad@colpos.mx>

Armando Cabrera Ortiz (México)  
<arcaor1@servidor.unam.mx>  
<arcaor1@yahoo.com.mx>

Armando Carrasqueño Durán (Venezuela)  
<acarassquerod@latinmail.com>

Arturo Pardo Giménez (España)  
<apardo.cies@dipucuenca.es>

Arturo Sánchez Lorenzo (España)  
<asanchezlorenzo@ub.edu>

Aurelio Báez Pérez (México)  
<pbaez@colpos.mx>

Beatriz Sales Dávila (España)  
<beasdavila@yahoo.es>

Benjamín Limón Rodríguez (México)  
<blimon@prodigy.net.mx>

Benjamín Velasco Bejarano (México)  
<bevebe@hotmail.com>

Bertha Leonor Ramírez Pava (Colombia)  
<belerapa@hotmail.com>

Blanca Gutiérrez Garza (México)  
<blanma2003@yahoo.com.mx>

Blanca Prado (México)  
<blanca.prado@hmg.inpg.fr>

Cândida Pestana (Portugal)  
<candida.pestana@polis.mcalhdr.gov.pt>

Carla Anjos (Portugal)  
<a20494@alunos.dq.ua.pt>

Carlos Cramez (Suiza)  
<ccramez@compuserve.com>  
<ccramez@bluewin.ch>

Carlos de la Fuente Sáez (España)  
<rn010@cebas.csic.es>

Carlos Javier Durán Valle (España)  
<carlosdv@unex.es>

Carlos Oyarzun Ortega (Chile)  
<coyarzun@uach.cl>

Carlos Ramírez Ayala (México)  
<cara@colpos.mx>

Carlos Sánchez Brito (México)  
<csbrito@integra.net.mx>

Carmen Fernández González (España)  
<mcfernan@unex.es>

Carmen Orozco Barrenetxea (España)  
<qporozco@ubu.es>

Carmen Parada Cortina (España)  
<capa@quim.ucm.es>

Carolina Carrión Benedito (España)  
<cacarbe@doctor.upv.es>

Carolina Fernández López (Argentina)  
<carol14ar@yahoo.com.ar>

Claudia Isabel Hidalgo Moreno (México)  
<hidalgo@colpos.mx>

Claudia Mabel Sainato (Argentina)  
<csainato@agro.uba.ar>

Claudia Santibáñez Varnero (Chile)  
<csantiba@uchile.cl>

Claudio González (Chile)  
<raulgem@uchile.cl>

Conrado Miró Rodríguez (España)  
<cmiro@unex.es>

Cristina Simal Pierna (España)  
<a37050@usal.es>  
<crissimal@yahoo.es>

Daniel Alberto Casseres Polo (España)  
<dacaspo@doctor.upv.es>

Darío Rojas-Avellaneda (México)  
<dariorojas@centrogeo.org.mx>

Dionisio Bermejo Plaza (España)  
<dbermejo@iem.cfmac.csic.es>

Domingo Gimeno Torrente (España)  
<domingo.gimeno@ub.edu>

Edmundo Robledo Santoyo (México)  
<erobledo@correo.chapingo.mx>

Eduard Bardají Rodríguez (España)  
<eduard.bardaji@udg.es>

Eduardo Manzanares Acuña (México)  
<emanz\_44@yahoo.com>

Eduardo Moreno Jiménez (España)  
<eduardo.moreno@uam.es>

Eduardo Pinilla Gil (España)  
<epinilla@unex.es>

Eduardo Rebollada Casado (España)  
<eduardo.rebollada@agex.org>  
<eduardo.rebollada@aym.juntaex.es>

Eduardo Trujillo Flores (México)  
<etfmex@yahoo.com.mx>  
<etf@uaemex.mx>

Eduardo Valdés Velarde (México)  
<evvelarde@colpos.mx>

Elena García Delgado (España)  
<egciadel@unex.es>

Elizabeth Hernández Acosta (México)  
<elizahac@yahoo.com.mx>

Elsa Paula Morgado Sampaio (Portugal)  
<ems@uevora.pt>

Emma Fernández Covelo (España)  
<florav@uvigo.es>

Emma Zapata Martelo (México)  
<emzapata@colpos.mx>

Engracia Madejón Rodríguez (España)  
<emadejon@irnase.csic.es>

Enrique Rico Arzate (México)  
<ericoarz@yahoo.com>

Enrique Rubiños Panta (México)  
<jerpkike@colpos.mx>

Erika Jazmín Pérez López (México)  
<eryka\_9@hotmail.com>

Esperanza Mateos Sánchez (España)  
<iapmasae@ehu.es>  
<iapmasae@lg.ehu.es>

Eugenio Sanhueza (Venezuela)  
<esanhuez@quimica.ivic.ve>

Eulogio Luis García Díez (España)  
<elga@usal.es>

Evaristo A. Ballesteros Tribaldo (España)  
<eballes@ujaen.es>

Favio Daniel Torossi Baudino (Argentina)  
<ftorossi@infovia.com.ar>

Federico González Alonso (España)  
<alonso@inia.es>

Federico Parra Rodríguez (España)  
<fedeparra@msn.com>

Felicia da Silva Fonseca (España)  
<ffonseca@ipb.pt>

Felipe Carlos Álvarez Villanueva (Brasil)  
<falvarez@cena.usp.br>

Felipe García Oliva (México)  
<fgarcia@oikos.unam.mx>

Félix Moreno Lucas (España)  
<fmoreno@irnase.csic.es>

Fernando Bermúdez (Ecuador)  
<fbudcuenta1@hotmail.com>

Fernando Gerardo Bermúdez (Ecuador)  
<fbudcuenta1@hotmail.com>

Fernando Valero Cervera (España)  
<fvalero@atll.es>

Ferrán Ballester Díez (España)  
<ballester\_fer@gva.es>

Flora Alonso Vega (España)  
<florav@uvigo.es>

Florencio Arce Vázquez (España)  
<qffarce2@usc.es>

Florinda Granito (Portugal)  
<floragranito1000@hotmail.com>

Francisco Bedmar (Argentina)  
<fbedmar@balcarce.inta.gov.ar>

Francisco Javier Acero Díaz (España)  
<fjacero@unex.es>

Francisco Javier Cereceda (Chile)  
<francisco.cereceda@usm.cl>

Francisco Javier Rodríguez Vidal (España)  
<qpvito@ubu.es>

Francisco Jesús Rey Losada (España)  
<frey@uvigo.es>

Francisco José Martínez Garci (España)  
<fj.martinez@ono.com>

Francisco Manuel Venegas Parejo (España)  
<fvenegas@unex.es>

Francisco Marcos Martín (España)  
<francisco.marcos@upm.es>

Francisco Prieto García (México)  
<prietog@uaeh.reduaeh.mx>  
<prietog@uaeh.edu.mx>

Francisco Rodríguez Neave (México)  
<neavef@yahoo.com.mx>

Gabriel Arroyo Razo (México)  
<mirruv@yahoo.com.mx>

Gerardo Díaz Trujillo (México)  
<gerardodiaz@uabc.mx>

Gerardo Moreno Marcos (España)  
<gmoreno@unex.es>

Gloria Angela Borjón Apan (México)  
<gloria\_borjon@yahoo.com.mx>

Gloria Cristina Martínez (Argentina)  
<gloriam@agr.unne.edu.ar>  
<gloriacristinam@yahoo.com.ar>

Graciela Elisabet Magaz (Argentina)  
<gmagaz@etoss.org.ar>  
<magazgraciela@gmail.com>

Graciela Romero Coronel (México)  
<gcoronel@hotmail.com>

Griselda Galindo (Argentina)  
<grigace@yahoo.com.ar>

Guillermina Hernández Vigoa (Cuba)  
 <sachy@ecologia.cu>  
 <beltran@cimab.transnet.cu>  
 <isis@workbox.net>

Gunther Geissler (México)  
 <gungeiss@siu.buap.mx>

Héctor Kabeer Valenzuela Ortega (México)  
 <kabeer4@hotmail.com>

Hugo Alberto Ruiz (Brasil)  
 <hruiz@ufv.br>

Hugo Álvarez Villanueva (Cuba)  
 <hugoalv2000@yahoo.es>  
 <halvarez@inifat.co.cu>

Hugo Laborde (Argentina)  
 <hlaborde@criba.edu.ar>

Humberto C. Dalurzo (Argentina)  
 <dalurzo@agr.unne.edu.ar>

Ignacio Ruiz de Larramendi (España)  
 <qipruloj@vf.ehu.es>

Ilza Lobo (Brasil)  
 <lobo@uel.br>  
 loboilza@yahoo.com.br>

Inés Nicolás Vázquez (México)  
 <nicovain@yahoo.com.mx>

Iñaki Iturrioz González (España)  
 <iturrioz@fis.ucm.es>

Iris Soriano Cordero (España)  
 <irisoriano9@hotmail.com>

Irma Delfín Alcalá (México)  
 <delfin@servidor.unam.mx>

Isabel Castanheira (Portugal)  
 <isabel.castanheira@netvisão.pt>

Isabel Serra (Portugal)  
 <isabelserra@netcabo.pt>

Itilier Salazar Quintana (Chile)  
 <itilier@ufro.cl>

Iván Danilo López Hernández (Venezuela)  
 <dlopez@strix.ciens.ucv.ve>

Jaime Bech i Borrás (España)  
 <jbech@ub.edu>

Jaime Granados Samaniego (México)  
 <jalgras@netscape.net>

Jaime Noriega Bernechea (México)  
 <lbrs@servidor.unam.mx>

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto (Brasil)  
 <jpometto@cena.usp.br>

Jerónimo Lorente Castelló (España)  
 <jlorentec@ub.edu>  
 <jeroni@am.ub.es>

Jesús Beltrán de Heredia Alonso (España)  
 <jbelther@unex.es>

Jesús María Rodríguez Sánchez (España)  
 <jesusr@usal.es>

Jesús Pilar Amado Álvarez (México)  
 <jesusaa@colpos.mx>

Jorge E. Paolini G. (Venezuela)  
 <mapire3000@yahoo.com>  
 <jpaolini@ivic.ve>

Jorge Etchevers Barra (México)  
 <jetchev@colpos.mx>

Jorge Groiss Buiza (España)  
 <jorggroissb@arrakis.es>

Jorge Manuel da Silva Delgado Nunes (Portugal)  
 <jdnunes@uevora.pt>

Jorge Mendoza Crisosto (Chile)  
 <jmendoza@ciq.uchile.cl>

Jorge Pey Betrán (España)  
 <jpey@ija.csic.es>

José Alvarado (Venezuela)  
 <edonos@ivic.ve>

José Antonio Egido Rodríguez (España)  
 <jaero@usal.es>

José Antonio Guevara García (México)  
 <jguevara@ingenieria.uatx.mx>  
 <jaguevar@yahoo.com>

José Antonio Manzanilla Cano (México)  
 <mcano@tunku.uady.mx>

José Antonio Martínez Lozano (España)  
 <jmartine@uv.es>

José Barreto (Brasil)  
 <barreto@uel.br>

José Clemente Reza García (México)  
 <tallerdeproyectoscneq@hotmail.com>

José David Sepulveda Sánchez (México)  
 <sepulvedajd@hotmail.com>

José Guillermo Penieres Carrill (México)  
 <penieres@servidor.unam.mx>

José López Ruiz (España)  
 <jose.lopezruiz@uca.es>

José Luis Costa (Argentina)  
 <jcosta@balcarce.inta.gov.ar>

José Luis Fernández Turiel (España)  
 <jlfernandez@ija.csic.es>  
 José Luis Niqui Arroyo (España)  
 <niqui@irnase.csic.es>  
 José Manuel Murillo Carpio (España)  
 <murillo@irnas.csic.es>  
 José Manuel Vaquero Martínez (España)  
 <jvaquero@unex.es>  
 José María de la Rosa Arranz (España)  
 <jmrosa@irnase.csic.es>  
 José María García-Mina (España)  
 <jgmina@inabonos.com>  
 Josue Mario Guardado (El Salvador)  
 <jguardado@mag.gob.sv>  
 Jozef Rzonca (Republica Checa)  
 <jozef.rzonca@vuchs.cz>  
 Juan Antonio Méndez Sierra (España)  
 <jmendez@unex.es>  
 Juan Carlos Pereira (Venezuela)  
 <jcpereir@uc.edu.ve>  
 Juan Cegarra Rosique (España)  
 <jcegarra@cebas.csic.es>  
 Juan Cornejo Suero (España)  
 <cornejo@irnase.csic.es>  
 Juan Fernando Gallardo Lancho (España)  
 <jgallard@usal.es>  
 Juan Ignacio Pardo Fernández (España)  
 <jupardo@unizar.es>  
 Juan Ignacio Sánchez Gelabert (España)  
 <Juani.Sanchez@carm.es>  
 Juan Isidro Sánchez Leyva (Cuba)  
 <jsanchez@cug.co.cu>  
 <jsanchezleyva@yahoo.es>  
 Juan Miguel Barrigón Morillas (España)  
 <barrigon@unex.es>  
 Juan Prause (Argentina)  
 <prause@agr.unne.edu.ar>  
 Juan Ramón Avendaño Gómez (México)  
 <juan\_avendan@yahoo.com.mx>  
 Juliana Padilla Cuevas (México)  
 <jpadic@colpos.mx>  
 Julio Saavedra Alonso (España)  
 <saavedra@usal.es>  
 Laura Alejandra Irazoque Rey (México)  
 <laurirazoque@yahoo.com.mx>  
 Laura Bertha Reyes Sánchez (México)  
 <lbrs@servidor.unam.mx>  
 Laura Medina Tovar (México)  
 <lmnt@correo.azc.uam.mx>  
 Laura Rocío Ortiz Esquivel (México)  
 <lortiz@ipn.mx>  
 Leslie Violeta Vidal Jiménez (Chile)  
 <lvidal@udec.cl>  
 Levis A. Valdés González (Cuba)  
 <levis@ciba.fica.inf.cu>  
 Lorena Alonso López (España)  
 <lorenarevolso@yahoo.es>  
 <lorenaalonsolopez@yahoo.es>  
 Lorenzo Calvo Blázquez (España)  
 <lorldcalvo@unex.es>  
 Loreto Donoso (Venezuela)  
 <edonoso@ivic.ve>  
 Lourdes Pérez (España)  
 <lpmste@cid.csic.es>  
 Lucía Helena Garofalo Chaves (Brasil)  
 <lhgarofalo@hotmail.com>  
 Luciene L. Lara (Brasil)  
 <luciene@cena.usp.br>  
 Luis Alberto Campa Macías (México)  
 <luisalberto\_campa@yahoo.com.mx>  
 Luis Alberto Núñez Recio (España)  
 <albernun@ubu.es>  
 Luis Andreu Cáceres (España)  
 <landreu@us.es>  
 Luis Enrique Fregoso Tirado (México)  
 <fregoso.luis@inifap.gob.mx>  
 Luis Fernández Pozo (España)  
 <lufperpo@unex.es>  
 Luis Gutiérrez Osorio (Chile)  
 <luis.gutierrez@utem.cl>  
 <luis.gutierrez@umaritima.cl>  
 Luis Morales (Chile)  
 <lmorales@uchile.cl>  
 M. F. Alexandre Franco (España)  
 <vgomez@unex.es>  
 Maite García-Vallés (España)  
 <maitegarciavalles@ub.edu>  
 Manuel Andrés Leiva Guzmán (Chile)  
 <manleiva@cenma.cl>  
 Manuel Anton Martínez (España)  
 <mananton@unex.es>  
 Manuel Hernán Barceló Quinta (México)  
 <bquintal@tunku.uady.mx>

Manuel Lemos de Sousa (Portugal)  
 <mlsousa@fc.up.pt>  
 <lemosdesousa@gmail.com>

Manuel Madeira (Portugal)  
 <mavmadeira@isa.utl.pt>

Manuel Vicente De Mesquita Filho (Brasil)  
 <mesquita@cnph.embrapa.br>  
 <m\_mesquita@terra.com.br>

Manuela Caballero Armenta (España)  
 <lola.caballero@edu.ucm.es>

Mara Olivares Martín (España)  
 <maraom@unex.es>

Marcelo Juan Massobrio (Argentina)  
 <massobri@agro.uba.ar>

Marcia Toro (Venezuela)  
 <mtoro@ciens.ucv.ve>

Marcus Barifouse Matallo (Brasil)  
 <matallo@biologico.sp.gov.br>

Margarita Beltrán (México)  
 <mbv@correo.azc.uam.mx>

Margarita Gomez Moline (México)  
 <marquim32@aol.com>

Margarita Osterrieth (Argentina)  
 <mosterri@mdp.edu.ar>

Margarita Préndez Bolívar (Chile)  
 <mprendez@ciq.uchile.cl>

María Alcira Trinelli (Argentina)  
 <mtrinelli@qi.fcen.uba.ar>

María Amelia Castelo (Portugal)  
 <melita@mail.telepac.pt>  
 <melita1951@hotmail.com>

María Ángeles Gómez Sánchez (España)  
 <geles@usal.es>

María Ángeles Rodríguez González (España)  
 <marodgon@unex.es>

María Belén Turrión Nieves (España)  
 <bturrión@agro.uva.es>

María Carmen Casas Castillo (España)  
 <m.carmen.casas@upc.edu>

María Carmen Hernández Soriano (España)  
 <carmenhs@eez.csic.es>

Maria Clara Ferreira Magalhães (Portugal)  
 <mclara@dq.ua.pt>

María Cristina Amezquita (Colombia)  
 <m.amezquita@cgiar.org>

María Cristina Apella (Argentina)  
 <mapella@cerela.org.ar>

María Cristina Dominguez (México)  
 <roperez@servidor.unam.mx>

María de la Cruz Gallego Herrezuelo (España)  
 <maricruz@unex.es>

María del Carmen Esteves Ostolaza (Perú)  
 <cesteve@pucp.edu.pe>

María del Carmen Rivera Cruz (México)  
 <mariari@colpos.mx>

María del Pilar Rubio Montero (España)  
 <pilar@unex.es>

María del Rosario Fidalgo Martínez (España)  
 <mrf@gugu.usal.es>

María del Rosario González Cascón (España)  
 <cascon@inia.es>  
 <rgc@deas.harvard.edu>

María del Rosario Palomo Marín (España)  
 <charopm@unex.es>

María Dolores Hurtado Bejarano (España)  
 <lhurtado@us.es>

Maria dos Santos Afonso (Argentina)  
 <dosantos@qi.fcen.uba.ar>

María Elena de la Luz Navarro Clemente (México)  
 <mnavarroc@ipn.mx>

María Eliana Hidalgo Lillo (Chile)  
 <maria.hidalgo@uv.cl>

María Elisa Maia (Portugal)  
 <elisamaia@netcabo.pt>

María Fernanda Álvarez (Argentina)  
 <cgcycc@mdp.edu.ar>

María Guadalupe Montes de Oca Yemha (México)  
 <lbrs@servidor.unam.mx>

María Isabel González Hernández (España)  
 <mimg@usal.es>

María Isabel Raygoza Maceda (México)  
 <mirm@correo.azc.uam.mx>

María José Pérez Pascual (España)  
 <perezosa4@hotmail.com>

María Josefina Barros (Argentina)  
 <josefinabarros@fibertel.com.ar>

María Luisa Andrade (España)  
 <mandrade@uvigo.es>

María Luisa Fernández Feal (España)  
 <mluisa@cdf.udc.es>

María Luisa Fernández Marcos (España)  
 <qamarisa@lugo.usc.es>

María Manuela Abreu (Portugal)  
 <manuelaabreu@isa.utl.pt>  
 María Mercedes del Coro Fernández Feal  
 (España)  
 <koro@cdf.udc.es>  
 María Teresa Domínguez Núñez (España)  
 <maitedn@irnase.csic.es>  
 María Teresa Gamboa Rodríguez (México)  
 <gamboa\_tere@hotmail.com>  
 María Teresa García Ramón (España)  
 <mtgbet@cid.csic.es>  
 María Teresa Varnero Moreno (Chile)  
 <mvarnero@uchile.cl>  
 María Teresa Vasconcelos (Portugal)  
 <mtvascon@fc.up.pt>  
 María Xesús Gómez Rey (Portugal)  
 <mxgomez@isa.utl.pt>  
 Marina Morales García (México)  
 <mmoralesg40@hotmail.com>  
 Mario Alain Castruita (México)  
 <marioalain@gmail.com>  
 Marisela Bernal González (México)  
 <marisela\_bernal2000@yahoo.com.mx>  
 Marlin Pérez Suárez (México)  
 <marlin@ipicyt.edu.mx>  
 <marlin@colpos.mx>  
 Marta Alarcón Jordán (España)  
 <marta.alarcon@upc.edu>  
 Marta Elvira Conti (Argentina)  
 <conti@agro.uba.ar>  
 Marta Fuentes (España)  
 <martafuentes1@hotmail.com>  
 Marta Rodríguez Pérez (México)  
 <roperez@servidor.unam.mx>  
 Martha Beatriz Vilchis Arqueta (México)  
 <mirruv@yahoo.com.mx>  
 Martha Elba González Salgado (México)  
 <titasalgado@yahoo.com.mx>  
 Martha Fidela Bargiela (Argentina)  
 <bargiela@agro.uba.ar>  
 Martha Leticia Herreón Figueroa (México)  
 <marletherrejon@yahoo.com.mx>  
 <mherrejon@fic.uanl.mx>  
 Martín Díaz Sánchez (España)  
 <martin@educatec.es>  
 <martin@circulonet.com>  
 Martín Sergio Zamora (Argentina)  
 <mzamora@correo.inta.gov.ar>  
 Mercedes Meijueiro Morosini (México)  
 <roperez@servidor.unam.mx>  
 Michel Brossard (Francia)  
 <brossard@mpl.ird.fr>  
 Miguel Ángel Blesa (Argentina)  
 <miblesa@cnea.gov.ar>  
 <Miguel.Blesa@cnea.gov.ar>  
 Miguel Ángel Vergara Sánchez (México)  
 <miguelvergara2005@yahoo.com.mx>  
 <sesamo000@hotmail.com>  
 Miguel Bravo Espinosa (México)  
 <bravo\_miguel@infosel.net.mx>  
 Minerva Juárez Juárez (México)  
 <mijuju@yahoo.com.mx>  
 Miranda Pilo (Italia)  
 <pilo@fisica.unige.it>  
 Misaela Francisco Márquez (México)  
 <misa@xanum.uam.mx>  
 Nadia Selene Flores Cuate (México)  
 <jaz\_flores@yahoo.com.mx>  
 Natalia Beltrán (España)  
 <nbeltran@idecb.upf.es>  
 Natàlia Moreno Palmerola (España)  
 <nmoreno@ija.csic.es>  
 Newton La Scala Junior (Brasil)  
 <lascalas@fcav.unesp.br>  
 Nicola Senesi (Italia)  
 <senesi@agr.uniba.it>  
 Nuria Rosa Gagliardi Quintana (Brasil)  
 <nuriaq@fca.unesp.br>  
 Octavio M. Castro García (España)  
 <ocunic@hotmail.com>  
 Octavio Manero Brito (México)  
 <manero@servidor.unam.mx>  
 Odilio Benedito Garrido Assis (Brasil)  
 <odilio@cnpdia.embrapa.br>  
 Olegario Pablo Múñiz Ugarte (Cuba)  
 <larenee@ceniai.if.cu>  
 Olivia Noguez Cordova (México)  
 <mirruv@yahoo.com.mx>  
 Orbey D. Rivero Siverio (Cuba)  
 <orbein@ciba.fica.inf.cu>  
 <levis@ciba.fica.inf.cu>  
 Pablo G. Aceñolaza (Argentina)  
 <cidacenolaza@infoaire.com.ar>

Pablo Rodríguez Alonso (España)  
<prodriguez@efa-dip.org>

Pablo Zaldivar Martínez (México)  
<pablozaltar@yahoo.com.mx>

Paloma Montes Luaces (España)  
<pmontes@ccma.csic.es>

Pamela Zamboni (Argentina)  
<pamelazamboni@hotmail.com>

Paula Marqués (Portugal)  
<paula.marques@ineti.pt>

Paulina Schuller Liwald (Chile)  
<pschulle@uach.cl>

Paulo Artaxo (Brasil)  
<artaxo@if.usp.br>

Pedro Cintas Moreno (España)  
<pecintas@unex.es>

Pilar Irisarri (Uruguay)  
<irisarri@fagro.edu.uy>

Purificación Marcet Miramontes (España)  
<marcet@uvigo.es>

Rafael Tormo Molina (España)  
<ratormo@unex.es>

Raiza Fernández Malave (Venezuela)  
<raizadelvalle@yahoo.com>

Ramón Corona Martínez (Cuba)  
<corona@qf.uclv.edu.cu>

Ramón Mestres Quadreny (España)  
<ramon.mestres@uv.es>

Raúl Arcos Ramos (México)  
<biolar@terra.com.mx>

Raúl G. E. Morales (Chile)  
<raulgem@uchile.cl>

Raúl Morales (Chile)  
<raulgem@uchile.cl>

Raúl Rodríguez Sola (España)  
<raul.rodriguez@upc.edu>

Regina Marcia Longo (Brasil)  
<rmlongo@uol.com.br>

Renato De Mello Prado (Brasil)  
<rmprado@fcav.unesp.br>

René Miranda Ruvalcaba (México)  
<mirruv@yahoo.com.mx>

Ricardo Durán Barón (Colombia)  
<ricadu6@yahoo.es>

Richard Toro (Chile)  
<raulgem@uchile.cl>

Roberto Baigorri (España)  
<rbaigorri@inabonos.com>

Roberto José María Serafini (Argentina)  
<rserafini@cponline.org.ar>

Roberto Quintero Lizaola (México)  
<quintero@colpos.mx>

Rocío González Vázquez (España)  
<rgonzalez@irnase.csic.es>

Rodrigo Seguel Alborno (Chile)  
<roseguel@cenma.cl>

Rogelio Hernández Suárez (México)  
<rhsuarez@imp.mx>

Rogelio Nogales Vargas-Machuca (España)  
<rnogales@eez.csic.es>

Rolando Salvador García Gómez (México)  
<rolandoga2000\_a@yahoo.com>

Romina C. Pessagno (Argentina)  
<rpessagno@qi.fcen.uba.ar>

Rosa M.ª Espinosa Valdemar (México)  
<rmev@correo.azc.uam.mx>

Rosa M.ª Torres Sánchez (Argentina)  
<rosats@netverk.com.ar>

Rosangela Garrido Machado (Brasil)  
<rgarrido@ibge.gov.br>

Rose Luiza Moares Tavares (Brasil)  
<roseufra@hotmail.com>

Rosendo Vilchez Gómez (España)  
<vilchez@unex.es>

Salvador Martínez Manent (España)  
<salvadmartinez@ub.edu>

Santiago Domínguez Martín (España)  
<a37050@usal.es>

Sara Covalada Ocón (España)  
<wrozkax@colpos.mx>

Sara Iria Queralt Estévez (España)  
<queralt@fis.ucm.es>

Sara María Trelles Reinoso (España)  
<edsara@uvigo.es>

Sara Ortega Jiménez (España)  
<sortega@am.ub.es>

Sara Vázquez (Argentina)  
<sarav@agr.unne.edu.ar>

Sarai M.ª de Alcántara (Brasil)  
<sarai@iq.ufrj.br>

Sergio Franco Maass (México)  
<serfm@uaemex.mx>

Silvia Pajares Moreno (España)  
<spajares@colpos.mx>

Silvia R. Leicach (Argentina)  
<leicach@agro.uba.ar>

Sonia Regina Giancoli Barreto (Brasil)  
<giancoli@uel.br>

Sylvia Seballos Palma (Chile)  
<sseball1@usach.cl>  
<sylvia.seballos@uah.es>

Sylvie Turpín Marión (México)  
<stm@correo.azc.uam.mx>

Tatyana Poznyak (México)  
<tpoznyak@ipn.mx>

Teresa Buyolo Triguero (España)  
<tbuyolo@unex.es>

Teresa Moreno Pérez (España)  
<tmoreno@ija.csic.es>

Teresa Vasconcelos (Portugal)  
<mtvascon@fc.up.pt>

Tibisay C. Ramírez Gaviria (Venezuela)  
<ramirezgavidia@yahoo.com>

Tomás de Figueiredo (Portugal)  
<tomasfig@ipb.pt>

Tomás de Jesús Guzmán Hernández (Costa Rica)  
<tjguzmanhdez@yahoo.es>  
<tjguzman@itcr.ac.cr>

Umberto Tomati (Italia)  
<umberto.tomati@ibaf.cnr.it>

V. Ramón Vallejo (España)  
<vvallejo@ub.edu>

Valentín Gómez Escobar (España)  
<valentin@unex.es>

Vera Pina (Portugal)  
<isabel.castanheira@netvisao.pt>

Verónica Loewe M. (Chile)  
<vloewe@infor.cl>

Verónica Martínez Miranda (México)  
<vmm@uaemex.mx>

Víctor Manuel Feregrino Hernández (México)  
<vifehe20@yahoo.com.mx>

Victoria Íñigo Mendoza (España)  
<vinigo@arrakis.es>

Vinício Martins do Nascimento (Brasil)  
<vinicio\_nascimento@yahoo.com.br>

Violeta Múgica Álvarez (México)  
<vma@correo.azc.uam.mx>

Virginia Aparicio (Argentina)  
<vaparicio@balcarce.inta.gov.ar>

Virginia Montiel Corona (México)  
<vmontielcorona@yahoo.com.mx>

Wagner José Barreto (Brasil)  
<barreto@uel.br>

Wanerley José Melo (Brasil)  
<wjmelos@fcav.unesp.br>

William Natale (Brasil)  
<natale@fcav.unesp.br>

Winfried E. H. Blum (Austria)  
<winfried.blum@boku.ac.at>

Xavier Querol Carceller (España)  
<xquerol@paleo.ija.csic.es>

Yarima Alfonso (Venezuela)  
<yarimaalfonso@yahoo.es>

Yelinda Araujo Vergara (Venezuela)  
<yaraujo@inia.gov.ve>

Yolanda Benito Moreno (España)  
<yolanda.benito@ciemat.es>

Yolanda Falcón Briseño (México)  
<fby@correo.azc.uam.mx>

Yolanda Miralles (España)  
<ymiralle@unex.es>

Yolanda Sola Salvatierra (España)  
<jeroni@am.ub.es>

Zdenka Premuzic (Argentina)  
<zpre@fibertel.com.ar>

