

Libro de Abstracts

2013



experimentales

Editores: Miriam Álvarez Corral, M^a Carmen Cerón García, Ignacio Fernández de las Nieves y Asterio Sánchez Mirón

Edición: Universidad de Almería

ISBN: 978-84-16027-04-0

Depósito Legal: AL- 1017-2013

II Mini-Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales

Festividad de San Alberto Magno
15 de Noviembre de 2013

Lugar de Celebración

Sala de Grados y Hall del Aulario IV
Campus de la Cañada
Carretera de Sacramento, s/n
04120, Almería.

Índice

1. Organización	2
Comité Organizador	
Comité Científico Evaluador	
2. Carta del Vicedecano de la División de Ciencias Experimentales	3
3. Carta del Comité Organizador	4
4. Patrocinio del Mini-Simposio	5
5. Información importante del Mini-Simposio	5
6. Programa	7
7. Lista de títulos de pósteres	8
8. Resúmenes	
Química	13
Matemáticas	34
Ingeniería Química	38
Ciencias Ambientales	53
9. Lista de los autores principales	75

1. Organización

Comité Organizador

Miriam Álvarez Corral
M^a del Carmen Cerón García
Ignacio Fernández de las Nieves
Asterio Sánchez Mirón

Comité Científico Evaluador

Agradecemos a los miembros del Comité Científico Evaluador por su apoyo desinteresado e incondicional en la evaluación de los trabajos presentados.

Francisco García Camacho
Antonia Garrido Frenich
Juan Francisco Mota Poveda
Blas Torrecillas Jover

2. Carta del Vicedecano de la División de Ciencias Experimentales

En nombre de la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales (EPS y FCCEE), quiero renovar con esta presentación mi profunda convicción de que la apuesta decidida por la Investigación es uno de los pilares irrenunciables de la actividad universitaria. Hoy, cuando no cesan voces que ponen en cuestión la función social de la Universidad, en general, y de la Investigación Básica, en particular, desde la División de Ciencias Experimentales queremos animaros en la estimulante tarea que habéis elegido como profesión: la creación y transmisión de Saber desde el ámbito de la Universidad Pública.

Este segundo mini-simposio refleja la maduración de unas experiencias ya vividas en los años anteriores y que han puesto de manifiesto que el quehacer del día a día de nuestros investigadores es lo suficientemente rico como para seguir presentándolo en un tipo de formato atractivo, después del éxito ya vivido en la primera edición.

La celebración de la festividad de nuestro patrón san Alberto Magno, con una actividad de este tipo, quiere explicitar un homenaje a todos los investigadores que hacéis realidad los frutos de la Investigación Universitaria en Ciencias Experimentales. Al igual que en la pasada edición, quiero destacar a los compañeros miembros del comité organizador, por haber hecho realidad este acontecimiento del que este Libro es testimonio.

Gracias a todos, en nombre de la institución, por vuestro compromiso.

Enrique de Amo Artero

Vicedecano

3. Carta del Comité Organizador

En este año 2013, difícil para muchos científicos e investigadores que han visto mermada su capacidad de financiación, queremos darles la bienvenida a la segunda edición del Mini-Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, organizado con motivo de la festividad de San Alberto Magno, e invitarles a disfrutar de una jornada singular en la UAL. Nos gustaría además agradecerles su presencia en esta actividad científica, que esperamos se siga consolidando en nuestra institución.

La pasada edición del Mini-Simposio contó con más de ochenta participantes y cerca de sesenta pósteres que decoraron el Hall del Aulario IV con una más que razonable variedad de proyectos de investigación. En ella se pudo disfrutar de una jornada científica diversa con contenidos de casi todas las áreas de las Ciencias y en donde se produjo una coincidencia de jóvenes científicos que de modo transversal pusieron en común gran parte de las líneas de investigación desarrolladas en la UAL en aquel momento. Con esta segunda edición se pretende crear de nuevo una situación similar en donde la atmósfera de ciencia y discusión impere durante toda la jornada y en donde científicos jóvenes y no tan jóvenes discutan acerca de sus investigaciones básicas o aplicadas en un mismo lugar durante una misma franja horaria. La existencia de varios premios a los mejores pósteres esperamos sean un acicate para que nuestros investigadores intenten expresar en no más de un A0 su dedicación diaria por y para la ciencia.

Es por tanto objetivo del comité organizador el fomento de la difusión de la investigación realizada por las nuevas generaciones de investigadores y establecer la cooperación entre científicos de todas las áreas de la ciencia.

Estamos plenamente convencidos de que será un encuentro académico, científico y social muy enriquecedor para todos los asistentes. Les esperamos a todos el día de San Alberto Magno – patrón de Ciencias – y poder decir una de sus frases célebres: *"Yo mismo lo he experimentado"*.

Reciban un cordial saludo.

Comité organizador

4. Patrocinio del Mini-Simposio

Agradecemos a la Universidad de Almería, a la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, a los Servicios Centrales de Investigación (SCI), al Campus de Excelencia Agroalimentario (CeIA3) y a las empresas DICSA, Fischer-Scientific y LAB, el apoyo prestado para la organización de este encuentro.



5. Información importante del Mini-Simposio

Participan en este II Mini-Simposio becarios predoctorales y postdoctorales de investigación de la División de Ciencias Experimentales de la EPS-FCCEE de la UAL.

De todos aquellos pósteres enviados se seleccionarán los 8 mejores (dos por área de conocimiento), atendiendo a los criterios de evaluación expuestos en las bases. Los seleccionados tendrán que realizar un resumen de su trabajo en 5 minutos el día de San Alberto. Tras esa breve exposición se otorgarán los cuatro premios, uno por titulación (Ciencias Ambientales, Ingeniero Químico, Matemáticas y Química) y habrá un premio de 300 euros para cada uno de ellos. La resolución de los mismos se dará a conocer el mismo día en el acto de clausura, el 15 de noviembre de 2013.

Además se premiará con una mención LAB a la mejor contribución en temas de innovación.

Criterios de valoración y Jurado

Los trabajos serán valorados en función de tres criterios, carácter divulgativo, contenido y calidad científica así como presentación del mismo. El jurado estará compuesto por expertos investigadores de la División de la Facultad de Ciencias Experimentales. La persona que defiende el poster deberá estar presente durante toda la sesión de presentación de posters, para poder optar así a los premios otorgados por la organización.

Aceptación de las bases

El hecho de concurrir a este concurso presupone la aceptación total de las presentes bases y la conformidad con las decisiones del jurado. La Facultad de Ciencias Experimentales podrá solicitar a los premiados la exposición de sus trabajos en futuras exposiciones, ferias o sesiones de divulgación de la Ciencia.

6. Programa

9:30h	Entrega de documentación Lugar: Hall de Aulario IV
10:00 h	Sesión de posters distribuida por secciones: - Química - Matemáticas - Ingeniería Química - CC. Ambientales Lugar: Hall de Aulario IV
11.30 h	Conferencia impartida por D. Miguel Ángel Rodríguez Pascua "Cazando terremotos. Paleo y arqueosismología como claves del futuro sísmico de España" Lugar: Sala de Grados, Aulario IV
12:30 h	Charla-Coloquio impartida por D. Federico Mayor Zaragoza "Debates en el Centro del Cambio Global. Espacios naturales: laboratorios ante el desafío del cambio global" Lugar: Auditorio de la UAL
13:30 h	Sesión de Exposiciones Orales. Entrega de premios y clausura Lugar: Sala de Grados, Aulario IV
14:30 h	Copa de vino (cortesía de DICSA) Lugar: Hall de Aulario IV

7. Lista de títulos de pósteres

Química

- P-1. Estudio del efecto de la enmienda orgánica en el proceso de adsorción-desorción de flusilazol en suelos de Orán
K. AitHami
- P-2. Extracción, determinación y cuantificación de fitoquímicos en frutas y vegetales mediante técnicas cromatográficas acopladas a espectrometría de masas
M. I. Alarcón-Flores
- P-3. IYCr2014
A. Cámara-Artigas
- P-4. DiffAtOnce: a new software package for analyzing diffusion NMR data
F.M. Arrabal-Campos
- P-5. Primeras estructuras a resolución atómica resueltas en el Sincrotrón ALBA
J. Bacarizo
- P-6. Estudio del impacto medioambiental de flusilazol y penconazol en dos suelos de la zona oeste de Orán
N. Debbagh-Boutarbouch
- P-7. Separación y purificación de las subunidades de la B-ficoeritrina de *Porphyridium cruentum*
E. González-Ramírez
- P-8. Determinación y cuantificación de plaguicidas en productos nutracéuticos derivados del té verde (*Camellia sinensis*)
G. Martínez-Domínguez
- P-9. Immobilization of an enzymatic cascade for optically pure L-amino acids production
M.J. Rodríguez-Alonso
- P-10. Optically pure L-amino acids production by dynamic kinetic resolution using immobilized L-carbamoylase and N-succinyl-amino-acid racemase
P. Soriano-Maldonado
- P-11. A new approach to electrocatalytic CO₂ reduction based on dinucleating catalysts
P. Oña-Burgos
- P-12. Aplicación de técnicas cromatográficas acopladas a espectrometría de masas para la determinación de residuos de plaguicidas en productos nutraceuticos procedentes de té verde (*Camellia sinensis*)
A. J. Nieto-García
- P-13. Identification and quantification of phytochemicals in nutraceutical products from green tea by UHPLC-orbitrap-MS
N. López-Gutiérrez

- P-14. Fluorescent water soluble ruthenium organometallic complexes containing PTA-*kP,N* ligand F. Scalambra
- P-15. A solid-phase extraction method by packed multi-walled carbon nanotubes and liquid chromatography-quadrupole-linear ion trap-mass for the determination of drugs in river and wastewaters S. Dahane
- P-16. β -Cyclodextrin-bearing gold glyconanoparticles for the development of site specific drug delivery A. Aykaç
- P-17. Ferrocenylated lactose nanoparticles and dendrimers as electrochemical biosensors for galectin-3 M.C. Martos-Maldonado
- P-18. Ti(III)-catalyzed synthesis of exocyclic allenes F.J. Ruiz-Baños
- P-19. Enantioselective cyclizations with Britzinger complex M. García-Martínez
- P-20. A concise formal synthesis of (\pm)-stemoamide A.B. Ruiz-Muelle
- P-21. Structure of dilithiated 1,1'-methylene-bis-imidazolethiones. Polymer or discrete species in solution? A. Raya-Barón

Matemáticas

- P-22. How to calculate the Hausdorff dimension using fractal structures M. Fernández-Martínez
- P-23. Estudio de propiedades asintóticas y distribución de los ceros de polinomios ortogonales tipo Laguerre–Sobolev variante F.J. Mañas-Mañas
- P-24. Evaluación eficiente de la calidad visual mediante el uso de funciones de base radial D. Ramos-López
- P-25. Linearization of Lipschitz functions M. Villegas-Vallecillos

Ingeniería Química

- P-26. Influence of medium recycling on the cell growth and baculovirus production of the Se301 insect cell line A. Beas-Catena
- P-27. A Quantitive study of eicosapentaenoic acid (EPA) production by *Nannochloropsis gaditana* for aquaculture as a function of dilution rate, temperature and average irradiance J. Camacho-Rodríguez
- P-28. Determination of the limiting factor when oxidizing micropollutants with the photo-Fenton process I. Carra

P-29. Enzymatic production of microalgal biodiesel from free fatty acids of <i>Nannochloropsis gaditana</i>	B. Castillo
P-30. Marine microalgae for biodiesel production: strain selection and modeling of growth and fatty acids production rates	A. De San Pedro
P-31. Relevance of CO ₂ supply in the wastewater treatment by microalgae-bacteria consortium	C. Gómez
P-32. Dynamics of ionic liquids in nanostructures for dye solar cells. Simulation and experiments	E. González-Galindo
P-33. Outdoors continuous culture of <i>N. gaditana</i> in photobioreactors: a comparative study	C.V. González-López
P-34. A fast method for the characterization microalgae using dynamic photosynthesis models	N.C. Jiménez
P-35. Oxygen transfer in raceway reactors	J.L. Mendoza
P-36. Fast method to characterize microalgae-bacteria consortium	M.M. Morales
P-37. Enzymatic production of biodiesel from microalgae	E. Navarro
P-38. Microalgae-based processes applied to the simultaneous treatment of domestic wastewater and CO ₂ removal from flue gas	E. Posadas
P-39. Greenhouse crop residues characterization and pre-treatment for biomass fuel production	J.V. Reinoso
P-40. Combination of biological treatment and photo-fenton process to remove acetamiprid from an agro-food industrial wastewater	G. Rivas

Ciencias Ambientales

P-41. Costras biológicas del suelo, los microorganismos que se ven desde el espacio	M. Alonso
P-42. Uso de cápsulas de alginato para proteger proteínas exógenas durante su tránsito por el tubo digestivo	P. Amorós
P-43. Producción y caracterización de cápsulas de alginato-kitosano para la administración oral de proteínas de interés en peces de acuicultura	P. Amorós
P-44. Efecto sinérgico de atrayentes y microalgas sobre el crecimiento, la composición corporal y funcionalidad digestiva en <i>Solea senegalensis</i>	P. Amorós
P-45. Costras biológicas del suelo frente al cambio global: ¿fuentes o sumideros de carbono en zonas áridas?	S. Chamizo
P-46. Efectividad de enmiendas en la recuperación de un suelo minero del distrito de "El Arteal", Almería (España)	M. Estévez
P-47. Speleothems and climate change	M. G. Gómez

- P-48. Controles hidrogeológicos de la estructura de las poblaciones de *Ziziphus lotus*: bases para la conservación de un ecosistema dependiente de aguas subterráneas E. Guirado-Hernández
- P-49. Las artineras (*Maytenus senegalensis* Lam., Exell-subsp. *Europaea*, Boiss, Rivas Martínez ex Güemes & MB Crespo). Estado de una población en el S.E. Península Ibérica J.M. López-Martos
- P-50. Cuenca marina de Alborán: laboratorio de ensayo de instrumentos para la praxis de una gobernanza socioecosistémica M.D. López
- P-51. Costras biológicas, ingenieras pioneras de los ecosistemas áridos. Analizando su potencial para recuperar zonas alteradas C. López
- P-52. Vinculación contaminación de aguas superficiales - usos del suelo agrícola utilizando un modelo de regresión basado en redes bayesianas A.D. Maldonado
- P-53. ¿Son las cajas nido una herramienta útil para la conservación del mochuelo europeo? J.L. Molina-Pardo
- P-54. Water regulation service from supply to social demand: a landscape-scale analysis C. Quintas-Soriano
- P-55. Evaluación de suelos dedicados al cultivo del almendro en el sector occidental del valle del Guadalentín. Propuestas de mejora D. Reinaldos
- P-56. Mammals and satellite-derived data: can radiometry improve the ecological niche modeling of European badger? J. Requena-Mullor
- P-57. Efecto del filtrado de calidad sobre el índice de vegetación EVI-modis para el seguimiento funcional de ecosistemas A. Reyes
- P-58. Effectiveness of protected areas in conservation of regulating ecosystem services: a case study in Spain and Morocco P. Lourenço
- P-59. ¿Pueden unos diminutos organismos modificar la respuesta hidrológica y erosiva de los badlands más grandes de Europa? E. Rodríguez-Caballero
- P-60. ¿Cómo afectan las costras biológicas del suelo a la emisión de CO₂ en zonas áridas? J.R. Román
- P-61. Actinobacterias implicadas en el compostaje de residuos vegetales hortícolas: diversidad y actividades enzimáticas asociadas Z. Sánchez-Fortún
- P-62. Ecología espacial para la gestión de una invasión: análisis de patrones de distribución de agaves en el parque natural de Cabo de Gata-Níjar M.T. Torres

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ENMIENDA ORGÁNICA EN EL PROCESO DE ADSORCIÓN-DESORCIÓN DE FLUSILAZOL EN SUELOS DE ORÁN

K. Aït-Hami, M^a D. Ureña-Amate, M^a M. Socías-Viciano, N. Debbagh-Boutarbouch

Departamento de Química y Física, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3. Universidad de Almería, E04120, Almería (España); aithamikhina@yahoo.fr

La región de Orán, al noreste de Argelia, concentra la mayor parte de las actividades agrícolas del país, consecuencia de ello es el alto grado de contaminación que presentan los escasos recursos hídricos de esta zona¹. Además, la mayoría de los suelos de cultivo de esta región presentan bajos contenidos en materia orgánica (MO), razón que justifica el elevado consumo de fertilizantes y la realización de prácticas de enmienda mediante la adición de turba.

Teniendo en cuenta que la adsorción de plaguicidas en suelos es uno de los principales factores que controla las transformaciones experimentadas por estos compuestos en el medio ambiente y, por tanto la eficacia de su aplicación, en el presente trabajo se aborda el estudio del efecto de la enmienda orgánica con una turba comercial en el proceso de adsorción de flusilazol en cinco suelos de la región de Orán. La caracterización fisico-química de estos suelos se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización fisico-química de los suelos.

Suelo	E1				E2				E3				E4				E5			
	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%
% Turba	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%	0%	3%	6%	18%
% MOT	3,03	3,43	4,54	6,38	1,99	2,59	3,10	3,81	1,60	2,44	3,15	5,03	3,81	4,96	5,52	5,41	1,55	2,17	2,79	3,92
% Arcilla	28,88	28,88	23,24	18,88	19,60	15,60	22,32	9,60	34,16	26,88	26,88	16,88	5,16	4,16	2,16	2,16	26,16	22,16	16,16	16,16
K _{fads}	0,05	0,04	0,06	0,09	0,01	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	0,04	0,07	0,13	0,14	0,15	0,15	0,01	0,03	0,04	0,06
K _{fdes}	0,15	0,26	0,21	0,38	0,18	0,20	0,29	0,48	0,04	0,15	0,32	0,45	0,33	0,44	0,50	0,58	0,12	0,16	0,27	0,51
K _{oc} *10 ²	13,98	15,61	15,24	23,10	11,20	13,78	17,28	30,48	14,00	17,41	21,30	31,53	66,24	47,26	43,73	51,65	17,28	20,57	21,60	39,30
H	0,20	0,15	0,21	0,21	0,12	0,15	0,16	0,16	0,63	0,23	0,23	0,11	0,43	0,31	0,24	0,25	0,24	0,33	0,17	0,05

Las isothermas de adsorción reflejaron cómo en todos los suelos, a excepción del E4, las moléculas de flusilazol presentan una mayor afinidad por la superficie de los suelos a medida que aumenta el porcentaje de turba utilizada en la enmienda. Los valores de K_f obtenidos a partir del ajuste de los datos experimentales al modelo de Freundlich (Tabla 1) confirmaron este hecho. El papel relevante que juega la MO fue confirmado por la buena correlación obtenida entre los valores de K_{oc} y el porcentaje de MO de los suelos. El comportamiento en el suelo E4 se podría justificar en función de su bajo contenido en arcilla. En el suelo original la MO podría estar formando complejo arcillo-húmicos que favorecen la interacción con las moléculas de flusilazol. La adición de MO exógena perturba este mecanismo de adsorción, disminuyendo la capacidad de retención del suelo E4. Este hecho queda confirmado por los valores más bajos de K_{oc} obtenidos para los suelos enmendados. El estudio del proceso de desorción en los suelos originales y enmendados indicó un alto grado de histéresis en todos los casos, siendo el parámetro K_{fdesorción} muy superior al K_{fadsorción}, confirmando la gran irreversibilidad del proceso de adsorción de las moléculas de flusilazol y por tanto su bajo potencial contaminante.

Agradecimientos. Los autores de este trabajo agradecen a la AECID la financiación concedida a través de la Acción Integrada (Ref.: A1/035959/11) mediante la cual se realizó esta investigación.

¹Maas S, Scheifler R, Benslama M, et al: "Spatial distribution of heavy metal concentrations in urban, suburban and agricultural soils in a Mediterranean city of Algeria". Environ Pollut.; 158(6):2294-301. (2010).

EXTRACCIÓN, DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FITOQUÍMICOS EN FRUTAS Y VEGETALES MEDIANTE TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS ACOPLADAS A ESPECTROMETRÍA DE MASAS

M. I. Alarcón-Flores, R. Romero-González, A. Garrido Frenich, J. L. Martínez-Vidal

Departamento de Hidrogeología y Química Analítica, Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL), Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3. Universidad de Almería, E-04071, Almería, España

Tel: +34950015985; Fax: +34950015483; e-mail: agarrido@ual.es, maf400@ual.es

Las frutas y verduras son consideradas beneficiosas para la salud, y están relacionadas con la prevención de ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Esto es debido a su contenido en fitoquímicos, que se definen como metabolitos secundarios de las plantas que tienen efectos beneficiosos sobre la salud, tales como capacidad antioxidante, antiinflamatoria, influyen en el perfil lipídico y tienen efectos antitumorales¹, aunque no son nutrientes esenciales². Además de presentar estas propiedades beneficiosas para la salud, estos compuestos son responsables del color, sabor y aroma en frutas y vegetales, y su contenido en estos alimentos está influenciado por la variedad, condiciones ambientales, localización, germinación, estado de madurez, procesado y almacenamiento.

El objetivo del presente trabajo es el desarrollo y validación de un método multifamilia para la extracción simultánea de 33 fitoquímicos en vegetales y frutas frescas, los cuales pertenecen a diferentes familias como glucosinolatos, isoflavonas, flavonoles, flavonas y ácidos fenólicos. La determinación de tales fitoquímicos se llevó a cabo mediante cromatografía de líquidos de ultra eficacia acoplada a espectrometría de masas de triple cuádrupolo (UHPLC-QqQ-MS/MS).

Las pruebas de extracción se realizaron en tomate, y se llevaron a cabo mediante un procedimiento rápido y sencillo basado en una extracción sólido-líquido asistida por agitador rotario y usando como agente extractante una mezcla metanol:agua (80:20, v/v) permitiendo la extracción simultánea de una amplia variedad de fitoquímicos en matrices vegetales, con un tiempo de extracción relativamente corto y pudiendo realizar las extracciones de varias muestras simultáneamente. Los valores de recuperación obtenidos para los plaguicidas oscilaron entre 60-120 %, los valores de precisión, expresados como desviación estándar relativa (RSD), no superaron el 29 %.

Para comprobar la aplicabilidad del método, éste se evaluó en diferentes matrices, tales como tomate, zanahoria, berenjena, brócoli y uva, obteniendo buenos resultados. A continuación, se estudió el contenido de los fitoquímicos en diferentes variedades de tomate, pudiéndose observar que el tomate de la variedad de Raf ofrece mayores beneficios para la salud por su alto contenido de fitoquímicos. Por otro lado, se estudió el contenido de fitoquímicos en el resto de matrices, observando que los glucosinolatos se detectaron en mayores concentraciones en brócoli y el ácido clorogénico en berenjena.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Junta de Andalucía (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa), FEDER y al CDTi por el apoyo financiero (Ref. Proyecto. P11-AGR-7034) y (Ref. Proyecto IDI-20110017) respectivamente. MIAF agradece su beca (FPU, Ref.: AP 2009-2074) del Ministerio de Educación español. RRG también agradece la financiación personal a través del Programa Ramón y Cajal (SMSI-FSE).

¹Pennington, J. A. T., Fisher, R. A. *Journal of Food Composition and Analysis*, **2010**, *23*, 411-418.

²Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomás-Barbera, F. A., Datta, N., Singanusong, R., Chen, S. S. *Plant Foods for Human Nutrition*, **2004**, *59*, 113-122.

IYCr2014

A. Cámara-Artigas¹

*Department of Chemistry and Physics, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); acamara@ual.es*

En el año 2014 se cumplen 100 años del Premio Nobel otorgado a Max von Laue por el descubrimiento de la difracción de los rayos X por cristales. Por ello la Asamblea General de las Naciones Unidas ha nombrado el año 2014 como Año Internacional de la Cristalografía (IYCr2014). Desde el descubrimiento de Von Laue son muchos los avances científicos en los que de una u otra manera ha contribuido esta técnica experimental. El propósito del Año Internacional de la Cristalografía 2014 (<http://www.iycr2014.org/>) es ante todo concienciar a la sociedad de la gran importancia y las muchas aplicaciones de la cristalografía. Por lo tanto, los objetivos de la celebración de IYCr2014 son:

- Aumentar la conciencia pública de la ciencia de Cristalografía y de cómo esta ha sido clave en gran parte de los desarrollos tecnológicos en nuestra sociedad moderna
- Atraer el interés de los jóvenes a través de exposiciones públicas, conferencias y demostraciones prácticas en escuelas
- Ilustrar la universalidad de la ciencia
- Intensificar el programa de Cristalografía en África y crear programas similares en Asia y América Latina
- Fomentar la colaboración internacional entre científicos en todo el mundo, especialmente Norte-Sur
- Promover la educación e investigación en Cristalografía y sus vínculos con otras ciencias
- Involucrar a los grandes instalaciones de radiación sincrotrón y de neutrones en todo el mundo en las celebración del IYCr2014

El grupo de cristalografía de proteínas de la Universidad de Almería, BIO328 *Estructura de proteínas*, se une a esta celebración colaborando en aquellas actividades que permitan difundir el conocimiento de la cristalografía y sus aplicaciones. Por ello en el Poster expuesto en estas jornadas se pretende dar una visión general del desarrollo histórico de la técnica y su aplicación a los diferentes campos del conocimiento. Finalmente se pretende mostrar también las perspectivas de futuro.

Acknowledgements. This research was funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation and Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (EU) [BIO2012-39922-C02-02 to ACA], Andalusian Regional Government (Spain) and FEDER (EU) [P09-CVI-5063 to ACA and P10-CVI-5915 to JCMH].

¹Ana Cámara-Artigas es miembro de la comisión española para el IYCr2014 como representante de la AUSE (Asociación de Usuarios de Sincrotrón de España).

DIFFATONCE: A NEW SOFTWARE PACKAGE FOR ANALYZING DIFFUSION NMR DATA

F. M. Arrabal-Campos¹ and I. Fernández¹

¹ *Department of Chemistry and Physics, University of Almeria, Ctra. Sacramento s/n, 04120 Almeria, Spain, e-mail: ifernan@ual.es*

DiffAtOnce is a new program for processing PFG NMR diffusion data distributed under www.diffatonce.com. NMR data from major manufacturers can be imported and all processing is done in a user-friendly graphical user interface. The program is written in Visual Basic.NET and Visual C# in a free-standing compiled version for PC-platforms.

Pulsed field gradient diffusion NMR is now an important tool for many chemists interested on unraveling problems in complex mixtures, molecular volumes estimation, hydrogen-bonding interactions, or aggregation states issues. Many major manufacturers of spectrometers offer different hardware and software implementations to acquire and process such data, but in such software's the processing of the data is hardly manageable and need to use additional programs in order to obtain D -values and/or hydrodynamic radii.

We present herein a new software package able to obtain quantitative self-diffusion data in a very simple manner allowing the calculation of radii including different molecular models such as sphere, cylinder or ellipsoid. The program works with any conventional or "home-made" sequence, and allows the introduction of different standards, viscosities, gradient-pulse shapes, sequences, etc. permitting the exportation of the data as postscript, pdf or excels formats.



Figure 1. Some windows of the graphical user interface of the DiffAtOnce program. Most of the functionality is easily accessible from here.

The software has been tested in several applications ranging from organometallics, coordination compounds, supramolecular host-guest systems, natural products mixtures, and purely organic species.

PRIMERAS ESTRUCTURAS A RESOLUCIÓN ATÓMICA RESUELTAS EN EL SINCROTRÓN ALBA

J. Bacarizo y A. Cámara-Artigas

*Departamento de Química y Física, Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); brj814@alboran.ual.es*

La cristalografía de proteínas ha experimentado un gran avance en los últimos años gracias a la confluencia de la aplicación de los métodos de la biología molecular para diseñar proteínas a la carta, la gran mejora de las fuentes de luz de rayos X y la capacidad de cálculo de los ordenadores actuales. Dado que la cristalografía de proteína es la técnica con mayor potencial para la determinación de las estructuras de proteínas, todos estos avances han llevado como consecuencia a un mayor conocimiento del papel que desempeñan estas proteínas y como cambios a nivel estructural se manifiestan en cambios en su papel en la célula. Ello ha permitido un mayor conocimiento de las causas a nivel molecular las enfermedades y ha impulsado el desarrollo del diseño racional de fármacos.

Un buen ejemplo de lo anteriormente expuesto es el caso de los dominios SH3. Estas unidades estructurales se encuentran en numerosas proteínas, jugando un papel importante en la regulación de varias rutas metabólicas. De esta forma, estos dominios están relacionados con la desregulación de las vías de señalización durante el desarrollo del cáncer y también se asocian con otras patologías como el Sida, la osteoporosis y otros procesos inflamatorios. Estos dominios se pueden sobre-expresar en la bacteria *E. Coli* y ser fácilmente aislados mediante la incorporación de una etiqueta de afinidad, como por ejemplo la conocida como His-tag. Ello permite aislar estas proteínas en grandes cantidades y a un muy alto nivel de pureza. Como consecuencia son más fácilmente cristalizables y es posible resolver su estructura.

En nuestro laboratorio hemos resuelto la estructura de varios dominios SH3, y un porcentaje elevado de estos están a resoluciones cercanas al 1 Å. Esto es un gran hito, teniendo en cuenta que solo el 0.5 % de las estructuras en el Protein Data Bank están a resoluciones por debajo de 1 Å. Como ejemplo, las estructuras cristalinas de los complejos formados entre el dominio c-Src SH3 de tirosina quinasa y dos péptidos de alta afinidad de clase I y II fueron resueltas a muy alta resolución (0.98 Å) por primera vez a partir de datos obtenidos en el sincrotrón español ALBA¹. Estas estructuras a alta resolución nos permiten un análisis detallado de como se forman los enlaces que permiten la unión de estos domios SH3 a peptidos ricos en prolina, que es la base de su papel en la célula y poder entender mejor su funcionamiento es crítico para poder utilizar estas proteínas como dianas en un futuro diseño de fármacos.

Agradecimientos. Esta investigación fue financiada por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación, el Ministerio de Economía y Competitividad y fondos FEDER (UE) [BIO2009-13261-C02-01/02 y BIO2012-39922-C02-01/02 a ACA], Junta de Andalucía (España) y FEDER (UE) [P09-CVI-5063 y P10-CVI-5915].

¹Atomic resolution structures of the c-Src SH3 domain in complex with two high-affinity peptides from classes I and II. Julio Bacarizo and Ana Cámara-Artigas, Acta Cryst. (2013). D69, 756–766; impact factor: 14.1

ESTUDIO DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE FLUSILAZOL Y PENCONAZOL EN DOS SUELOS DE LA ZONA OESTE DE ORÁN

E. Nieto-Latorre, N. Debbagh-Boutarbouch, M^a D. Ureña-Amate,
M^a M. Socías-Viciana

Departamento de Química y Física, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3. Universidad de Almería, E04120, Almería (España); naoufald@ual.es

El problema de la contaminación por plaguicidas es, sin duda, cada vez más grave por la cantidad y diversidad de sustancias químicas que se desarrollan debido a la gran resistencia que presentan algunas especies de plagas. En Argelia el consumo de plaguicidas, y en particular de fungicidas, se ha incrementado de forma vertiginosa en los últimos años¹, razón por la cual el conocimiento de las características físico-químicas de los suelos, así como el estudio del comportamiento de los plaguicidas presentes en él, se hace necesario para poder llegar a predecir el potencial impacto ambiental de estos compuestos.

En el presente trabajo se aborda el estudio del potencial contaminante de dos fungicidas de amplio uso en la región de Orán, Penconazol y Flusilazol, sobre dos suelos, S1 y E4. Para ello fue necesaria la caracterización físico-química de estos suelos y la realización de experiencias de adsorción. Estas experiencias fueron llevadas a cabo tanto en régimen estático (batch) como en régimen dinámico mediante la utilización de columnas de suelo.

Las isotermas de adsorción obtenidas a partir de las experiencias realizadas en batch pusieron de manifiesto cómo el suelo E4, que presentaba un contenido en materia orgánica más alto frente al suelo S1, mostró una mayor afinidad por las moléculas de ambos fungicidas. El valor del parámetro K_f obtenido mediante la aplicación del modelo de Freundlich resultó ser para la adsorción de Penconazol sobre el suelo E4 del orden de 10 veces superior al obtenido para el suelo S1. El valor de K_f determinado para la adsorción de Flusilazol sobre el suelo S1 fue del orden de 30 veces inferior respecto al obtenido para el suelo E4.

Tabla 1. Características generales de los suelos, parámetros K_f , K_{oc} e índice de GUS.

Suelo	M.O. (%)	C.C.C. (meq/100g)	Arcilla (%)	S_{BET} ($m^2 \cdot g^{-1}$)	Penconazol			Flusilazol		
					K_f	K_{oc}	GUS	K_f	K_{oc}	GUS
E4	3.75	---	6	34.1	0.0273	2381	1.3	0.1239	4048	1.0
S1	2.56	16.3	12	23.7	0.0026	619	2.5	0.0036	885	2.6

Los estudios realizados en columnas de suelo mostraron una baja movilidad de las moléculas de Flusilazol y Penconazol, quedándose retenidos en los 5 primeros centímetros de profundidad. No obstante, en el suelo S1 se pudo observar que las moléculas de Penconazol alcanzaron una profundidad de 10 centímetros. El análisis conjunto de todos los resultados puso de manifiesto cómo la materia orgánica es la principal responsable de todo lo observado.

Los valores de constante K_{OC} calculados y el tiempo de vida media (DT_{50}) de los plaguicidas permitieron determinar el índice de GUS², indicativo del potencial de lixiviación. Estos valores indicaron que el riesgo de lixiviación de ambos fungicidas es moderado en el suelo más pobre en materia orgánica, S1, y bajo para el suelo E4.

Agradecimientos. Los autores de este trabajo agradecen a la AECID, la financiación concedida a través de la Acción Integrada (Ref.: A1/035959/11).

¹FAOSTAT. Series cronológicas y de datos con relación a la alimentación y la agricultura: Anuario Estadístico de laFAO 2012. [actualizado mayo de 2012, acceso mayo de 2012]. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/yearbook2012/es/>

²Gustafson, D.J. Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leach ability. Environ. Sci. Technol. 8, 339-357 (1989).

SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN DE LAS SUBUNIDADES DE LA B-FICOERITRINA DE *PORPHYRIDIDIUM CRUENTUM*

E. González-Ramírez¹, E. Ortiz-Salmerón¹, M. Andujar-Sánchez¹, M. J. Ibañez² y A. Cámara-Artigas¹

¹Departamento de Química y Física, ²Departamento de Ingeniería.
Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería
04120 Almería (Spain); gr.emiliojose@gmail.com

El alga roja *Porphyridium cruentum* es una fuente de biliproteínas entre las que podemos encontrar la aloficocianina (5%), R-ficoeritrina (R-CP) (11%), b-ficoeritrina (b-PE) (42%) y B-ficoeritrina (B-PE) (42%). La B-ficoeritrina¹ consta de dos subunidades polipeptídicas diferentes, α y β , en una relación estequiométrica 1:1, además de una tercera subunidad, γ . Las masas moleculares de las cadenas polipeptídicas α y β se encuentran entre 17-20 KDa, mientras que la cadena γ tiene una masa molecular de 30 KDa. Esta proteína está formada por un complejo heterodimérico, llamado monómero ($\alpha\beta$), formando el hexámero ($\alpha\beta$)₆ con la subunidad γ en su interior (Figura 1). La B-ficoeritrina presenta dos grupos cromóforos, la ficoeritrobilina (PEB), con su máximo de absorción entre 540 y 565 nm, y la ficourobilina (PUB) con un hombro a 498 nm (Figura 2).

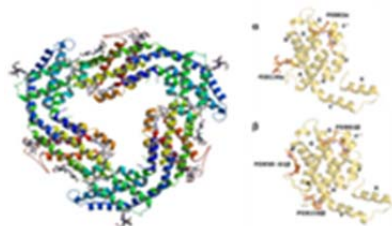


Figura 1. Estructura de la BPE de *P. Cruentum* a pH 5 (código PDB: 3V58)² y representación de las subunidades α y β .

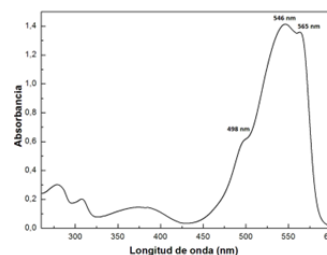


Figura 2. Espectro ultravioleta visible de la BPE de *Porphyridium cruentum*.

En este trabajo se pone a punto un método para la separación y purificación de las distintas subunidades que conforman la B-PE. Una vez obtenidas de forma aislada y con un alto grado de pureza las distintas subunidades de la proteína, se lleva a cabo su caracterización molecular así como la optimización de las condiciones de cristalización, con objeto de obtener cristales adecuados que, mediante difracción de rayos X, nos permitan llevar a cabo su resolución estructural. Los resultados obtenidos se comparan con los presentados para la B-ficoeritrina completa.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Ministerio de Economía y Competitividad [BIO2009-13261-C02-01/02 y BIO2012-39922-C02-01/02], Junta de Andalucía [P09-CVI-5063 y P10-CVI-5915] y fondos FEDER (UE).

¹Bermejo Román, R., Álvarez-Pez, J.M., Acién-Fernández, F.G. & Molina-Grima, E. (2002) "Recovery of pure B-phycoerythrin from the microalga *Porphyridium cruentum*". *Journal of Biotechnology*. **93**, 73-85.

²Cámara-Artigas, A., Bacarizo, J., Andujar-Sanchez, M., Ortiz-Salmerón, E., Mesa-Valle, C., Cuadri, C., Martín-García, J.M., Martínez-Rodríguez, S., Mazzuca-Sobczuk, T., Ibañez, M.J., & Allen, J.P. (2012) "PH-dependent structural conformations of B-phycoerythrin from *Porphyridium cruentum*". *FEBS Journal*. **279**, 3680-3691.

DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN PRODUCTOS NUTRACÉUTICOS DERIVADOS DEL TÉ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*)

**G. Martínez-Domínguez, A. Nieto-García, P. Plaza-Bolaños,
R. Romero-González, A. Garrido-Frenich**

Departamento de Química y Física, Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL), Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentaria, ceiA3, Universidad de Almería, Ctra. Sacramento s/n, 04120, La Cañada de San Urbano, Almería. E-mail: gmd910@alboran.ual.es

Los productos nutraceuticos son considerados sustancias alimenticias que proporcionan beneficios médicos y a la salud. Tales productos van desde nutrientes aislados, suplementos dietéticos y dietas específicas hasta alimentos modificados genéticamente y productos herbales¹. Tomando en cuenta que un producto nutraceutico proviene del concentrado de una planta y ésta pudo haber sido tratada con plaguicidas para prevenir ataques de plagas, es posible encontrar residuos de plaguicidas en el producto final.

Este trabajo ofrece el desarrollo y validación de un método viable para la determinación de más de 150 plaguicidas en productos nutraceuticos obtenidos del té verde (*Camellia Sinensis*). El tratamiento de muestra fue llevada a cabo con un método tipo QuEChERS y para la cuantificación de los analitos la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo (GC-QqQ-MS/MS) fue utilizada.

En este estudio, diferentes métodos tipo QuEChERS fueron probados, obteniendo mejores resultados usando como sales sulfato de magnesio y acetato de sodio (versión americana)² Debido a la naturaleza de la matriz, fue necesaria la limpieza de las muestras, usando amina primaria secundaria (PSA) y carbón grafitizado (GCB). El proceso analítico fue validado en muestras de té verde. Parámetros de validación, como recuperación, precisión, linealidad, límites de detección y cuantificación fueron estudiados. Los valores de recuperación se encontraron entre 70 y 120% y la precisión, expresada como desviación estándar relativa (RSD), fue menor al 20% para la mayoría de los plaguicidas a tres niveles de concentración (10, 50 y 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$). La linealidad del método fue observada entre 5 y 150 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Para evitar el efecto matriz, la cuantificación fue realizada usando estándares de calibración en la misma matriz. Por último, los límites de detección y cuantificación fueron calculados, obteniéndose valores por debajo de 10 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

La metodología analítica propuesta fue aplicada al análisis de plaguicidas en productos nutraceuticos comerciales, encontrándose 4,4-dichlorobenzophenone (28 $\mu\text{g kg}^{-1}$), o,p'-dicofol (38 $\mu\text{g kg}^{-1}$) y p,p'-dicofol (44 $\mu\text{g kg}^{-1}$) en algunas muestras.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Ministerio de Economía y Competitividad y FEDER (ref. CTQ2012-34304). GMD agradece a la Secretaría de Salud de Veracruz, México y al senado mexicano por apoyo financiero. RRG también agradece al programa Ramón y Cajal (MINECO- Fund. Social Europea) por financiamiento personal.

¹ American Nutraceutical Association <http://www.ana-jana.org/>

² Lehotay, S. Pesticide Analysis in Methods in Biotechnology. 2004. 1-23

IMMOBILIZATION OF AN ENZYMATIC CASCADE FOR OPTICALLY PURE L-AMINO ACIDS PRODUCTION

M.J. Rodríguez-Alonso, P. Soriano-Maldonado, F. Rodríguez-Vico, F.J. Las Heras-Vázquez, P. Madrid-Romero and J.M. Clemente-Jiménez

Department of Chemical and Physics, Faculty of Experimental Sciences, Universidad/University of de Almería. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3; Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria, BITAL. E04120 Almería (Spain); mra956@ual.es

L-amino acids are important compounds used as additives, in nutrition or intermediates in the pharmaceutical, cosmetic and agricultural industries.¹ We have redesigned the “hydantoinase process” for the obtention of L-amino acids using four enzymes.² D,L-hydantoinase from *Agrobacterium tumefaciens* (AtHyu), Hydantoinracemase from *Agrobacterium tumefaciens* C58 (AtHyuA), L-carbamoylase from *Bacillus stearothermophilus* CECT43 (BSLcar) and N-succinil amino acid racemase from *Geobacilluskaustophilus* CECT4264 (GkNSAAR) with high substrate promiscuity and activity carbamoylracemase.

The enzyme immobilization reduces production costs, efficient recycling and control of the process. A general method applied to the immobilisation of any enzyme is not available. The biocatalyst should be stable and active during the immobilisation process.³ Covalent immobilization has proved to be the most efficient and stable method. Epoxy groups have demonstrated stabilize proteins because react with groups very abundant in the protein surface (amino, thiol, phenolic, imidazole). The mode of immobilisation and carrier properties can influence in the enzyme activity by resulting a morphological or chemical modification of the protein. For this reason an effective immobilisation method and process optimization are required to improve the continuous processing in an enzymatic cascade.

The immobilized enzymes has been applied to the production of optically pure L-amino acids from a wide spectrum of D,L-5-monosubstituted hydantoins. We have studied several parameters that affect immobilisation, such us amount of protein per gram of beads, time of immobilisation, buffer concentration, proteins ratio, pH and temperature of the enzymatic cascade and cycles of reutilization which is a very important factor for the cost-effective industrial use.

Acknowledgements. This work was supported by the Spanish Ministry of Education and Science, the European Social Fund (ESF), and the European Regional Development Fund (ERDF), through the project BIO2011-27842, by the Andalusian Regional Council of Innovation, Science and Technology, through the project TEP-4691, and by the European Cooperation in Science and Technology (COST) Action CM1303. P.S.-M. was supported by the University of Almería. M.J.R.-A. was supported by Spanish Ministry of Education and Science.

¹W. Leuchtenberger, K. Huthmacher and K. Drauz. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2005**, 69: 1-8.

²M.J. Rodríguez Alonso. Comunicación oral “Cascada quimioenzimática para la producción de L-aminoácidos ópticamente puros”, I Congreso Científico de Investigadores en Formación en Agroalimentación de la eidA3, Córdoba 2012.

³U. Hanefeld, L. Gardossi and Magner, E. *Chem. Soc. Rev.* **2009**, 38: 453-469.

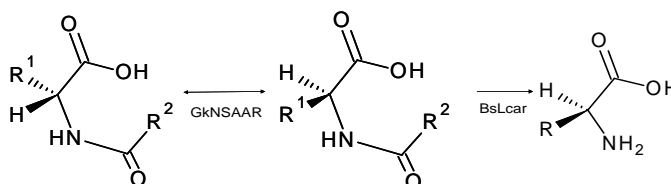
OPTICALLY PURE L-AMINO ACIDS PRODUCTION BY DYNAMIC KINETIC RESOLUTION USING IMMOBILIZED L-CARBAMOYLASE AND N-SUCCYNYL-AMINO-ACID RACEMASE

P. Soriano-Maldonado, M.J. Rodríguez-Alonso, F.J. Las Heras-Vázquez, F. Rodríguez-Vico, J.M. Clemente-Jiménez, S. Martínez-Rodríguez, and P. Madrid-Romero

Department of Physic and Chemistry, Faculty of Experimental Sciences, Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3; Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria. E04120 Almería (Spain); psm291@ual.es

Taking advantage of the catalytic promiscuity of L-carbamoylase from *Bacillus stearothermophilus* CECT43 (BSLcar)^{1,2} and *N*-succiny-amino acid racemase from *GeobacillusKaustophilus* CECT4264 (GkNSAAR)³, we have evaluated the production of different optically pure L- α -amino acids starting from different racemic *N*-substituted-amino acid using a dynamic kinetic resolution approach. In this case, the enzymes were immobilized on a solid support, resulting in an improved stability of the enzymes, in terms of thermostability and storage, and with no noticeable loss of enzyme activity compared to the free enzymes⁴. The immobilized enzymes maintained a 90% of their activity after 30 days at 45°C, and an 80% after 20 weeks at 4°C. The optimal pH and temperature of the bienzymatic reaction varied slightly when using *N*-carbamoyl- or *N*-formyl-methionine: pH 6.5-7.5/70° C for the former and pH 7.0-8.0/45 °C for the later. No inhibition of the enzymatic reaction was observed when substrate concentrations of 70 mM were tested.

The system was effective for the biosynthesis of unnatural L-amino acids such as L-homophenylalanine and L-aminobutyric acid, among others, with a higher performance toward *N*-formyl- α -amino acid substrates.



Acknowledgements. This work was supported by the Spanish Ministry of Education and Science, the European Social Fund (ESF), and the European Regional Development Fund (ERDF), through the project BIO2011-27842, by the Andalusian Regional Council of Innovation, Science and Technology, through the project TEP-4691, and by the European Cooperation in Science and Technology (COST) Action CM1303. P.S.-M. was supported by the University of Almería. M.J.R.-A. was supported by Spanish Ministry of Education and Science. SMR is thankful for the economical support provided by COST action CM1201 and by the "Red Temática de Estructura y Función de Proteínas" (BFU2011-15733-E).

¹ Pozo-Dengra J., Martínez-Gómez A.I., Martínez-Rodríguez S., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., Las Heras-Vázquez F.J. *BiotechnologyProgress* **2010**, 26: 954-959.

² Martínez-Rodríguez S., García-Pino A., Las Heras-Vázquez F.J., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., García-Ruiz J.M., Loris R., Gavira J.A. *Journal of Bacteriology* **2012**, 194: 5759-5768.

³ Pozo-Dengra J., Martínez-Gómez A.I., Martínez-Rodríguez S., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., Las Heras-Vázquez F.J. *ProcessBiochemistry* **2009**, 44: 835-841.

⁴ Soriano-Maldonado P., Rodríguez-Alonso M.J., Martínez-Rodríguez S., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., Las Heras-Vázquez F.J. *Process Biochemistry* **2013**, (Sent).

A NEW APPROACH TO ELECTROCATALYTIC CO₂ REDUCTION BASED ON DINUCLEATING CATALYSTS

P. Oña-Burgos and T. Don Tilley*

*University of California, Berkeley, Department of Chemistry Berkeley, California, USA;
University of Almería, Department of Chemistry and Physics, Spain
email: poburgos@berkeley.edu; pob081@ual.es*

The rapid rise of atmospheric concentrations of greenhouse gases, in particular CO₂, poses a major concern and challenge.¹ However given efficient reduction catalysts, CO₂ could be transformed into a feedstock for the industrial-scale production of a variety of bulk fuels and chemicals, including methanol, carbon monoxide, and ethylene.² Previous work has identified a number of potential catalysts for CO₂ reduction, but most of the candidates suffer from some shared setbacks.³ Notably, very few can reduce CO₂ captured from the atmosphere, due to CO₂'s low relative concentration and the presence of O₂. Recently, Angamuthu and coworkers reported a dinuclear copper catalyst that selectively reduced CO₂ from the air to oxalate.⁴ They propose that two dicopper complexes and four equivalents of CO₂ form a tetranuclear bis(oxalato) complex, which facilitates the reduction of CO₂ despite its inherently high reduction potential (up to -1.97 V vs. NHE for formation of CO₂^{-•} in DMF).³ However, catalysis proceeds slowly and has been demonstrated for only 6 turnovers.

Thus, new ligands and metal complexes that could enable similar reactivity are needed to accelerate the discovery of catalysts for CO₂ reduction. Herein, we describe the synthesis of rigid ligands derived from 1,8-naphthyridine, with the goal of coordinating metals at a fixed distance. These new ligands have yielded a series of homobimetallic complexes that are being investigated for their reactivity with carbon dioxide.

¹ Core Writing Team, *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*, Pachauri, R.K.; Reisinger, A. Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, 2007; p 104.

² Olah, G. A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2005**, *44*, 2636.

³ Savèant, J.-M. *Chem. Rev.* **2008**, *108*, 2348.

⁴ Angamuthu, R.; Byers, P.; Lutz, M.; Spek, A. L.; Bouwman, E. *Science* **2010**, *327*, 313.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS ACOPLADAS A ESPECTROMETRÍA DE MASAS PARA LA DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN PRODUCTOS NUTRACEÚTICOS PROCEDENTES DE TÉ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*)

**A. J. Nieto-García, G. Martínez-Domínguez, P. Plaza-Bolaños,
R. Romero-González, A. Garrido-Frenich**

Departamento de Química-Física, Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL), Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3, Universidad de Almería, Ctra. Sacramento s/n, 04120, La Cañada de San Urbano, Almería. E-mail: antonio_ng86@hotmail.com

El té es una de las bebidas más consumidas en el mundo, especialmente el té verde, debido a su elevada concentración de antioxidantes que ayuda a prevenir numerosos problemas de salud, como el cáncer o enfermedades cardíacas. El té verde puede ser preparado de diversas maneras, tales como infusiones, extractos líquidos, presentaciones descafeinadas o cápsulas de suplementos dietéticos, también conocidos como productos nutraceuticos.

Teniendo presente que los productos nutraceuticos derivados del té verde se presentan en forma de concentrados, sería de esperar encontrar sustancias que son usadas para el control de plagas, como plaguicidas. En la Unión Europea, el Reglamento EC 396/2005 define el límite máximo de residuos para plaguicidas en la materia prima, no incluyéndose los nutraceuticos. Por tanto, es necesario el desarrollo de métodos analíticos que puedan determinar residuos de plaguicidas en este tipo de productos.

Este trabajo describe dos métodos validados para el análisis de plaguicidas polares y no polares en productos nutraceuticos derivados de té verde (*Camellia Sinensis*). El tratamiento de la muestra fue llevado a cabo usando el procedimiento QuEChERS. Las técnicas empleadas para la cuantificación de más de 300 plaguicidas fueron la cromatografía de líquidos (LC) y de gases (GC) acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo (QqQ-MS/MS).

Ambos métodos fueron validados en productos nutraceuticos elaborados a base de té. Para ello se estudiaron diversos parámetros como veracidad (en términos de recuperación), precisión, linealidad, límites de detección y cuantificación. Para la mayoría de los compuestos se obtuvieron valores de recuperación entre 70 y 120 % y una precisión (expresada como desviación estándar relativa (RSD)) menor al 20 %, a tres niveles de concentración (10, 50 and 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$). La linealidad fue evaluada en un rango entre 5-150 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Con el fin de evitar un efecto matriz, la cuantificación se realizó usando un calibrado en matriz. Además, los límites de detección y cuantificación fueron calculados obteniendo valores menores a 10 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

Las metodologías analíticas propuestas fueron aplicadas al análisis de residuos de plaguicidas en productos nutraceuticos comerciales. Se encontraron dos muestras positivas, detectando 4,4'-diclorobenzofenona 27.5 y 28.0 $\mu\text{g kg}^{-1}$), o,p'-dicofol (38.4 y 44.5 $\mu\text{g kg}^{-1}$), p,p'-dicofol (30.1 y 34.5 $\mu\text{g kg}^{-1}$), acetamiprid (56.0 $\mu\text{g kg}^{-1}$) y carbendazima (13.2 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF PHYTOCHEMICALS IN NUTRACEUTICAL PRODUCTS FROM GREEN TEA BY UHPLC-ORBITRAP-MS

**N. López-Gutiérrez¹, R. Romero-González¹, P. Plaza Bolaños¹,
J. L. Martínez Vidal¹, A. Garrido Frenich¹**

¹*Department of Chemistry and Physics (Analytical Chemistry Area), Research Centre for Agricultural and Food Biotechnology (BITAL), Agrifood Campus of International Excellence, ceiA3, University of Almería, E-04071 Almería (Spain), nlg492@alboran.ual.es; rromero@ual.es*

Nutraceuticals consumption has increased in the global market in the last few years. One of the main problems related to the development of this type of products is the existence of fraudulent activities. Therefore, Food and Drug Administration (FDA) approved the law Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA) in 1994, which indicates that these products do not need FDA approval prior marketing because the companies are responsible for its safety¹. Moreover, under the FDA Final Rule 21 CFR 111, companies involved during the manufacturing, packaging, labeling or hold dietary supplements must comply with the Dietary Supplement Current Good Manufacturing Practices (cGMPs) for quality control².

Many nutraceuticals are derived from tea, especially from green tea. It has a major amount of polyphenols, and it could be helpful to prevent and treat cancer and cardiovascular diseases, considering they have anti-inflammatory, anti-arthritic, anti-bacterial or anti-angiogenic effects.

It is important to notice that few reports have been published for the determination of polyphenols in nutraceutical products from green tea. In this study, a method based on liquid chromatography coupled to Orbitrap has been developed for simultaneous detection and identification of phytochemicals in a complex matrix as nutraceutical products obtained from green tea. The use of Orbitrap allows full scan accurate mass data acquisition under electrospray ionization mode up to a resolution of 100000 full width at half maximum (FWHM). Moreover, all ion fragmentation (AIF) mode allows the acquisition of characteristic fragments, which can be used for the identification of phytochemicals. This equipment also allows retrospective analysis to look for additional compounds.

The extraction conditions were optimized and the final extraction method consisted on a solid-liquid extraction procedure using a mixture of methanol:water (80:20, v/v, pH 4 with HCl 0.1 M), followed by dilution (1/2000) of the extracts with a mobile phase mixture (ammonium acetate:methanol, 50:50, v/v).

The developed method was validated, obtaining intra-day and inter-day precision values (expressed as relative standard deviation) less than 17 and 20 % respectively. The detection limits (LODs) were in the range from 1 to 50 $\mu\text{g kg}^{-1}$, and limits of quantification (LOQs) ranged from 2 to 150 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Finally, this method was evaluated by analyzing a total of 10 samples of tea-based nutraceuticals (tablets or capsules), showing higher concentrations for epicatechin, catechin, gallic acid, galocatechin and quercetin-3-O-rutinoside, ranging from 261 to 10729 mg kg^{-1} .

Acknowledgments. The authors gratefully acknowledge the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO) and FEDER (project ref. CTQ2012-34304). RRG is also grateful for personal funding through the Ramón y Cajal Program (MINECO-European Social Fund). P.P.B. gratefully acknowledges for personal funding through the Agrifood Campus of International Excellence, ceiA3 (Spanish Ministry of Education, Culture and Sport).

¹ S.H. Zeisel, *Science*, **1999**, 285, 1853-1855.

² <http://www.fda.gov/Food/DietarySupplements/default.htm>

FLUORESCENT WATER SOLUBLE RUTHENIUM ORGANOMETALLIC COMPLEXES CONTAINING PTA-KP,N LIGAND

F. Scalambra,^a M. Serrano Ruiz,^a A. Romerosa^a

^a *Department of Chemistry and Phisic, University of Almeria, Carretera Sacramento s/n, 04120- LaCañada de San Urbano, Almeria, Spain fs649@alboran.ual.es*

Ruthenium complexes are widely known for their catalytical, optical and biochemical properties. One of the main interests of our team, the design and synthesis of water soluble organometallic Ruthenium species, led us to the synthesis of the first examples of P,N coordinating 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane (PTA) complexes: the polymers $[\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}(\text{dmsO}-k\text{S})\}\{\text{AgCl}_2\}]_\infty^1$ and $[\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}-\mu\text{CN}-\text{Ru}(\text{PTA})_2\text{Cp}\}\{\mu\text{M}\}]_\infty$ ($\text{M}=\text{Au}(\text{CN})_4$, CoCl_3 , NiCl_3 , CdCl_3)². All this complexes present excellent water solubility and interesting properties, like the thermogel behavior of the $[\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}-\mu\text{CN}-\text{Ru}(\text{PTA})_2\text{Cp}\}\{\mu\text{Au}(\text{CN})_4\}]_\infty$ polymer.

With the aim to obtain a new family of this kind of compounds, we designed new possibly polymerizable base units where the Ruthenium centers of the $[\text{CpRu}(\text{PTA})_2]$ moieties are bridged through the CN ligands of the *cis*- $[(\text{bipy})_2\text{Ru}(\text{CN})_2]$ or the *cis*- $[(\text{bipy})_2\text{Fe}(\text{CN})_2]$ moieties. Both the trimetallic complexes $\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}-\mu(\text{bipy})_2\text{Ru}(\text{CN})_2-\text{Ru}(\text{PTA})_2\text{Cp}\}$ and $\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}-\mu(\text{bipy})_2\text{Fe}(\text{CN})_2-\text{Ru}(\text{PTA})_2\text{Cp}\}$ presents huge solubility in water, in which solvent are largely fluorescents. The possibility of coordinate other metal species through the PTA nitrogens, could led us to synthesize new antenna systems or to modulate the base unit emission by changing the N-coordinated metal.

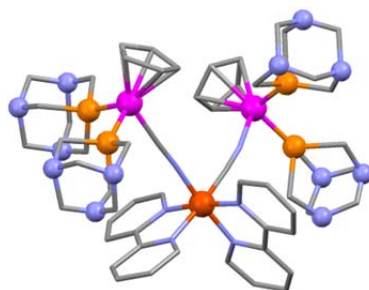


Figure 1. X-ray crystal structure of $\{\text{Cp}(\text{PTA})_2\text{Ru}-\mu(\text{bipy})_2\text{Fe}(\text{CN})_2-\text{Ru}(\text{PTA})_2\text{Cp}\}$

Acknowledgements. Financial support co-financed by the EU FEDER: the Spanish MINECO (CTQ2010-20952) and Junta de Andalucía through PAI (research teams FQM-317) and Excellence Projects P07-FQM-03092 and P09-FQM-5402. Thanks are also given to COST Action CM0802 (WG2, WG3, WG4). F. Scalambra thanks to the U. Almería for a predoctoral grant (Plan Propio UAL) and M. Serrano-Ruiz is grateful to Excellence project P09-FQM-5402 for a postdoctoral contract.

¹ C. Lidrissi, A. Romerosa, M. Saoud, M. Serrano-Ruiz, L. Gonsalvi, M. Peruzzini, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2005**, *44*, 2568.

² M. Serrano-Ruiz, A. Romerosa, B. Sierra-Martin, A. Fernandez-Barbero, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2008**, *47*, 8665.

A SOLID-PHASE EXTRACTION METHOD BY PACKED MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES AND LIQUID CHROMATOGRAPHY-QUADRUPOLE-LINEAR ION TRAP-MASS FOR THE DETERMINATION OF DRUGS IN RIVER AND WASTEWATERS

**S. Dahane^b, M.D. Gil-García^a, A. Uclés-Moreno^a, M. Martínez-Galera^a,
A. Derdour^b, M.M. Socías-Viciano^a**

^a*Department of Chemistry and Physics, Faculty Experimental Sciences, University of Almería, Carretera Sacramento S/N, 04120, Almería (Spain)*

^b*Department of Chemistry, University of Oran, (Algeria) e-mail: sorayadahane@ymail.com*

The present communication describes a solid-phase extraction (SPE) by packed multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs), followed by liquid chromatography–mass spectrometry (LC-MS/MS), method for the determination of some of the most consumed drugs including four β -blockers and eight non-steroidal anti-inflammatory drugs, in river and wastewater samples. The pharmaceuticals were analyzed by liquid chromatography coupled to a hybrid triple quadrupole-linear ion trap-mass spectrometer (LC-QqLIT-MS/MS) at ultra-trace levels. Data acquisition was carried out in selected reaction monitoring mode (SRM), using two transitions for simultaneous identification and quantification of the analytes. Additionally, an information dependent acquisition (IDA) scan was performed to carry out the identification of those analytes whose second transition was absent or was present at low intensity¹.

High extraction efficiency was found for most drugs due to the large specific surface area and high adsorption capacity of this nanomaterial compared with others conventional SPE sorbents². Only 20 mg of carbon nanotubes were enough to preconcentrate the analytes with recoveries from 68 to 107 % for most of them.

The analytical performance of the whole method was evaluated in two environmental water matrices (river and wastewaters). Matrix effect was not found in river water, quantitation being carried out with calibration graphs built with solvent based standard. On the contrary, matrix effect was present in wastewater for some of the target drugs and, therefore, quantitation was carried out using the standard addition method. Limits of detection and quantitation in river waters were in the range of 9-36 and 23-121 ng L⁻¹, respectively and the relative standard deviation of the full method was less than 17 %.

The proposed methodology was applied to the analysis of three river and two wastewater (influent and effluent) samples, all of them from Almería (Spain). Some pharmaceuticals (diclofenac, naproxen, ibuprofen and bisoprolol) were found in two river waters at concentration levels near to or lower than their quantitation limits (MQL). As for wastewaters, high concentration levels of acetaminophen (3491 ng L⁻¹), naproxen (2237 ng L⁻¹), ibuprofen (1363 ng L⁻¹), meclofenamic acid (1334 ng L⁻¹), diclofenac (851 ng L⁻¹), ketoprofen (307 ng L⁻¹), bisoprolol (182 ng L⁻¹) and nadolol (80 ng L⁻¹) were found in the influent wastewater, whereas metoprolol was detected at a level lower than its MQL and only flufenamic acid (772 ng L⁻¹), diclofenac (736 ng L⁻¹), bisoprolol (163 ng L⁻¹), ketoprofen (160 ng L⁻¹) and naproxen (98 ng L⁻¹) were found in the effluent wastewater at significant concentration levels, but lower than those found in the influent sample, acetaminophen, nadolol, and ibuprofen being not detected.

Acknowledgments. The authors are grateful to Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI, Acción Integrada A1/035959/11) for financial support. S. Dahane thanks to AECI for a research fellowship associated to the Acción Integrada A1/035959/11.

¹M.J. Martínez Bueno, A. Agüera, M.J. Gómez, M.D. Hernando, J.F. García Reyes, A. R. Fernández-Alba, *Anal. Chem.*, **2007**, 79, 9372

²L.M. Ravelo-Pérez, A.V. Herrera-Herrera, J. Hernández-Borges, M.A. Rodríguez-Delgado, *J. Chromatogr. A*, **2010**, 1217, 2618

β -CYCLODEXTRIN-BEARING GOLD GYLCONANOPARTICLES FOR THE DEVELOPMENT OF SITE SPECIFIC DRUG DELIVERY

A. Aykaç, M. C. Martos-Maldonado, J. M. Casas-Solvas, I. Quesada-Soriano, L. García-Fuentes, A. Vargas-Berenguel

Group of Carbohydrates and Proteins, Department of Chemistry and Physics, University of Almería, E-04120 Almería (Spain) email: aykaca@ual.es

Gold nanoparticles (AuNPs) have unique physical properties that make them potential candidate for medical and pharmaceutical applications. Especially, AuNPs have great potential to overcome delivery limitations due to their attractive characteristics such as size, robust stability and biocompatibility (Huang, 2012; Rosi, 2005; Yang, 2007). Multifunctionality on the AuNPs is established by combining different features for diagnosis, targeting or/and delivery therapeutics agents into one scaffold (Mieszawska, 2013). AuNPs bearing saccharides may be useful as carriers for transporting drugs to membrane containing specific sugar receptors. In addition, AuNPs provide a versatile scaffold for the construction of multivalent structures of bioactive molecules such as glycosides. This latter feature would allow the use of the so-called glycoside multivalent effect as a means to increase the protein-saccharide binding and therefore could improve the effectiveness of the drug delivery system.

In this communication, we describe the preparation of AuNPs containing multiple copies of lactose and β - cyclodextrin linked to the NP surface. Lactose is a carbohydrate that is specifically recognized by galectins, a family of lectins that are overexpressed on cancer cells (Lotan, 1988). In addition, cyclodextrins are able to form host-guest complexes with a large variety of hydrophobic molecules in aqueous solution given the unique nature imparted by their structure (Loftsson, 2007). In order to evaluate the potential of these cyclodextrin-coated glyconanoparticles as potential molecular carriers we studied their affinities for a biological targets and the inclusion complexation behavior with some representative guest molecules. In addition, we have studied the encapsulation ability of these novel AuNPs with anti-cancer drug methotrexate.

Acknowledgements

The authors acknowledge the financial support from the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (Grant CTQ2010-17848), the Andalusian Government (Grant FQM06903), the EU Regional Development Fund and the EU through a Marie Curie ITN program (CYCLON 237962).

¹ Huang, K. et al., 2012. Size-dependent localization and penetration of ultrasmall gold nanoparticles in cancer cells, multicellular spheroids, and tumors in vivo. *ACS Nano*, 6 (5), 4483-4493.

² Loftsson, T. and Duchêne, D., 2007. Cyclodextrins and their pharmaceutical applications. *International Journal of Pharmaceutics*, 329 (1-2), 1-11.

³ Lotan R. and Raz, A., 1988. Lectins in cancer cells. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 551, 385- 398.

⁴ Mieszawska, A.J. et al., 2013. Multifunctional gold nanoparticles for diagnosis and therapy of disease. *Molecular Pharmaceutics*, 10 (3), 831-847.

⁵ Rosi, N.L. and Mirkin, C.A., 2005. Nanostructures in biodiagnostics. *Chemical Reviews*, 105 (4), 1547-1562.

⁶ Yang, J. et al., 2007. Multifunctional magneto-polymeric nanohybrids for targeted detection and synergistic therapeutic effects on breast cancer. *Angewandte Chemie International Edition*, 46 (46), 8836-8839.

FERROCENYLATED LACTOSE NANOPARTICLES AND DENDRIMERS AS ELECTROCHEMICAL BIOSENSORS FOR GALECTIN-3

**M. C. Martos-Maldonado, I. Quesada-Soriano, F. García-Maroto,
L. García-Fuentes and A. Vargas-Berenguel**

*Department of Chemistry and Physics, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); mmm588@alboran.ual.es*

Galectins are a family of animal lectins that recognize β -galactoside residues. There are 15 known members of such family, which are numbered according to the chronological order of their discovery. Galectin-3 (Gal-3) is ubiquitously expressed in human adults. Gal-3 is a lectin of special interest since it is known to participate in a number of diseases, from overexpression in cancer, to hematological malignancies. Furthermore, Gal-3 high blood levels have been correlated with heart failure likelihood and the protein is a novel biomarker of fibrosis and cardiac remodeling.¹ Considering this, the development of analytical techniques for Gal-3 detection is of great interest in biomedicine since certain Gal-3 levels could be considered as bioindicators of several illnesses. On the other hand, there are advantages attributed to electrochemical biosensors such as low cost and high sensitivity with relatively simple instrumentation. Also they are more susceptible to miniaturization and well suited for operating in turbid media.² When designing lectin biosensors, the low affinity that characterizes many carbohydrate-protein interactions presents a barrier to high-sensitivity. A usual approach to overcome such limitation is the use of synthetic multivalent carbohydrates, thus mimicking the way that nature achieves strong binding between glycans and lectins.³

Taking the above into account, we have prepared a series of multivalent ferrocenylated lactose conjugates with a PAMAM-dendrimer or gold nanoparticle core. We have studied the abilities of such compounds to recognize and electrochemically detect Gal-3.

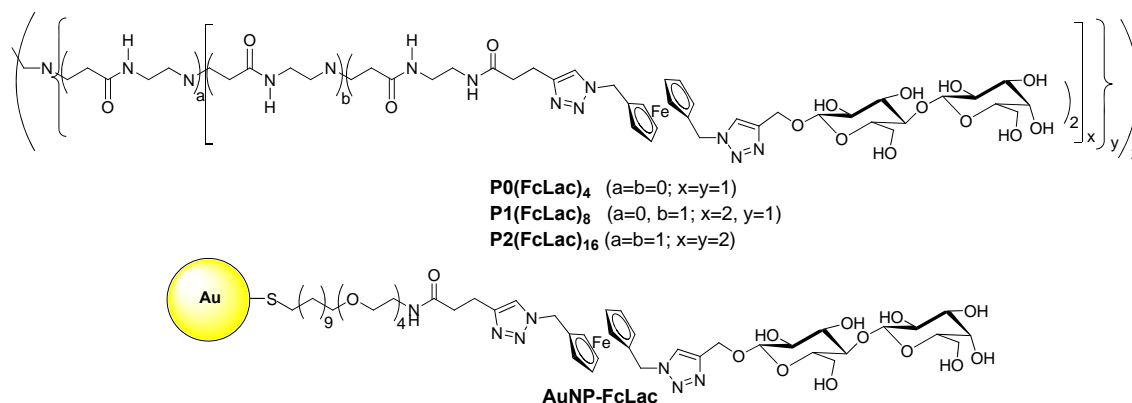


Figure 1. Chemical structure of ferrocenylated lactose nanoparticles and dendrimers.

Acknowledgements. The authors acknowledge the Andalusian Government (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, grant FQM6903) and the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness-ERD Fund (grant CTQ2010-17848) for financial support.

¹ R. Téllez-Sanz, L. García-Fuentes, A. Vargas-Berenguel, *Curr. Med. Chem.* **2013**, *20*, 2979-2990.

² B. Pejčić, R. De Marco, G. Parkinson, *Analyst* **2006**, *131*, 1079-1090.

³ M. Lahman, *Top. Curr. Chem.* **2009**, *288*, 17-65.

Ti(III)-CATALYZED SYNTHESIS OF EXOCYCLIC ALLENES

F.J. Ruiz-Baños, C. Hernández-Cervantes, N.P. Padial,† J. Muñoz-Bascón,†
I. Rodríguez-García, M. Muñoz-Dorado, M. Álvarez-Corral, J.E. Oltra†

*Departamento de Química y Física, ceiA3, Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); irodrigu@ual.es*

Allenes were considered highly unstable compounds or simple chemical curiosities during many years. Nowadays, however, more than 150 natural products containing the allene motif are known and many of them have the allene function in exocyclic disposition.¹ Furthermore, allenes have proved themselves to be useful building blocks in organic synthesis, especially in addition, cyclization, cycloaddition and cycloisomerization reactions.² This prompted us to develop a sustainable new method to prepare this kind of compounds.

We present a general procedure for the straightforward synthesis of exocyclic allenes catalyzed by Ti (III), a safe, abundant and eco-friendly metal. This method is based on the Barbier-type cyclization of propargyl halides. The reaction proceeds under mild conditions, is compatible with different functional groups and provides good yields of five-, six- and seven-membered carbocycles and nitrogen-containing heterocycles bearing an exocyclic allene group. Therefore, this method affords a new retrosynthetic disconnection in the α position of an exocyclic allene. Table 1 shows some of the exocyclic allenes prepared using this method.

Table 1. Selected examples of [TiClCp₂]-catalyzed Barbier-type cyclization of propargyl halides.

Substrate	Product	Substrate	Product
<p>R = H, Me</p>	<p>R = H, Me</p>		

Reaction conditions: [TiCl₂Cp₂], Mn dust, 2,4,6-collidine and Me₃SiCl in THF

The cyclization mechanism has been studied using deuterium labeler. We postulated that it would take place in three steps, (i) free-radical generation, (ii) radical coupling with a second [TiClCp₂] species to form a propargyl-Ti(IV) organometallic complex and (iii) nucleophilic addition to the carbonyl to complete the cyclization process, followed by catalyst regeneration.

Acknowledgements. We thank the “Ministerio de Economía y Competitividad” (Project CTQ2011-24443) for financial support. C. H-C. acknowledges MECD for a scholarship.

¹ For an excellent review, see: A. Hoffmann-Röder, N. Krause, *Angew. Chem.* **2004**, *116*, 1216-1236; A. Hoffmann-Röder, N. Krause, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2004**, *43*, 1196-1216.

² For a recent review, see: S. Yu. S. Ma, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 3074-3112; For a recent gold-catalyzed allene cyclization see: N. Cox, M. R. Uehling, K. T. Haelsing, G. Lalic, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, *52*, 4878-4882.

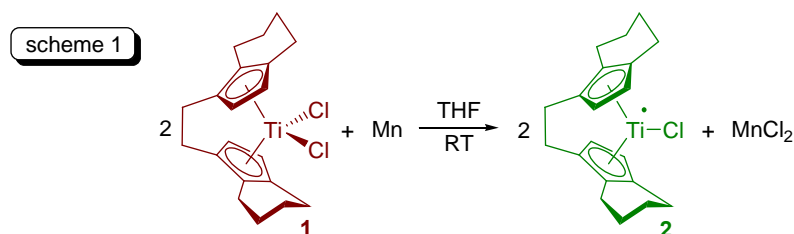
† Departamento de Química Orgánica. Universidad de Granada

ENANTIOSELECTIVE CYCLIZATIONS WITH BRITZINGER COMPLEX

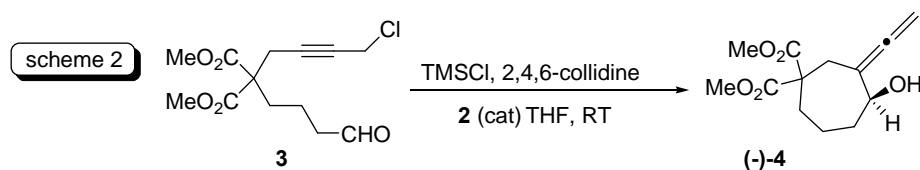
**M. García-Martínez, C. Hernández-Cervantes, N.P. Padial,† J. Muñoz-Bascón,†
I. Rodríguez-García, M. Muñoz-Dorado, M. Álvarez-Corral, J.E. Oltra†**

*Departamento de Química y Física, ceiA3, Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); irodrigu@ual.es*

Asymmetric catalysis plays a crucial role in contemporary organic synthesis.¹ Continuing with our efforts to develop a new methodology for the development of a new method of preparation of exocyclic allenes, we decided to assay an enantiomerically pure titanium catalyst to check the possibility of achieving an unprecedented Ti(III)-catalyzed procedure for the enantioselective synthesis of exocyclic allenes. To this end we chose commercially available Brinzinger's complex (+)-dichloro(*R,R*)-ethylenebis(4,5,6,7-tetrahydro-1-indenyl)titanium (IV) (**1**) as pre-catalyst.² *In situ* generation of the corresponding Ti(III) enantiopure catalyst (**2**) was carried by simple stirring of **1** with Mn dust (scheme 1).



To our satisfaction, cyclization of ketone **3**, catalyzed by titanocene(III) complex **2**, gave optically active cycloalkanol (-)-**4** (scheme 2). Chiral HPLC analysis indicated a moderate 43% enantiomeric excess (ee). This is the first metal-catalyzed enantioselective synthesis of an exocyclic allene reported to date. The reaction is a 7-*exo* cyclization process. Other aldehydes and ketones carrying a propargyl chloride in their structure behaved in the same way, giving good reaction yields of carbocycles with five, six and seven members (5-*exo*, 6-*exo* and 7-*exo* cyclizations). Despite the moderate ee values obtained, these results confirm that the titanocene catalyst participates in the key C-C bond forming step and, consequently, paves the way for the development of more efficient catalysts.



Acknowledgements. We thank the “Ministerio de Economía y Competitividad” (Project CTQ2011-24443) for financial support. C. H-C. acknowledges MECD for a FPU scholarship and M G-M for an undergraduate scholarship.

¹For recent reviews on enantioselective radical processes, see: a) M. P. Sibi, S. Manyem, J. Zimmerman, *Chem. Rev.* **2003**, *103*, 3263-3295; b) H. Miyabe, Y. Takemoto, *Chem. Eur. J.* **2007**, *13*, 7280-7286.

²R. E. Estévez, J. Justicia, B. Bazdi, N. Fuentes, M. Paradas, D. Choquesillo-Lazarte, J. M. García-Ruiz, R. Robles, A. Gansäuer, J. M. Cuerva, J. E. Oltra, *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 2774-2791.

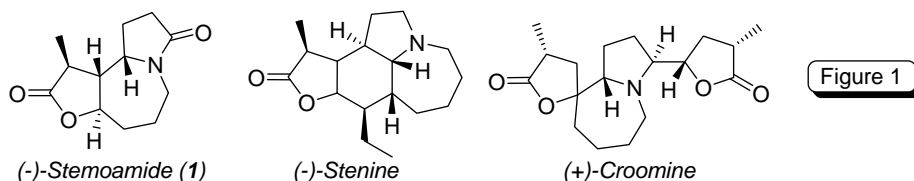
† Departamento de Química Orgánica. Universidad de Granada

A CONCISE FORMAL SYNTHESIS OF (±)-STEMOAMIDE

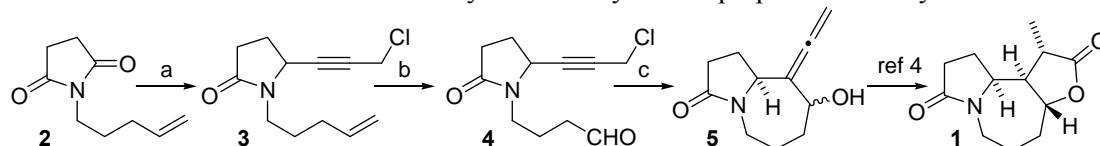
**A.B. Ruiz-Muelle, C. Hernández-Cervantes, N.P. Padial,† J. Muñoz-Bascón,†
I. Rodríguez-García, M. Muñoz-Dorado, M. Álvarez-Corral, J.E. Oltra†**

*Departamento de Química y Física, ceiA3, Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); irodrigu@ual.es*

The *Stemona* class of natural products, comprising 42 isolated structures, represents a family of polycyclic alkaloids structurally characterized by the presence of a pyrrolo[1,2-*a*]azepine core, and several members also contain an α -methyl- γ -butyrolactone subunit (Figure 1).¹ This class of natural products has received considerable attention in recent years due to their interesting biological properties as well as their structural diversity, which makes them suitable targets for total synthesis. Traditionally, the root extracts of *Stemona tuberosa* have been used in Chinese and Japanese folk medicine for respiratory disorders and also as an antihelminthic.² Of the plethora of alkaloids present in *Stemona tuberosa*, (-)-stemoamide (**1**), isolated in 1992 by Xu and co-workers,³ is structurally the simplest member of the *Stemona* class containing a tricyclic core and four contiguous stereogenic centers.



A recently published bio-inspired synthesis of (±)-stemoamide is based on the lactonization of the key intermediate **5**.⁴ We have prepared this intermediate using a methodology developed in our research group based on the Ti(III) catalyzed cyclization of propargyl halides which affords exocyclic allenes. The required starting product was obtained by alkylation of the sodium salt of commercial succinimide with 5-bromo-1-pentene, which afforded **2** in a near quantitative yield.⁵ Selective monopropargylation was achieved in a quite straightforward way. Thus, treatment of propargyl chloride with *n*-BuLi and addition to **2** gave a hydroxy derivative which was immediately reduced with NaBH₃CN to give the desymmetrized succinimide derivative **3**. After chemo-selective oxidative cleavage of the terminal olefin of **3**, the aldehyde **4** was obtained. Finally, [TiCl₂Cp₂]-catalyzed cyclization of **4** gave exocyclic allene **5** as a 2.7/1 mixture of diastereomers. This mixture can be directly used to give a single isomer of stemoamide as has been previously reported.⁴ By using this procedure, the formal synthesis of stemoamide is achieved in a considerably shorter way for the preparation of key intermediate **5**.



a) i: propargyl chloride, *n*-BuLi, THF, 50° C; ii: NaBH₃CN, MeOH, AcOEt, 78° C, 50%; b) OsO₄ cat., KIO₄, THF/H₂O, 0° C to 5° C, 59%; c) TiCl₂Cp₂, Mn, 2,4,6-collidine, TMSCl, THF, reflux, 76%.

Acknowledgements. We thank the “Ministerio de Economía y Competitividad” (Project CTQ2011-24443) for financial support. C. H-C. acknowledges MECD for a scholarship.

¹ S. Torssell, E. Wanngren and P. Somfai, *J. Org. Chem.* **2007**, *72*, 4246-4249 and references cited therein

² R. A. Pilli and M.C. Ferreira de Oliveira, *Nat. Prod. Rep.* **2000**, *17*, 117-127.

³ W.-H. Lin, Y. Ye, R.-S. Xu, *J. Nat. Prod.* **1992**, *55*, 571-576.

⁴ Y. Wang, L. Zhu, Y. Zhang, R. Hong, *Angew Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 2787-2790.

⁵ S.P. Marsden, A. D. McElhinney, *Beilstein J. Org. Chem.* **2008**, *4*, No. 8

† Departamento de Química Orgánica. Universidad de Granada

STRUCTURE OF DILITHIATED 1,1'-METHYLENE-BIS-IMIDAZOLETHIONES. POLYMER OR DISCRETE SPECIES IN SOLUTION?

M. Bauer,¹ D. Premužić,¹ G. Thiele,¹ A. Raya-Barón,² R. Tonner,¹ B. Neumüller,¹
I. Fernández² and I. Kuzu¹

1. Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Chemie, D-35043, Germany.

2. Department of Chemistry and Physics, University of Almería, 04120, Spain. ifernan@ual.es

Methylene bridge imidazole-2-thiones are interesting building blocks for the synthesis of multidentate ligands towards metal complexation. These metal-based complexes have shown catalytic activity in for instance polymerization of norbornene. Very recently, we have been interested in their reactivity towards organometallic reagents and main group element compounds in order to disclose not only structure and bonding modes but also to understand how these species react against different nature electrophiles.

We report herein the characterization of dilithiated methylene-bis-(imidazolyl-2-thione) ($\mathbf{1} \cdot \mathbf{Li}_2$) in solution and in the solid state. The powerful combination of standard NMR methods together with PGSE NMR, homo and heteronuclear nOe experiments helped us to unravel its structure. ^1H , ^7Li , and ^{13}C NMR spectra as a function of temperature and concentration were also acquired in order to obtain critical coupling constants, determining the aggregation state and the strength of ion pairing of species $\mathbf{2}$ in solution. These studies showed that in THF solution the dianion exists as a monomeric contact ion pair (CIP) with a $J(^{13}\text{C}, ^7\text{Li})$ of 35.9 Hz.

On the contrary, X-ray diffraction analysis revealed a very different structure not comparable to the one found in solution.

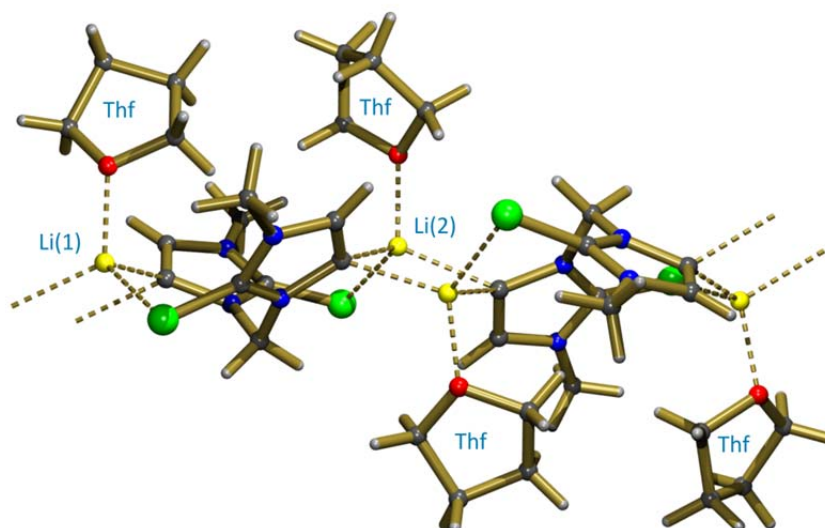


Figure 1. X-ray structure of dianion $\mathbf{1} \cdot \mathbf{Li}_2$, best described as polymer $[\{\mathbf{1Li}_2(\text{THF})_2\}_2]_n$.

HOW TO CALCULATE THE HAUSDORFF DIMENSION USING FRACTAL STRUCTURES

M. Fernández-Martínez and M.A. Sánchez-Granero

*Department of Mathematics, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); fmm124@gmail.com*

The importance of fractal patterns in science is supported by a great number of applications to diverse research areas where fractals have been identified in recent years. In this way, one of the main tools that have been used to study fractals is the fractal dimension, usually understood as the classical *box-counting* or Hausdorff dimension, since it is the basic invariant of a set that provides useful information about its complexity. Thus, note that fractal dimension theory has been widely used in physical applications such as the study of dynamical systems, strange attractors, cosmology, geophysics, and quantum theory, to name just a few.

The box-counting dimension is more useful for practical applications whereas the Hausdorff dimension presents “better” analytical properties, since its definition is based on a measure. Nevertheless, the Hausdorff dimension can be difficult or even impossible to estimate in empirical applications. Accordingly, though these models to determine the fractal dimension of a set may be defined for any metrizable space, most of the empirical applications of fractal dimension are considered in the context of Euclidean spaces with box-counting dimension. However, the Hausdorff dimension is still used to classify spaces.

The introduction of fractal structures is very suitable to study fractals from the point of view of asymmetric topology.¹ In particular, fractal structures have appeared in some contexts where their use is natural, such as transitive quasi-uniformities, metrization, space-filling curves, topological and fractal dimensions, and self-similar sets.² It turns out that the concept of fractal structure is especially suitable to provide a definition of fractal dimension. In this way, as has been shown in some recent papers, it is possible to define new concepts of fractal dimension to calculate this quantity for any space with respect to a fractal structure. These new definitions of fractal dimension for a fractal structure have been successfully applied to new contexts such as computation and financial markets.^{3,4}

In a previous work, the authors introduced a new theoretical model to calculate the fractal dimension of any subset with respect to a fractal structure.⁵ This new definition presents the advantage that uses finite coverings. Furthermore, they also proved a theorem that affirms that the fractal dimension of any bounded Euclidean subset equipped with its natural fractal structure is equal to the Hausdorff dimension of its closure. The main purpose of this work is to show a new algorithmic approach to calculate the Hausdorff dimension of any compact Euclidean subset taking advantage of the previous definitions and results.

¹ F.G. Arenas, M.A. Sánchez-Granero, *Rend. Istit. Mat. Univ. Trieste* **1999**, *XXX*, 21-30.

² M.A. Sánchez-Granero, *Fractal structures*, in: “*Asymmetric Topology and its Applications*”, in: *Quaderni di Matematica*, Vol. 26, Aracne, Roma (Italia), **2012**; pp. 211-245.

³ M. Fernández-Martínez, M.A. Sánchez-Granero, J.E. Trinidad Segovia, *Appl. Math. Comput.* **2012**, *219*, 1193-1199.

⁴ M.A. Sánchez-Granero, M. Fernández-Martínez, J.E. Trinidad Segovia, *Eur. Phys. J. B* **2012**, *85-86*, <http://dx.doi.org/10.1140/epjb/e2012-20803-2>.

⁵ M. Fernández-Martínez, M.A. Sánchez-Granero, *J. Math. Anal. Appl.* **2014**, *409*, 321-330.

ESTUDIO DE PROPIEDADES ASINTÓTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CEROS DE POLINOMIOS ORTOGONALES TIPO LAGUERRE-SOBOLEV VARIANTES

J. F. Mañas-Mañas, F. Marcellán, J. J. Moreno-Balcázar

Departamento de Matemáticas, Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (España); jfmm_sorbas_89@hotmail.com

Sea μ una medida positiva en un intervalo (a, b) . Se define el producto escalar de dos funciones p y q pertenecientes a $L^2_\mu[a, b]$ como la integral de Stieltjes-Lebesgue

$$(p, q) = \int_a^b p(x)q(x)d\mu.$$

En este contexto, se dice que dos polinomios son ortogonales con respecto al producto escalar anterior cuando $(p, q) = 0$. Cuando μ es absolutamente continua, podemos escribir $d\mu = \rho(x)dx$. Una propiedad fundamental que cumplen es que el operador de multiplicación a la izquierda es autoadjunto, es decir,

$$(xp, q) = (p, xq), \quad (1)$$

para cualesquiera polinomios p y q del espacio prehilbertiano donde estamos trabajando.

Cuando esta propiedad (1) no se cumple estamos ante un **producto escalar no estándar**. Si este producto escalar no estándar involucra derivadas tenemos un **producto escalar de Sobolev**. En este sentido, hemos considerado el producto de Sobolev variante

$$(f, g)_n = \int_0^\infty f(x)g(x)\rho(x)dx + M_n f^{(j)}(0)g^{(j)}(0), \quad j \geq 0 \quad (2)$$

donde el peso que hemos considerado es un peso de Laguerre dado por $\rho(x) = \frac{x^\alpha e^{-x}}{\Gamma(\alpha+1)}$, con $\alpha > -1$ y la sucesión de masas verificando que $\lim_{n \rightarrow \infty} M_n n^\beta = M > 0$ con $\beta \in \mathbb{R}$.

Los polinomios ortogonales con respecto a (2) son conocidos como **polinomios ortogonales tipo Laguerre-Sobolev variantes**. Estos polinomios se pueden relacionar con los polinomios clásicos de Laguerre. Como se puede observar el producto escalar (2) se ha generado desde el producto clásico de Laguerre introduciendo una perturbación en el origen. Nos planteamos saber: ¿cómo influye esta perturbación en el comportamiento asintótico de los polinomios? ¿Y en el comportamiento asintótico de los ceros?

La asintótica tipo Mehler-Heine resuelve estas preguntas y nos describe con exactitud el comportamiento asintótico alrededor del origen, que es donde hemos introducido la perturbación, en términos de funciones de Bessel. Nuestro objetivo es obtener este tipo de asintótica para los polinomios tipo Laguerre-Sobolev variantes y mostrar como el tamaño de $\{M_n\}_n$ influye de una manera determinante. Además, estudiamos el comportamiento de los ceros reescalados. Para ello hemos usado resultados de³ y generalizado los resultados de¹ que se habían obtenido en el caso no variante. Los resultados alcanzados han sido publicados en².

Agradecimientos. El autor FM ha sido financiado por M.E.C.I. de España (MTM2012-36732-C03-01). El autor JJMB ha sido financiado por M.C.I. de España (MTM2011-28952-C02-01) y la Junta de Andalucía, G. I. FQM-229 y proyecto de excelencia P11-FQM-7276.

¹ H. Dueñas, F. Marcellán, in “*The Laguerre-Sobolev-Type Orthogonal Polynomials*”, J. Approx. Theory., Vol. 162, 2010; pp. 421–440.

² J. F. Mañas-Mañas, F. Marcellán, J. J. Moreno-Balcázar, in “*Varying discrete Laguerre-Sobolev orthogonal polynomials: asymptotic behavior and zeros*”, Appl. Math. Comput., Vol. 222, 2013; pp. 612–618.

³ F. Marcellán, F. R. Rafaeli, in “*Monotonicity and asymptotics of zeros of Laguerre-Sobolev-type orthogonal polynomials of higher order derivatives*”, Proc. Amer. Math. Soc., Vol. 139, 2011; pp. 3929–3936

EVALUACIÓN EFICIENTE DE LA CALIDAD VISUAL MEDIANTE EL USO DE FUNCIONES DE BASE RADIAL

D. Ramos-López y A. Martínez-Finkelshtein

*Departamento de Matemáticas, E.P.S. y Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (España); dariorl@gmail.com*

El objetivo de este trabajo es presentar un nuevo método¹ para calcular eficientemente métricas de calidad visual, las cuales permiten estudiar de forma objetiva la calidad real de la visión de un dispositivo, ya sea el ojo de una persona o un sistema artificial. Dichas métricas se obtienen a partir de la descripción matemática de un sistema óptico, concretamente muchas de ellas se calculan a partir de la función de dispersión de punto (*point spread function*, PSF).

La manera tradicional de obtener la PSF de un sistema óptico es calcular mediante cuadraturas la integral de difracción, o bien equivalentemente realizar de forma numérica la transformada de Fourier bidimensional de una cierta función llamada la pupila compleja, que se calcula a partir del frente de onda. Éste es un procedimiento computacionalmente costoso, sobre todo si estamos interesados en conocer la variación de la PSF cuando actuamos sobre el frente de onda y lo modificamos (por ejemplo, mediante lentes). Por este y otros motivos resulta de gran importancia la obtención de fórmulas explícitas para la PSF una vez conocida la expresión matemática del frente de onda.

Un enfoque relativamente moderno² consiste en ajustar el frente de onda por polinomios de Zernike y a partir de ellos encontrar la expresión analítica para la PSF. Esto presenta diversos problemas, como la complejidad de las fórmulas obtenidas, su mala condición numérica debida a errores de cancelación, o la lentitud de la convergencia de algunas series que aparecen en dichas fórmulas, además de falta de precisión en algunos casos.

En el nuevo esquema propuesto¹, la idea es ajustar la función pupila compleja mediante funciones de base radial (*radial basis functions*, RBF). Cuando se calcula la integral de difracción analíticamente usando RBF se obtienen fórmulas sencillas, de convergencia extremadamente rápida y con buenas propiedades numéricas, que permiten la evaluación eficiente de la PSF y con ella de la gran mayoría de métricas de calidad visual.

Como consecuencia, con el nuevo esquema se pueden evaluar las métricas estándar de calidad visual de forma eficiente, fiable y precisa.

Agradecimientos. Parte de la investigación fue realizada durante una estancia de investigación de mayo a julio de 2013, en el 'Institute of Biomedical Engineering and Instrumentation', de la 'Politechnika Wroclawska', Wrocław (Polonia), financiada con una ayuda para estancias breves del programa FPU del Ministerio de Educación.

¹ D. Ramos-López, A. Martínez-Finkelshtein, D.R. Iskander. *Computational aspects of the through-focus characteristics of a human eye*. Preprint. 2013.

² A.J.E.M. Janssen. *Extended Nijboer-Zernike approach for the computation of optical point-spread functions*. J. Opt. Soc. Am. A **2002**, 19, pp 849-857.

LINEARIZATION OF LIPSCHITZ FUNCTIONS

A. Jiménez-Vargas and M. Villegas-Vallecillos

*Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería,
04120Almería (España); ajimenez@ual.es*

*Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias,
Universidad de Cádiz,
11510Cádiz (España); moises.villegas@uca.es*

By applying the famous Dixmier-Ng theorem, we analyze the preduality problem of the space $\text{Lipo}(X)$ of all scalar-valued Lipschitz functions that preserve the base point on a pointed metric space X and describe the closed unit ball of the Lipschitz-free Banachspace of X . We study the concept of W -linearization for $\text{Lipo}(X)$ which is a construction stronger than a predual space. A theory of weakly compact and compact Lipschitz maps which closely parallels the theory for bounded linear operators is developed. In terms of the transpose map of a Lipschitz map, we state Lipschitz versions of theorems of type Schauder on the weak compactness and compactness of bounded linear operators. We also tackle the biduality problem as to when the space $\text{Lipo}(X)$ is isometrically isomorphic to the bidual of the space $\text{lipo}(X)$ of all base-point preserving scalar-valued little Lipschitz functions on X .

Acknowledgements. This research was partially supported by MICINN under project MTM 2010-17687. Another co-author of this work¹ is Professor J. M. Sepulcre of the University of Alicante (Spain).

¹ A. Jiménez-Vargas, J.M. Sepulcre and Moisés Villegas-Vallecillos, Linearization of Lipschitz functions, preprint, 2013.

INFLUENCE OF MEDIUM RECYCLING ON THE CELL GROWTH AND BACULOVIRUS PRODUCTION OF THE Se301 INSECT CELL LINE

A. Beas-Catena, A. Contreras-Gómez and E. Molina-Grima

*Department of Engineering, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
04120 Almería (Spain); abc837@ual.es*

The use of chemical pesticides has been banned in the EU¹ and, therefore, new biological agents are needed for pest control. In the case of greenhouse pests, highly-specific, safe to non-target organisms baculoviruses are being used as pest control agents². The medium and other supplements that might be needed represent one of the main costs of the *in vitro* production of baculoviruses at large scale. To reduce costs the recycling of partially spent medium has been proposed. Although the medium might be largely exhausted, most of the essential nutrients are still far from being depleted³. Moreover, the use of partially spent medium is advisable due to the carry-over of growth enhancing factors and other compounds that improve cell growth^{4,5}.

In this work, the growth and baculovirus production of the Se301 cell line have been shown not to be largely affected up to a 50% of partially spent medium. In fact, a 10% increase in maximum cell density (X_{vm}) was obtained when using a maximum of a 20% of partially spent medium compared to a 100% fresh medium. From 30 to 50% of spent medium X_{vm} values were slightly lower than with 100% fresh medium. Regarding apparent growth rates (μ) and occlusion bodies (OB) yields, higher values were obtained when using a maximum of a 50% of partially spent medium when compared to a 100% fresh medium. The highest increase (24%) after adding 20% of spent medium was obtained in μ , whereas the highest increase in OB yields (90%) was observed at a 20% addition of partially spent medium.

Acknowledgements. This work has been supported by the Junta de Andalucía and Instituto Andaluz de Biotecnología (BIOANDALUS 0.8/2/L1.2) and Biocolor, S.L.

¹ Reglamento (CE) No 850/2004 del Parlamento europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes

² B. Szewczyk, L. Hoyos-Carvajal, M. Paluszek, I. Skrzecz, M. Lobo de Souza, 2006. *Biotechnol. Adv.* **2006**, *24*, 143-160.

³ J. Wu, Q. Ruan, H.Y.P. Lam, *J. Biotechnol.* **1998**, *66*, 109-116.

⁴ M. Doverskog, L. Häggström, J. Ljunggren, L. Öhman, *J. Biotechnol.* **1997**, *59*, 109-115.

⁵ L. Ikonou, G. Bastin, Y.J. Schneider, S.N. Agathos, *Cytotechnol.* **2004**, *44*, 67-76.

A QUANTITATIVE STUDY OF EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA) PRODUCTION BY *Nannochloropsis gaditana* FOR AQUACULTURE AS A FUNCTION OF DILUTION RATE, TEMPERATURE AND AVERAGE IRRADIANCE

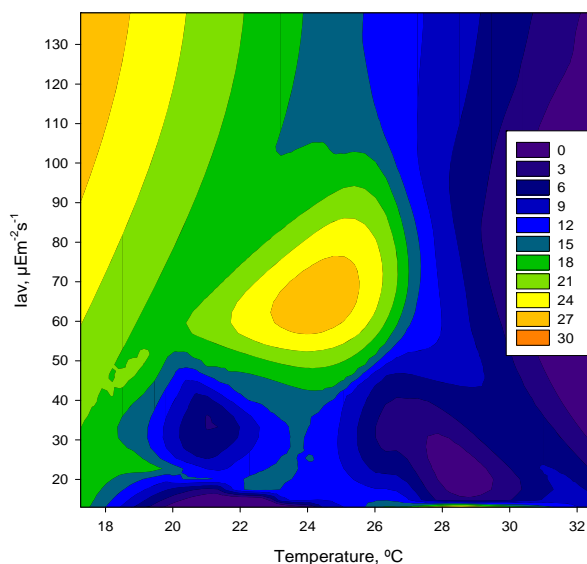
J. Camacho-Rodríguez¹, A. M. González², J. M. Fernández-Sevilla¹, F. G. Acien-Fernández¹, E. Molina-Grima¹

¹Department of Engineering, Chemical Engineering Area, University of Almeria, E04120 Almería (Spain); jcamachorodriguez@ual.es

²Department of Greenhouse Technology, Estación Experimental Fundación Cajamar, Almería 04710, Spain

Different pilot-scale outdoor photobioreactors using medium recycling were operated in a greenhouse under different environmental conditions and the growth rates (0.1 to 0.5 d⁻¹) obtained evaluated in order to compare them with traditional systems used in aquaculture. The annualized volumetric growth rate for *Nannochloropsis gaditana* was 0.26 g L⁻¹ d⁻¹ (peak 0.4 g·L⁻¹·d⁻¹) at 0.4 d⁻¹ in a 5 cm wide flat-panel bioreactor (FP-PBR). The biomass productivity achieved in this reactor was 10-fold higher than in traditional reactors, reaching values of 28% and 45% dry weight (d.w.) of lipids and proteins, respectively, with a 4.3% (d.w.) content of eicosapentaenoic acid (EPA). A model for predicting eicosapentaenoic acid (EPA) productivity from *N. gaditana* cultures that takes into account the existence of photolimitation and photoinhibition of growth under outdoor conditions is presented. The effect of temperature and average irradiance on EPA content is also studied. The maximum EPA productivity attained is 30 mg·L⁻¹·d⁻¹.

Figure 1. Surface response of the variation in EPA productivity (mg·L⁻¹·d⁻¹) with average irradiance and temperature for continuous cultures of *N. gaditana* in the FP-PBR.



Acknowledgements. This research was supported by the General Secretariat of Universities, Research and Technology of the Andalusian Government (AGR-5334) and was co-financed by the European Regional Development Fund (ERDF). We would also like to thank CAJAMAR Foundation for its support.

DETERMINATION OF THE LIMITING FACTOR WHEN OXIDIZING MICROPOLLUTANTS WITH THE PHOTO-FENTON PROCESS

I. Carra^{1,2,*}, S. Malato^{2,2} and J. A. Sánchez-Pérez^{1,2}

¹Department of Engineering, University of Almería, E04120 Almería (Spain)

²CIESOL, Joint Centre of the University of Almería-CIEMAT, 04120 Almería (Spain)

³Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), E04200 Tabernas, Almería, (Spain)

*Email: irenecarra@ual.es

The presence of low concentrations of persistent pollutants in waters ($\mu\text{g/L}$ or ng/L), also called micropollutants, brings as a consequence the need to apply advanced oxidation treatments for their removal. The successful application of solar-driven photo-Fenton to treat highly polluted wastewaters (g/L and mg/L of pollutants) has prompted its application to lowly polluted effluents.¹ However, a decrease in contaminant concentration may involve an alteration in the intrinsic process phenomenon, which until now has only been widely studied at the milligram-per-litre level or higher with this process. The aim of this research was to study the combined influence of the operating variable (iron concentration) and the environmental variable (irradiance) and its application on the photo-Fenton process at pH 2.8 when removing micropollutants and then, check the results at natural pH. For this purpose, experimentation was carried out at laboratory and pilot plant scales with a biocide mixture of acetamiprid (ACTM), thiabendazole (TBZ) and imazalil (IMZ) ($100 \mu\text{g/L}$ each) as the model pollutant. Results indicated that above $15 \text{ W}_{\text{UV}}/\text{m}^2$ and a light path length of 5 cm (the most commonly used path for this type of application) iron concentration limited the process and there was irradiance excess under these conditions (Figure 1). This means that wider path lengths than 5 cm are recommended since more wastewater volume could be treated with a higher process rate per surface unit.

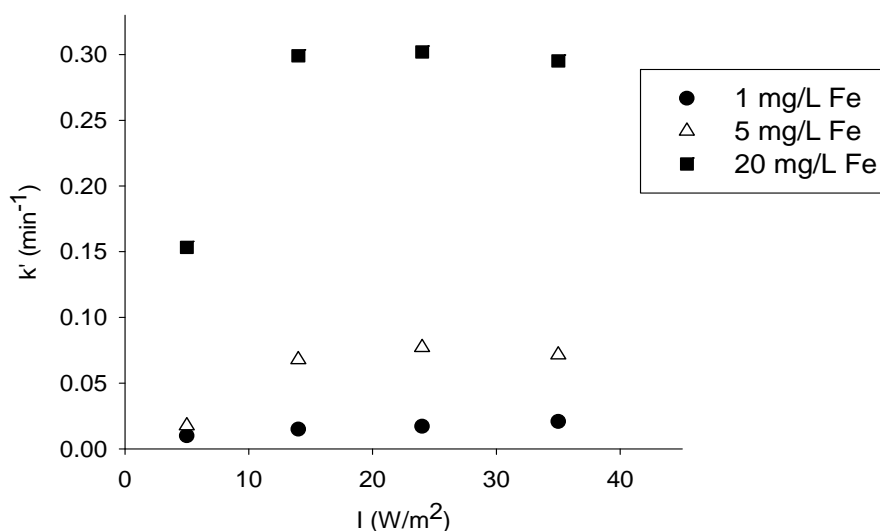


Figure 1. Influence of irradiance and iron on acetamiprid's pseudo-first order kinetic constant.

Acknowledgements. This research was supported by the Ministerio de Economía y Competitividad (FOTOREG, CTQ 2010-20740-C03-01/PPQ), the European Regional Development Fund (ERDF). Irene Carra would like to acknowledge the Ministerio de Educación, Cultura y Deporte for her FPU scholarship (AP2010-3218).

¹P.R. Gogate, A.B. Pandit, *Adv. Environ. Res.* **2004**, *8*, 553-597.

ENZYMATIC PRODUCTION OF MICROALGAL BIODIESEL FROM FREE FATTY ACIDS OF *Nannochloropsis gaditana*

B. Castillo, L. Esteban, E. Hita, E. Navarro, M.D. Macías-Sánchez, L. Martín, P. González

*Department of Engineering, Area of Chemical Engineering,
Universidad de Almería,
E04120Almería (Spain); clb450@ual.es*

The aim of this work is the biodiesel obtaining from microalgal biomass. Enzymatic esterification of free fatty acids (FFA) from *Nannochloropsis gaditana* microalga was the procedure used.

From a microalgal biomass with 30% of lipids totals content and 12.1% of saponifiables (% respect biomass dry weight), FFA was recovered by wet biomass saponification with an alcoholic solution of KOH.

Different assays were realized with several lipases, with the objective of select the most appropriate one. The esterification reaction catalyzed by Novozym 435 from *Candida antarctica* achieved yield about 95%, besides not showing deactivation when 6 cycles of reaction were tested, therefore it was the selected lipase.

With this lipase, influence on esterification degree of several parameters was studied such as enzyme amount and reaction time (both included in intensity of treatment, IOT), temperature, molar rate FFAs/methanol, use of molecular sieves of different pore size and agitation rate.

In the optimal conditions considered, in absence of solvent and room temperature, it was achieved esterification degrees around 93%. Moreover, these results were verified in a later scaled of 10 times, under same conditions, achieving yields close to 100% after only 2 hours of reaction.

Acknowledgements: This research was supported by grants from the Ministerio de Educación y Ciencia (Spain), Project CTQ2010-16931. This project was co-funded by the FEDER (European Fund for Regional Development).

MARINE MICROALGAE FOR BIODIESEL PRODUCTION: STRAIN SELECTION AND MODELING OF GROWTH AND FATTY ACIDS PRODUCTION RATES

A. De San Pedro, C.V. González-López, F.G. Ación and E. Molina

Chemical Engineering Area, Department of Engineering, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
E04120Almería (Spain); dta809@ual.es

Microalgae have been proposed as an alternative for feedstock for energy production. Features such as high photosynthetic efficiency and productivity, coupled with their high oil accumulation under specific culture conditions make microalgae a promising alternative to fossil fuels. However, the selection of robust and lipid-rich microalgae strains and the development of optimum culture conditions to improve growth rate and oil accumulation are aspects yet to be improved.

This study aims for the selection of a suitable marine strain of microalgae and the enhancement of lipid accumulation in cells for biodiesel production purposes. Thus, four marine species were selected due to its robustness, high growth rate and lipid content: *Nannochloropsis gaditana*, *Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica* and *Phaeodactylum tricorutum*. The strains were cultured indoors at different dilution rates and due to its higher productivity, *N. gaditana* was established as the most suitable seawater strain and selected for further research. In order to check the influence of nitrate depletion on lipid accumulation, experiments in continuous mode at different nitrate concentrations were accomplished. Results showed at a dilution rate of 0.4 day⁻¹ and medium containing 8 mM NO₃ provided the highest biomass productivity: 0.49 g L⁻¹ day⁻¹. Additionally, a hyperbolic growth model for the four strains was obtained. The equation of the model and the parameters are shown below.

$$\mu = \frac{\mu_{\max} \cdot I_{av}^n}{I_k^n + I_{av}^n} \quad \text{Eq. 1}$$

Table 1. Hyperbolic growth model for *Nannochloropsis gaditana*, *Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica* and *Phaeodactylum tricorutum*.

Parameter	<i>N. gaditana</i>	<i>T. chuii</i>	<i>P. tricorutum</i>	<i>T. suecica</i>
μ_{\max} , 1/day	0.82	0.93	0.99	0.95
n	2.30	2.25	1.85	2.30
I_k , $\mu\text{E}/\text{m}^2 \text{ s}$	26.18	36.29	61.53	41.96
r^2	0.9919	0.9956	0.9977	0.9986

Finally, a modified growth model including the effect of the specific nitrate input (SNI) and a model for the fatty acids production rate as a function of the dilution rate (D) were proposed for *N. gaditana*. The equation and parameters of the models are presented next.

$$\mu = \frac{\left(\frac{\mu_{\max} \cdot \text{SNI}}{Kn + \text{SNI}}\right) \cdot I_{av}^n}{\left(a + \frac{b}{\text{SNI}}\right)^n + I_{av}^n} = \frac{\left(\frac{0.82 \cdot \text{SNI}}{2.7 + \text{SNI}}\right) I_{av}^{2.3}}{\left(15 + \frac{4}{\text{SNI}}\right)^{2.3} + I_{av}^{2.3}} \quad \text{Eq. 2}$$

$$q_p = \frac{dP}{Cb \cdot dt} = Y_p / x \cdot D + \beta = 113.9 \cdot D \quad \text{Eq. 3}$$

Acknowledgements. This work was supported by “Programa Estatal para la captura de CO₂ y Producción de Biocombustibles con Microalgas” from PlanE with financing by ENDESA S.A., Ministerio de Educación y Ciencia and Plan Andaluz de Investigación (BIO 173)

RELEVANCE OF CO₂ SUPPLY IN THE WASTEWATER TREATMENT BY MICROALGAE-BACTERIA CONSORTIUM

C. Gómez², M. M. Morales², E. Posadas¹, E. Molina² and F. G. Acién²

Department of Chemical Engineering, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería, 04120 Almería (Spain).

Department of Chemical Engineering and Environmental Technology,
Universidad de Valladolid, Dr. Mergelina s/n Valladolid (Spain)
cinti4201@hotmail.com

The effect of CO₂ supply in the treatment of wastewater using microalgae-bacteria consortiums was evaluated in four photobioreactors of 800ml with and without CO₂ supply, using different culture mediums: Arnon medium, centrate from anaerobic digestion enriched with organic matter (0.1 and 0.2 g/l) and domestic wastewater. Reactors were inoculated with 25% activated sludge and 25% three microalgae species: *Muriellopsis sp.*, *Scenedesmus almeriensis* and *Chlorella sp.*. Illumination was provided by 8 fluorescent lamps for 12 hours. Cultures without CO₂ supply were no stable, and it was not possible achieve a steady state (Figure 1).

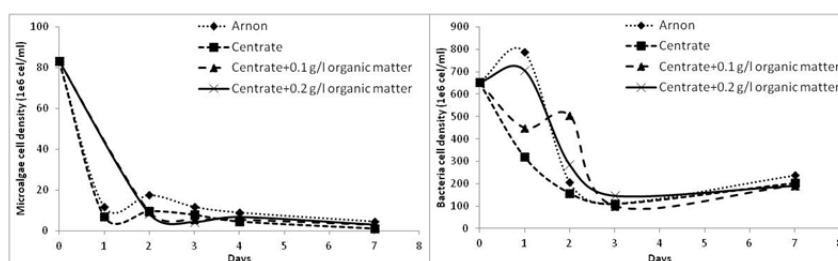


Figure 1. Changes in cell density of microalgae and bacteria in Arnon and centrate cultures in no CO₂ supply system.

Cultures with CO₂ supply achieved steady state. Depuration rates were no high in centrate cultures (Table 1), however, in domestic wastewater not only high removal rates of nitrogen, phosphorus and COD were reached, but also biomass productivity was higher than in Arnon medium (Table 2).

Table 1. Inorganic nitrogen, total phosphorus and COD input and output in Arnon, centrate and domestic wastewater cultures in CO₂ supply system

		Arnon	Centrate	Centrate+0,1g/l	Centrate+0,2g/l	DWW
N in., mg/l	Inlet	150,67	156,10	156,10	156,10	61,12
	Outlet	92,51	206,68	225,60	183,20	10,27
P t, mg/l	Inlet	145,07	24,14	28,69	33,24	37,61
	Outlet	98,51	16,11	31,16	23,07	13,21
COD, mg/l	Inlet	39,6	371,0	406,0	444,0	491,0
	Outlet	34,1	339,0	356,0	316,0	42,7

Table 2. Changes in productivity of microalgae and bacteria in Arnon, centrate and domestic wastewater cultures in CO₂ supply system.

	Arnon	Centrate	Centrate+0.1g/l	Centrate+0.2g/l	DWW
Microalgae	0,142	0,080	0,116	0,104	0,164
Bacteria	0,004	0,006	0,002	0,012	0,003

These results confirmed the correct development of microalgae and bacteria consortium under CO₂ supply. Centrate cultures obtained stable cultures but domestic wastewater cultures achieved better biomass productivities and nutrient removals.

Acknowledgements. Thanks to Estación Experimental Las Palmerillas of Fundación Cajamar for collaborating in this research. This research was supported by the ITACA project with financing from Aqualia S.A.

DYNAMICS OF IONIC LIQUIDS IN NANOSTRUCTURES FOR DYE SOLAR CELLS. SIMULATION AND EXPERIMENTS

E. González-Galindo^a, M. J. Ariza-Camacho^a and J. M. Romero-Enrique^b

^a*Department of Chemistry and Physics, Faculty of Experimental Sciences, University of Almeria, ES04120 Almeria (Spain)*

^b*Department of Atomic, Molecular and Nuclear Physics, Faculty of Physics, University of Seville, ES41004 Sevilla (Spain) vaentis@ual.es*

A dye solar cell (DSC) is a photo-electrochemical multilayer device that has attracted the interest of the environmental sciences, due to its high energy conversion efficiency, simple fabrication process and low cost¹. DSCs consist of three main components: a dye-sensitized semiconductor nanocrystalline layer (TiO₂ nanostructure) deposited on a transparent conductive glass as working electrode, an iodide/triiodide redox couple in an organic solvent as electrolyte, and a platinized conductive glass substrate as counter electrode. The solar cell performance depends on the charge transfer at each interface and through the materials of these three components. To improve the device stability, Ionic Liquids (ILs) have been proposed as electrolyte for DSCs, since they are nonvolatile, nonflammable, and they have high thermal stability and relatively high ionic conductivity. However, due to its high viscosity, the charge transport in ILs electrolytes is slower than in volatile ones. Moreover, the ion sizes of typical ILs are higher than in liquid solvents. This fact affects the diffusion of the electrolyte through the semiconductor nanostructure, particularly the accessibility of the electrolyte to the smaller nanopores (typically ~ 20 nm)².

In this work, we study the diffusion of ILs molecules in a TiO₂ nanostructure both with experimental and simulation techniques. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) was used for the electrical characterization of the electrolyte/TiO₂ and electrolyte/platinum interfaces for four different electrolytes, two of them containing ILs for comparison. On the other hand, a commercial code in Molecular Dynamics (DLPOLY) was adapted to simulate the diffusion of an IL molecular model under confinement conditions (Figure 1).

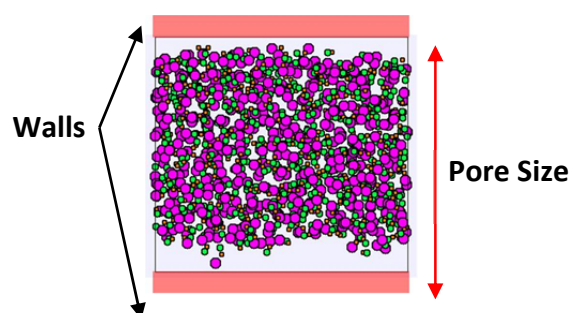


Figure 1. Numerical model: Diffusion of an Ionic Liquid through a pore of the nanostructure.

Acknowledgements. This research is supported by the Excellence Project “Confined complex and ionic liquids. Applications on colloidal and photovoltaic science” (P09-FQM-4938), Junta de Andalucía (Spain).

¹Grätzel, Michael. *Dye-sensitized solar cells*. Journal of Photochemistry and Photobiology 4, 145-153; 2003

²K. R. Bae, Chang H. K., Youngbin P., Yangdo K., Jong-Seong B., Jeong H. Y., Il S. K., Won J. L., Weontae O. *Structure control of nanocrystalline TiO₂ for the dye-sensitized solar cell application*. Current Applied Physics 10, 406-409; 2010

OUTDOORS CONTINUOUS CULTURE OF *N. gaditana* IN PHOTOBIOREACTORS: A COMPARATIVE STUDY

C.V. González-López, A. De San Pedro, F.G. Ación and E. Molina

*Chemical Engineering Area, Department of Engineering, Faculty of Experimental Sciences,
Universidad de Almería,
E04120Almería (Spain); cynthiagonzalez@ual.es*

There is a great interest about the production of biofuels from microalgae, as these microorganisms have been proposed as a suitable alternative for biodiesel production. In a previous work at laboratory scale, several marine microalgae were studied in order to choose the most promising one. As a result, *Nannochloropsis gaditana* was selected as a suitable candidate for fatty acid accumulation. In this sense, it is important to optimize the culture conditions so the synthesis of fatty acids can be enhanced. However, in outdoors cultures at large scale, a key factor is the selection of the most appropriate technology of the production step. It is known that closed photobioreactors involve a higher investment cost, but they could provide greater productivities because they allow a better control of the culture conditions and reduce contamination risk, when comparing with open reactors. Thus, in this work a comparative analysis of biomass and fatty acids productivities in three different types of photobioreactors is performed: tubular photobioreactors, raceways and flat panels (Table 1). Results show that tubular photobioreactors are the most productive ones in terms of both biomass and fatty acids productivities, attaining values of 0.51 g/Lday and 60.1 mg/Lday for biomass and fatty acids productivities, respectively.

Table 1. Average irradiance, temperature, biomass productivity and fatty acids productivity in each reactor.

<i>Photobioreactor</i>	I_{av} , $\mu E/m^2s$	T , °C	P_b , g/Lday	P_{FA} , mg/Lday
Tubulars	22.1	27.9	0.51	60.1
Raceways	41.9	21.6	0.20	13.9
Flat panels East-West	25.8	23.7	0.10	8.3
Flat panels North-South	34.6	21.3	0.10	6.0

Acknowledgements. This work was supported by “Programa Estatal para la captura de CO₂ y Producción de Biocombustibles con Microalgas” from PlanE with financing by ENDESA S.A., Ministerio de Educación y Ciencia and Plan Andaluz de Investigación (BIO 173).

A FAST METHOD FOR THE CHARACTERIZATION MICROALGAE USING DYNAMIC PHOTOSYNTHESIS MODELS

N.C. Jiménez, C. Brindley, F.G. Ación and J. M. Fernández-Sevilla¹

*Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Experimental Sciences,
University of Almería,
E04120 Almería (Spain); njr309@ual.es*

Microalgae have mostly been regarded in the past mainly as a source of high value biomass or derived compounds but recently the interest has been focused on lower value products and commodities such as biofuels or biofertilizers. This change has been brought about by the realization that microalgae are superior producers compared to higher plants (Chisti, 2007). Further analysis has demonstrated that to make possible the manufacturing of such lower-value, commoditized products, it is necessary a dramatic decrease in the price of microalgal biomass (Ación et al, 2012) which requests a precise photobioreactor (PBR) design that bring about an increased yield of such devices (Posten, 2009).

To optimize the productivity in a photobioreactor it is necessary to characterize the light regime (Brindley et al., 2011) and its effect on microalgal growth. Light regime is the complex result of several interacting factors such as photobioreactor geometry, biomass concentration and growth rate and fluid dynamics inside the PBR. The most effective way to accomplish this is to use a dynamic growth model that responds to instant light variations (Eilers & Peeters, 1988; Camacho-Rubio et. al, 2003). To use these models, it is necessary to obtain first their characteristic parameters. This requests carrying out experiments to measure growth rate under varying light at different irradiances, frequencies and illuminated fractions. In general, those are demanding, time consuming-experiments that have been carried out by different authors under experimental conditions so different among them that could account for some inconsistencies reported over the years.

Here we present a method to obtain the characteristic parameters of the mechanistic model for microalgal growth proposed by Camacho-Rubio et al (2003) using two limit cases of the model (continuous light and very short flashes) to propose a procedure and a reduced set of experiments that will allow obtaining the growth parameters.

Acknowledgements. Work supported by the grant CTQ2008-06741-C02-01, Gobierno de España.

¹Ación, F.G., Fernández, J.M., Magán and J.J., Molina, E. *Biotechnology Advances*, **2012**.

²Brindley, C., Ación Fernández, F.G., Fernández-Sevilla, J.M., **2011**, *Bioresource Technology* 102 (3); pp. 3138-3148.

³Rubio Camacho, F., García Camacho, F., Fernández Sevilla, J.M., Chisti, Y., Molina Grima, E., **2003**, *Biotechnology and Bioengineering* 81 (4), pp. 459-473.

⁴Chisti, Y., **2007**, *Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances* 25 (3), pp. 294-306.

⁵Eilers, P.H.C., Peeters, J.C.H., **1988**, *Ecological Modelling* 42 (3-4), pp. 199-215.

⁶Posten, C., **2009**, *Engineering in Life Sciences* 9 (3), pp. 165-177.

OXYGEN TRANSFER IN RACEWAY REACTORS

J.L. Mendoza¹, F.G. Acién², C.J. Banks¹, S. Heaven¹

¹University of Southampton, Highfield SO17 1BJ, Southampton United Kingdom,
jlmmlf10@soton.ac.uk

²Universidad de Almería, La cañada de San Urbano 04120 Almería España, facien@ual.es

Raceway reactors have been proposed as the most feasible system for microalgal production with energetic purposes, due to its low cost construction and operation. However, the use of open ponds has some drawbacks that must be overcome for the success of this technology: the lack of temperature control, the low biomass concentrations incurring in high harvesting costs, the risk of culture contamination and the poor mass transfer capacity between liquid and gas phases. Besides, the adverse effect of the accumulation of photosynthetic oxygen as a result of algal cultivation has been reported widely. In the present work, the study of the oxygen transfer in each section of a pilot scale raceway was carried out, in order to understand the behavior of the system and determine the contribution of each part in the overall oxygen transfer capability of the reactor.

The experimental work was carried out in a pilot scale raceway located in the Experimental Station “Las Palmerillas” from Fundación Cajamar. The total reactor surface was 100 m², divided in two channels 50m long 1m wide each, and connected by 180 ° ends. The circulating and mixing system consisted in a paddlewheel 1.2 m diameter which was driven by three-phase electric motor with gear reduction. A 1 m deep sump was located part of the way down one channel. The gases were bubbled at the bottom of the sump for a better liquid-gas contact, improving, therefore, the mass transfer in the system. A complete fluid dynamic characterization of the raceway was studied previously by Mendoza et al., 2013¹. A steady state method for oxygen absorption/desorption was used, with a depth of 20 cm of water in the reactor and a fixed circulation velocity and gas flow. The reactor was divided in 4 zones: paddlewheel, sump, channel 1 and bends + channel 2. Dissolved oxygen measurements were taken at the beginning and end of each zone using 4 dissolved oxygen probes located strategically along the raceway.

The liquid velocity in the raceway was set at 0.22 m s⁻¹, which is a velocity widely accepted for microalgal growth in raceways, and the result of the oxygen transfer experiments are showed in Table 1. In steady state, the oxygen was desorbed in the raceways by bubbling N₂ in the sump, which had a desorption capability of -171.9 g h⁻¹. The oxygen absorption took place mainly in the paddlewheel at 105.8 g h⁻¹. Oxygen transfer in channel 1 straight section and channel 2 straight section + bends was 27.2 g h⁻¹ and 38.9 g h⁻¹. Therefore, the oxygen transfer capability of the two bends was equivalent to 43% of the mass transfer capability in the straight sections, although the length of the bends was 94% smaller. Some experiments were carried out at higher liquid velocities, demonstrating that the higher the liquid velocity is, the higher the mass transfer coefficients are in all the sections of the reactor. However, the main increase took place in the paddlewheel and sump where the mass transfer coefficient was around 30% higher, whereas in channels and bends the increase was much lower.

Table 1. Steady state values from experimental characterization of the raceway, operated at a liquid depth of 0.2 m and velocity of 0.22 m s⁻¹ with a nitrogen flow rate of 6 m³ h⁻¹.

	<i>Paddlewheel</i>	<i>Sump</i>	<i>Channel 1</i>	<i>Bends + channel 2</i>
Volume, m ³	0.20	0.59	8.00	11.26
DO, %Sat.	63.98	50.42	52.56	55.63
mO ₂ , g h ⁻¹	105.8	-171.9	27.2	38.9
Driving force, g m ⁻³	3.22	-4.58	3.88	3.67
K _{la} , h ⁻¹	164.5	63.7	0.9	0.9

Acknowledgements. This study was supported by a University of Southampton postgraduate scholarship and by the company Aqualia as part of the EU FP7 ALL-GAS project “Industrial-scale demonstration of microalgae biofuels” (ENERGY.2010.3.4-1, n°268208). The practical assistance of the staff of the Estación Experimental Las Palmerillas from Fundación Cajamar is gratefully acknowledged.

¹ Mendoza, J. L., M. R. Granados, I. de Godos, F. G. Acién, E. Molina, C. Banks and S. Heaven. *Fluid-dynamic characterization of real-scale raceway reactors for microalgae production*, Biomass and Bioenergy 54: 267-275, 2013.

FAST METHOD TO CHARACTERIZE MICROALGAE-BACTERIA CONSORTIUM

M.M. Morales, C. Gómez, E. Posadas*, J.M. Fernández-Sevilla and F. G. Ación

*Department of Chemical Engineering, Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); moralesamaral@gmail.com*

**Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Valladolid,
Dr. Mergelina s/n Valladolid (Spain)*

Wastewater treatments are mandatory to avoid contamination related to high disposal of such nutrient into the environment. Using a consortium of microalgae and bacteria phosphorous and nitrogen are consumed by microalgae, at the same time oxygen is produced without additional cost¹. On the other hand, organic matter is degraded to inorganic carbon by bacteria. As a result, microalgae consume inorganic carbon and bacteria reduce the dissolved oxygen in the culture, which avoid growing inhibition of microalgae.

Although microalgae and bacteria are easy to be quantified in separates cultures, its quantification becomes difficult when they are mixed. Therefore, the goal of the present research is to develop a fast method to quantify the concentration of microalgae and bacteria in consortiums to deplete wastewater. The method has been probed with different cultures of bacteria, microalgae and both of them mixed in different percentages.

The technique developed is differential filtration. The sample was filtered sequentially across different filters of smaller pore sizes. The weight of the filter determines the biomass retained, whereas from the supernatant it can be determined the biomass that is lost. Filters sequentially used were 60, 10, 1, 0.45 and 0.22 micron. They were dried in order to measure dry weight. Also other measurements were performed to determine the reliability of the method, these being: absorbance, cells counting and colonies growth. Bacteria colonies counting were taken with standards methods. Dehydrated agar plus Arnon medium², was used in order to count colonies of microalgae during seven days in the same conditions than bacteria Petri dish.

Table 1. Differential filtration results

Pore size, μm	Removal percentage	
	90% <i>Chlorella</i> <i>Bacteria</i>	10% 70% <i>Chlorella</i> <i>Bacteria</i> 30%
60	11%	3%
10	87%	69%
0.45	98%	83%
0.22	100%	100%

Comparing results obtained with different pure cultures it is concluded that microalgae and bacteria can be separately quantified using 1 μm pore size filters for the recovery of microalgae and 0.45/0.22 μm pore size filters for the recovery of bacteria. The method was essayed with different microalgae/bacteria mixed cultures to verify it.

Concluding, the differential filtration method put in order allows to quantify the overall biomass in microalgae/bacteria consortiums, but also to discriminate the fraction of each one of them. Dry weight evaluation is the most reliable, although it is advisable to measure at the same time the cell density and colonies growth, in order to identify the populations in the culture.

Acknowledgements. Thanks to ITACA project of Aqualia.

¹Rawat I, Ranjith Kumar R, Mutanda T, Bux F. Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy* 2011;88:411–3424 Andrews, J. F. 1993, Modeling and simulation of wastewater treatment processes. *Wat. Sci. Tech.*, 28(11/12), 141–150.

²C. Gomez., R. Escudero, M.M. Morales, J. M. Fernández-Sevilla, F.López-Figueroa, F.G. Ación Fernández: Use of secondary-treated wastewater for the production of *Muriellopsis* sp. *Applied Microbiology and Biotechnology*.2012

ENZYMATIC PRODUCTION OF BIODIESEL FROM MICROALGAE

E. Navarro, P. González, M.J. Jiménez, L. Esteban, B. Castillo, L. Martín,

A. Robles

*Department of engineering, area of chemical engineering
E04120 Almería (Spain); nle877@ual.es*

Microalgae have been taken as a sustainable energy source for biodiesel production. In this work methyl esters (biodiesel) were obtained from the microalga *Nannochloropsis gaditana* (which contains 12% w/w of saponifiable lipids) by (1) extraction and purification of microalgal lipids, and (2) transformation of these lipids to biodiesel by lipase catalyzed transesterification. In step (1) lipids were firstly extracted from the microalgal biomass by ethanol and then partially purified using hexane. So, saponifiable lipids 31 % pure were obtained with 85% yield. This purity was further increased up to 90-95 % by crystallization in acetone. These lipids were transformed to methyl esters by methylation catalyzed by the commercial lipase from *Candida antarctica* lipase B (Novozyme 435), using hexane and tert-butanol as solvents. The experiments were carried out in a batch reactor and it was studied the effect of reaction time, lipase/oil ratio, solvent/oil ratio, methanol/oil molar ratio (w/w), stepwise addition of methanol and the lipid purity. Both the lipase stability and the biodiesel yield and purity were considered to optimize the reaction conditions.

In the optimal conditions attained in this work 95% of fatty acids contained in the microalgal biomass were transformed to biodiesel. These conditions were: reaction time 48 h, 10 mL of tert-butanol/g saponifiable lipids, lipase/oil ratio 22.5% (w/w), methanol/oil molar ratio 11:1, addition of methanol in three steps at 0, 10 and 24 h and using lipids purified by crystallization in acetone up to purity 90-95 %. These results demonstrate that enzymes could be a promising catalyst for production of microalgal biodiesel.

Keywords: Biodiesel, enzymatic transesterification, fatty acids, microalgae

MICROALGAE-BASED PROCESSES APPLIED TO THE SIMULTANEOUS TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER AND CO₂ REMOVAL FROM FLUE GAS

E. Posadas², M. M. Morales¹, C. Gómez¹, R. Muñoz² and F.G. Acién¹

1- Department of Chemical Engineering, Faculty of Experimental Sciences, University of Almería, E04120 Almería (Spain)

2- Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Valladolid, Dr. Mergelina s/n Valladolid (Spain), Phone: +34983423166; Fax: +34983423310; eposadasolmos@gmail.com

Huge amounts of wastewater and CO₂ from flue gas are currently disposed into the environment worldwide as a result of the intensive industrial activity and population increase¹, which has caused important environmental problems. Therefore, wastewater treatment and CO₂ removal from flue gas is mandatory.

In this context, microalgae-based processes are proposed as a sustainable, environmentally friendly and low-cost technology able to couple wastewater treatment and CO₂ removal from flue gas in a single stage process. Algal-bacterial processes are characterized by the photosynthetic production of oxygen by microalgae, which is *in situ* used by bacteria to oxidize the organic matter present in the wastewater into the CO₂ required by microalgae². Nutrient removal takes place by assimilation into algal-bacterial biomass, which constitutes a valuable product for the production of bioenergy and other bioproducts³. However, carbon limitation during wastewater treatment in algal-bacterial photobioreactors³ could eventually compromise the viability of this biotechnology. Hence, CO₂ absorption from flue gas into the cultivation broth¹ represents a promising solution in order to enhance both wastewater treatment and contribute to CO₂ mitigation. Finally, the possibility to implement this technology in simple and cost-effective raceways (RWs) constitutes another of its advantages.

In this work, the ability of 3 outdoors pilot raceways (RW1, RW2 and RW3) with different configurations and operated at set point pH values of 9, 8 and 7, respectively, controlled with CO₂ supply from flue gas at 3.3 d of hydraulic retention time, was evaluated for the treatment of secondary domestic wastewater. Despite the high evaporative rate caused a deterioration in effluent quality, the results showed a successful wastewater treatment in terms of chemical oxygen demand (COD), total nitrogen (TN) and phosphorus (P) removal, regardless of the tested RWs and pHs (Table 1). No significant differences were also recorded in the productivity or concentration of biomass, concluding that influence of pH in the range of 7 and 9 on wastewater treatment performance was negligible.

Table 1. Summary of the performance of the 3 RWs configuration tested.

Parameter/Raceway	RW1 (pH=8.4±0.4)	RW2 (pH=7.9±0.0)	RW3 (7.3±0.3)
Total volume (L)	700	800	850
Sump volume (L)	0	100	150
% COD _{removed}	91±3	87±9	92±1
% TN _{removed}	69±6	80±3	72±6
% P _{removed}	61±17	63±2	65±10
Productivity (g m ⁻² d ⁻¹)	12.8±0.6	12.9±0.9	13.6±2.4
Biomass concentration (g L ⁻¹)	0.45±0.02	0.49±0.04	0.43±0.07
Fv/Fm	0.35±0.01	0.38±0.01	0.40±0.02

¹ R.M. Escudero Santiago, M.M. Morales Amaral, A. González Céspedes and F.G. Acién. *Aprovechamiento de gas de combustión para la producción de microalgas*. I Mini-Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales. Universidad de Almería, Noviembre, 2011.

² R. Muñoz and B. Guieysse, 2006. *Algal-bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: a review*. Water Res. 40, 2799-2815.

³ R.J. Craggs, S. Heubeck, T.J. Lundquist, J. R. Benemann, 2011. *Algal biofuels from wastewater treatment in high rate algal ponds*. Water Science and Technology 63.4, 660-665.

GREENHOUSE CROP RESIDUES CHARACTERIZATION AND PRE-TREATMENT FOR BIOMASS FUEL PRODUCTION

J.V. Reinoso¹, F. G. Ación¹, M. D. Fernández² and J. C. López²

¹*Department of Chemical Engineering, University of Almería, E04120 Almería (Spain),
rmj519@ual.es*

²*Estación Experimental de la Fundación Cajamar Las Palmerillas, 04710 El Ejido, Almería (Spain)*

Vegetal residues are the portion of a grown plant which cannot be commercialized. Agriculture activity is related to a significant generation of vegetal residues. Once they are generated, an appropriate treatment is mandatory to ensure a minimum environmental hygiene in rural media. In addition, residues treatment has to be afforded by producers, so production costs increases. In Almería, more than one millions tonnes of greenhouses crop residues are produced per year, its treatment is constraining the sustainability of this economy. Different alternatives have been proposed to provide a proper treatment for vegetal crop residues, as (i) compost production, (ii) its utilization as feed in farms, or (iii) production of chipboard. Alternatively vegetal crop residues can be used as fuel in heating systems¹. This work focuses on use of greenhouse crop residues to produce biomass fuel, thus they can be used to heat greenhouses during night and supply carbon dioxide during daylight period. Temperature control and CO₂ enrichment of greenhouses atmosphere have been proved to enhance yield of greenhouses, increases up to 15% in productivity of this systems being reported². Utilization of greenhouse crop residues as biomass fuel reduces the environmental impact of agriculture, it being an alternative energy source.

The objective of this work is to define adequate pre-treatments to use greenhouse crop residues as biomass fuel. For this, greenhouse crop residues have been characterized, and compared with other biomass fuels usually employed such as olive pits, almonds shells and wood pine pellets. At this point, parameters as water content, ash content, and calorific value (gross and dry basis) were determined. From these data two strategies have been proposed to pre-treat greenhouse crop residues and enhance its value. The first one is to reduce water content of greenhouse crop residues by drying them inside the greenhouse where they were grown, this strategy do not requires additional economic inversion. Variables studied were time required to reduce water content below a boundary value and possibility that in this drying process any diseases or pests can develop inside the greenhouse. The second one was to reduce the ash content by avoiding sand mixing with greenhouse crop residues. Sand mixing is given because greenhouse soil is often covered with sand.

Performed assays shows that avoiding sand mixing was useful to reduce and homogenise ash content (14.1% dry basis ash content). In the other hand, it was seen after drying experiments that it is possible to reduce and homogenise water content in acceptable time period, getting 21% water content in 2 weeks. Due to water content reduction, gross calorific value was increased up to 20 MJ/ Kg. In addition, neither considerable increase of ash content nor decrease of gross calorific value were observed during drying experiments. No significant pest development was noticed during drying experiments. Regarding this data, these pre-treatments have been demonstrated to be useful to value greenhouse crop residues making their properties more suitable for combustion applications.

Acknowledgements. This work is part of the RNM-6141 project supported by the Ministry of Economy, Innovation and Science (Andalusia Regional government, Spain). The authors are grateful for the invaluable contributions of the Cajamar Foundation Experimental Station at "Las Palmerillas".

¹Demirbas, A. **2005**: Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in Energy and Combustion Science*. Volume 312, Pages 171-192.

²Sánchez-Guerrero, M.C., Lorenzo, P., Medrano, E., García, M. y Escobar, I. **2001**. Heating and CO₂ enrichment in improved low-cost greenhouses. *Acta Horticulturae*. Volume 559. Pages 257-262.

COMBINATION OF BIOLOGICAL TREATMENT AND PHOTO-FENTON PROCESS TO REMOVE ACETAMIPRID FROM AN AGRO-FOOD INDUSTRIAL WASTEWATER

G. Rivas, B. Esteban, J.L. Casas and J.A. Sánchez

Department of Chemical Engineering, Faculty of Experimental Sciences, University of Almería, E04120 Almería (Spain); gracia.rivas@ual.es

A real agro-food industry treats its high dissolved organic carbon (DOC) wastewater using a sequential batch reactor (SBR). The effluent obtained contains elevated total inorganic carbon (TIC) concentration. This water composition has a negative impact on further advanced oxidation process (AOP) as tertiary treatment. In this sense, the presence of carbonate species ($\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$) in wastewater has been reported to make difficult the degradation of trace levels of recalcitrant pollutant in AOP based on Fenton/photo-Fenton processes at neutral pH.^{1,2}

Therefore, the purpose of this research was to achieve an appropriate effluent from the SBR to perform directly photo-Fenton as a tertiary treatment. This proposed strategy was based on controlling the pH during biological treatment to decrease effluents TIC levels. Three pH values (8, 7 and 6.5) were chosen to carry out the experimental plan. Different TIC effluent concentrations, 71.6, 10.8, and 5.7 mg L⁻¹ at pH 8, 7 and 6.5, respectively were obtained. DOC degradation rates at pHs studied were similar to SBR effluents with no pH control, achieving a 98% of DOC removal in all cases. Consequently, pH control into the SBR does not affect activated sludge viability (Figure 1a).

The matrices obtained were checked by photo-Fenton process using acetamiprid (ACTM) as model contaminant. The results showed that complete ACTM degradation was achieved only with the lowest TIC concentration effluent (5.7 mg TIC L⁻¹) (Figure 1b). Hence, an effluent with low TIC concentration can be obtained by controlling the pH in the biological treatment (SBR) allowing a further tertiary treatment based on photo-Fenton process in the agro-food industry treatment plant studied.

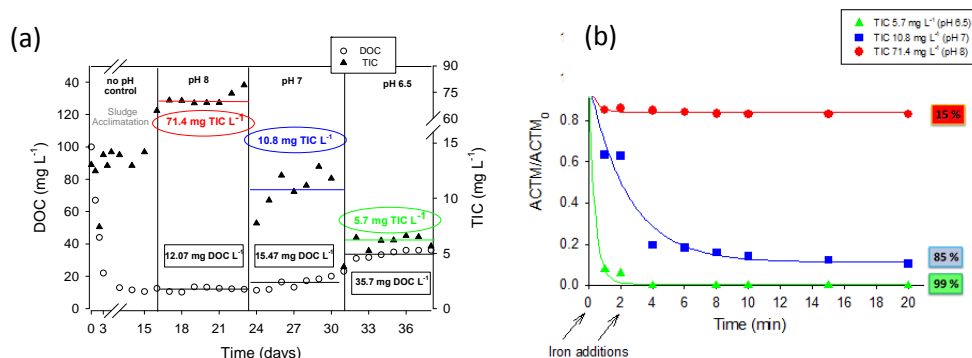


Figure 1. (a) SBR operation fed with simulated industrial wastewater (1200 mg DOC L⁻¹) at different pHs. MLVSS average value = 9.22 g L⁻¹. (b) ACTM degradation by photo-Fenton process of SBR effluents at natural pH with two iron additions of 40-20 mg L⁻¹.

Acknowledgement. This research was financed by the Junta de Andalucía, AQUAPYME (P10-RNM-5951). Gracia Rivas Ibáñez wants to acknowledge Junta de Andalucía for her F.P.I. sc

¹J.J. Pignatello, E. Oliveros, A. Mackay, *Environmental Science & Technology*, 36, 2006, 361-384

² Wu, C, Linden, K.G. Phototransformation of selected organophosphorus pesticides: Roles of hydroxyl and carbonate radicals. *Water research*, 44(12), 2010, (3585-3594)

COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO, LOS MICROORGANISMOS QUE SE VEN DESDE EL ESPACIO

M. Alonso, E. Rodríguez-Caballero, S. Chamizo, P. Escribano y Y. Cantón

*Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería, Almería (Spain); marta_alonso15@hotmail.com*

Las costras biológicas del suelo (CBS) son comunidades de organismos integradas por cianobacterias, algas, hongos, hepáticas, briófitos o líquenes que cubren la superficie del suelo. Las CBS constituyen una de las principales cubiertas en la mayoría de las zonas áridas y semiáridas, llegando a cubrir, en muchos ecosistemas, más del 70% de las zonas desprovistas de vegetación. Estos organismos desempeñan un papel crucial en estos ecosistemas fijando carbono y nitrógeno, modificando su respuesta hidrológica, aumentando la estabilidad del suelo y reduciendo la erosión. Hasta ahora se ha estudiado exhaustivamente su papel a pequeña escala, sin embargo, se desconoce hasta qué punto esos efectos locales tienen repercusión a escala de todo el ecosistema. Así, por ejemplo, se ha comprobado ampliamente que fijan C pero no se ha demostrado su efecto en el balance de carbono global del ecosistema. Esta incertidumbre persiste por la dificultad para establecer la distribución espacial a escala de paisaje de esta micro-componente ecosistémica. Se han desarrollado distintos índices para intentar cartografiar CBSs a partir de información obtenida por sensores remotos, como El Crust Index (CI)¹, el Biological Soil Crust Index (BSCI)², el Continuum Removal Crust Identification Algorithm (CRCIA)³ y el Índice Desarrollado por Chamizo et al.(2012) (Crust Development Index, CDI)⁴. Todos estos trabajos destacan la capacidad de cartografiar zonas dominadas por CBS a partir de información espectral, pero su aplicación presenta ciertos problemas en zonas con una elevada variabilidad espacial, como los sistemas áridos y semiáridos. El presente trabajo pretende evaluar las técnicas actuales para la cartografía de CBS en una zona semiárida del sureste ibérico, de topografía muy compleja, como son los badlands de Tabernas (Almería).

Para este estudio se utilizó una imagen hiperespectral obtenida mediante el sensor CASI 1500i, con una resolución espacial de 1.5m x 1.5m y espectral de 7.8nm FWHM entre 368 y 1051 nm. A partir de la imagen, se aplicaron los cuatro índices existentes, diferenciando entre costra de líquenes y costra de cianobacterias. El resultado obtenido con los multispectrales CI y BSCI fue bastante modesto, mientras que los índices hiperespectrales CRCIA e CDI, mostraron mejores resultados para cartografiar correctamente las diferentes CBS presentes en la zona. A pesar de la capacidad de los índices CRCIA y CDI para identificar las áreas dominadas por CBS, la precisión es menor de la obtenida en otras áreas, a causa de la alta variabilidad espacial de la zona, donde, con frecuencia, el tamaño de pixel excede el tamaño de los diferentes elementos que lo componen, y con frecuencia encontraremos suelo desnudo, vegetación y CBS en un mismo pixel. Por tanto podemos concluir que es posible identificar y mapear diferentes tipos de CBS mediante imágenes obtenidas de sensores remotos, aunque es necesario recurrir a imágenes de un gran detalle espectral para obtener resultados satisfactorios.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto COSTRAS (RNM 3614) de la Junta de Andalucía, y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto BACARCOS (CGL2011-29429), ambos cofinanciados con fondos FEDER.

¹Karnieli, A. (1997). *Int J Remote Sens*, 18, 1207-1220

²Chen, J., Ming, Y.Z., Wang, L., Shimazaki, H., & Tamura, M. (2005). *Remote Sens Environ* 96, 165-175

³Weber, B., Olehowski, C., Knerr, T., Hill, J., Deuschewitz, K., Wessels, D.C.J., et al. (2008). *Remote Sens Environ* 112, 2187-2201

⁴Chamizo, S., Stevens, A., Cantón, Y., Miralles, I., Domingo, F., & Van Wesemael, B. (2012). *Eur J Soil Sci*, 63, 42-53

USO DE CÁPSULAS DE ALGINATO PARA PROTEGER PROTEÍNAS EXÓGENAS DURANTE SU TRÁNSITO POR EL TUBO DIGESTIVO

P. Amorós, A. Barros, A. Vizcaíno, G. López, M.I. Sáez, F.J. Alarcón, T.F. Martínez*

Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. 04120 Almería. Spain.

**tomas@ual.es*

Entre las proteínas administradas oralmente que podrían resultar de interés en producción acuícola cabe citar las enzimas exógenas (que suplementan la actividad de las enzimas digestivas endógenas del pez), así como las moléculas inmunógenas (que administradas por vía oral facilitarían enormemente la inmunización de grandes lotes de peces). Si se logra que las proteínas administradas oralmente superen las barreras fisiológicas representadas por las proteasas digestivas, se sabe que pueden ser absorbidas íntegramente en el intestino (O'Donnell et al., 1994). Por eso surge el interés de utilizar cápsulas inertes para la vehiculación de enzimas y proteínas inmunógenas por vía oral.

En este contexto el objetivo del presente estudio es comparar la supervivencia de proteínas exógenas en distintos tramos del tubo digestivo de peces de acuicultura. Con este propósito se tomaron doradas (*Sparusaurata*) de unos 20 g, que se dividieron en dos lotes: i) animales a los que se le administró seroalbúmina bovina (BSA) desnuda por vía oral mediante sonda y ii) animales a los que se le dio la BSA incluida en cápsulas de alginato (10 mg BSA/ml en alginato sódico al 3%). Se fueron retirando animales a distintos tiempos post-ingestión, y tras sacrificarlos, se diseccionaron para obtener sus tubos digestivos. Se abrieron los estómagos e intestinos, y se recuperaron, por un lado, las cápsulas de alginato que persistieron, y por otro, los contenidos de la luz intestinal de los que se elaboraron extractos acuosos que fueron separados electroforéticamente (SDS-PAGE) para seguir el destino de la proteína.

Los resultados obtenidos mostraron que la BSA desnuda no sobrevivió en el intestino en cantidades apreciables, ni tan siquiera en las primeras dos horas post-ingestión. Por el contrario, fue posible recuperar cantidades apreciables de BSA contenida en las cápsulas de alginato que habían pasado por el estómago o por el estómago y el intestino de los peces vivos, incluso tras 6 horas. Puede surgir la duda de si las cápsulas de alginato al 3% son demasiado duras para una posterior biodisponibilidad de la proteína que encapsulan. En este sentido, se observó que, incluso tras 10 horas, pudo recuperarse proteína exógena procedente de la BSA encapsulada. A pesar de esta dificultad para distinguir entre proteínas endógenas y exógenas, la electroforesis SDS-PAGE ofrece una visión cualitativa del contenido proteico tanto de la luz intestinal, como del interior de las cápsulas de alginato introducidas por vía oral.

Se puede concluir que es posible incrementar la supervivencia en el tubo digestivo de proteínas susceptibles de hidrólisis tanto estomacal como intestinal mediante su encapsulación en hidrogeles de alginato. La liberación posterior de estas proteínas en el intestino parece también estar garantizada. Las aplicaciones en el transporte de proteínas antigénicas por vía oral son prometedoras.

Agradecimientos. Este trabajo es parte del proyecto MCYT-FEDER AGL2010-20052. Las instalaciones para el mantenimiento de los peces pertenecen al CEIA3-UAL. M.I. Sáez disfruta de una beca del Plan Propio de Investigación de la UAL. Agradecemos a la empresa PREDOMAR, S.L. (Carboneras, Almería) la cesión de los peces utilizados en los ensayos.

¹O'Donnell, G.B., P.R. Smith, J.J. Kilmartin y A.P. Moran. 1994. Uptake and fate of orally administered bacterial polysaccharide in brown trout (*Salmo trutta*). *Fish Shellfish Immunol.* 4: 285-299

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CÁPSULAS DE ALGINATO-QUITOSANO PARA LA ADMINISTRACIÓN ORAL DE PROTEÍNAS DE INTERÉS EN PECES DE ACUICULTURA

A. Barros, A.J. Vizcaíno, G. López, M.I. Sáez, P. Amorós, J. Díaz, L. Hidalgo, T.F. Martínez, F.R. García-Barroso, y F.J. Alarcón ^{1*}

⁽¹⁾ Dpto. Biología Aplicada, Universidad de Almería-CEIA₃, España. *e-mail: falarcon@ual.es

En este estudio se evalúan distintas estrategias que posibiliten la vehiculización de biomoléculas de interés en producción piscícola mediante encapsulación y administración por vía oral. Con este propósito se han elaborado distintas cápsulas de alginato-quitosano para encapsular a una proteína modelo y estudiar en cada una de ellas el tamaño y la morfología de las cápsulas, el rendimiento de encapsulación, la liberación de proteína desde las cápsulas en distintos medios, y la protección de la proteína encapsulada frente a condiciones gastro-intestinales simuladas.

La formación de las cápsulas se realizó por gelificación iónica del alginato sódico en presencia de iones calcio. La seroalbúmina bovina (BSA, 65 kDa) se utilizó como proteína modelo. El procedimiento de encapsulación se optimizó de forma secuencial analizando el efecto de la concentración de i) alginato, ii) de cloruro cálcico y iii) de quitosano, sobre la morfología de las cápsulas, el rendimiento de encapsulación y la estabilidad de la proteína encapsulada en distintos medios líquidos. Finalmente, las cápsulas fueron sometidas a una simulación gastro-intestinal, y a distintos tiempos del proceso de digestión *in vitro* se tomaron muestras para analizar la integridad de la proteína modelo mediante separación electroforética.

Las partículas obtenidas presentaron un diámetro de 2 a 3 mm y una cubierta integral de al menos unos 40 µm de espesor. El recubrimiento de las cápsulas con quitosano o la elaboración de cápsulas con multicapa de alginato-quitosano resultaron efectivos para prevenir la liberación temprana de proteína desde las cápsulas. El resultado más destacable es que la utilización de quitosano, a cualquiera de las concentraciones ensayadas, retuvo prácticamente el total de la proteína encapsulada. La Fig. 1 muestra que las cápsulas elaboradas con distintas matrices contenían a la proteína modelo. Las cápsulas de alginato-quitosano mantuvieron el 90% de la proteína en su interior tras 120 minutos de inmersión en agua destilada o en una solución salina de fuerza iónica débil. Tras la simulación digestiva *in vitro* se comprobó que las cápsulas de alginato-quitosano protegen al material proteico frente a la acción de las proteasas estomacales e intestinales (Fig. 2).

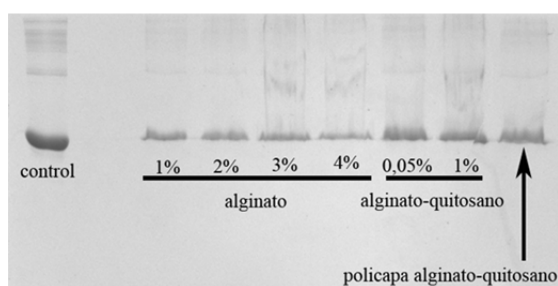


Fig. 1. Visualización mediante SDS-PAGE de la proteína modelo en las cápsulas elaboradas con distintos tipos de matrices.

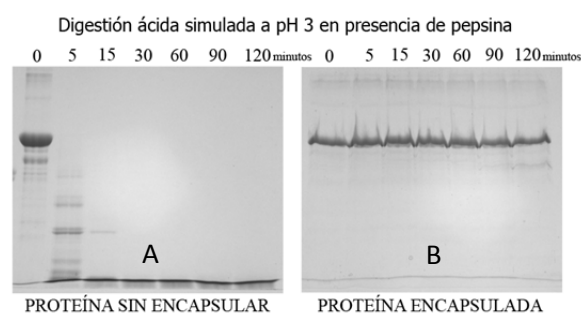


Fig. 2. Digestión gástrica *in vitro* de la proteína modelo en forma libre (A) y encapsulada en matrices de alginato-quitosano (B).

Las cápsulas de alginato-quitosano resultan adecuadas para vehicular biomoléculas de naturaleza proteica para su administración oral a peces de acuicultura.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido subvencionado por el Proyecto AGL2010-20052 del Ministerio de Ciencia e Innovación y los fondos FEDER. M.I. Sáez disfruta de una beca del Plan Propio de Investigación de la UAL.

EFECTO SINÉRGICO DE ATRAYENTES Y MICROALGAS SOBRE EL CRECIMIENTO, LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y FUNCIONALIDAD DIGESTIVA EN *Solea senegalensis*

G. López¹, A.J. Vizcaíno¹, J. Díaz¹, A. Rodiles,³ J. Camacho,² A. Barros¹,
P. Amorós¹, M.I. Sáez¹, L. Hidalgo¹, T.F. Martínez¹, I. Hachero⁴,
M. Herrera⁴, M.L Cordero⁴ y F.J. Alarcón¹

⁽¹⁾Dpt. Biología y Geología, and ⁽²⁾Dpt. Ingeniería, Universidad de Almería-CEIA₃, Spain. ⁽³⁾ Faculty of Science and Technology, University of Plymouth. UK⁽⁴⁾ IFAPA Centro Agua del Pino, Spain. *e-mail: avt552@alboran.ual.es

Solea Senegalensis se presenta como una especie prometedora en el campo de la acuicultura especialmente en la zona sur de Europa. Sin embargo, uno de los desafíos que se plantean para alcanzar su éxito comercial está relacionado con conseguir una mejora del crecimiento, especialmente durante la fase juvenil.

En este sentido, numerosos estudios se han centrado en evaluar los requerimientos nutritivos, el uso proteínas de origen vegetal como ingredientes o la utilización de sustancias atrayentes con el fin de mejorar el consumo de alimento y el crecimiento del animal. Sin embargo, esta especie se caracteriza por un bajo consumo de alimento cuando le es suministrado con dietas inertes, lo que conlleva la necesidad de crear nuevas estrategias en la formulación de los piensos.

En algunos trabajos experimentales el uso de atrayentes ha generado un aumento en el consumo de alimento. Por otro lado, también se ha visto un efecto positivo en el crecimiento, calidad de la carcasa y en la actividad fisiológica inducido por la inclusión de microalgas en los piensos. Sin embargo, por qué no pensar que sus ventajas de ambos ingredientes podrían ser aditivos cuando son suministrados de manera simultánea. En este sentido, este trabajo es pionero en el estudio de esta hipótesis en ejemplares de *S. senegalensis*.

Para ello, se realizó un ensayo de alimentación durante 75 días con el propósito de evaluar si existía un efecto sinérgico cuando se incluyen de manera simultánea un 5% de sustancias atrayentes (harina de pescado hidrolizada y harina de calamar) y un 15% de microalgas (*Scenedesmus almeriensis*, *Nannochloropsis gaditana* o *Isochrysis galbana*) en la dieta. El crecimiento, la composición proximal y la funcionalidad intestinal (actividad proteasa alcalina, tripsina, quimotripsina, amilasa, aminopeptidasa y fosfatasa alcalina) se evaluaron frente a un pienso comercial.

Los peces alimentados con los piensos experimentales mostraron valores de crecimiento similares entre ellos, pero significativamente más altos que los alimentados con el pienso comercial. La composición proximal de las carcasas evisceradas tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Por su parte, los peces alimentados con piensos experimentales mostraron mayores niveles de actividad de las enzimas intestinales estudiadas, lo que podría indicar un aumento de la eficiencia de los procesos digestivos en comparación con los peces alimentados con pienso comercial.

El presente estudio demuestra que la formulación de los piensos es una herramienta importante para la búsqueda de la mejora en el crecimiento y en la utilización de los nutrientes en esta especie. Sin embargo, con los datos obtenidos no se puede establecer la existencia de un efecto aditivo claro inducido por la inclusión simultánea de los dos ingredientes ensayados. Es necesario la realización de futuros ensayos con este fin.

COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO FRENTE AL CAMBIO GLOBAL: ¿FUENTES O SUMIDEROS DE CARBONO EN ZONAS ÁRIDAS?

S. Chamizo^a, E. Rodríguez-Caballero^a, I. Miralles^b, J.R. Román^a, C. López^a, Y. Cantón^a

^a*Departamento de Agronomía, Universidad de Almería, E04120 Almería; scd394@ual.es*

^b*Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), E04120 Almería*

La preocupación por el cambio climático y sus consecuencias en el aumento de la temperatura global y la modificación del régimen de precipitaciones (intensidad, frecuencia) ha suscitado un creciente interés por conocer cómo contribuyen los diferentes ecosistemas al balance de carbono (C) global así como los factores clave que regulan el ciclo del C en dichos ecosistemas. Mientras la mayor parte de estudios se ha centrado en regiones húmedas, la información para regiones áridas y semiáridas es escasa a pesar de que éstas desempeñan un importante papel en el balance de C global. Las *Costras Biológicas del Suelo* (CBS) (cianobacterias, bacterias, algas verdes, microhongos, líquenes y briófitos) son una cubierta muy representativa en los claros entre la vegetación en ecosistemas áridos y semiáridos, y ejercen un papel clave en los flujos de C en dichos ecosistemas. Estas costras se activan metabólicamente cuando están húmedas y aprovechan tanto el aporte de agua de lluvia como el proveniente de nieblas, rocío o el vapor de agua atmosférico. Cuando están activas, las CBS son capaces de fijar CO₂ y aumentar el contenido en C de los primeros centímetros de suelo, por lo que son consideradas la principal fuente de C orgánico del suelo en muchos ecosistemas semiáridos¹. A nivel global, se ha estimado que la asimilación anual de CO₂ por las CBS oscila alrededor de 3.9 Pg, lo que corresponde al 7% de la producción primaria neta de la vegetación terrestre (56 Pg) y que el contenido en C en suelos cubiertos por CBS es de 4.9 Pg, lo que corresponde al 1% del C en la vegetación terrestre (470-650 Pg)².

El objetivo de este trabajo es medir la actividad fotosintética y respiratoria de diferentes tipos de CBS en un periodo húmedo en un ecosistema semiárido en la provincia de Almería, el desierto de Tabernas, donde las CBS ocupan más de un 50% de la superficie del suelo. Nuestros resultados ponen de manifiesto que estas costras, en los periodos en los que están activas, actúan como importantes sumideros de C. La fijación de CO₂ por la CBS depende de su composición y del contenido de humedad del suelo. Tras la lluvia, mientras la respiración es el flujo dominante de C en los suelos desprovistos de CBS, los suelos colonizados por CBS, pese a presentar tasas de respiración más altas que suelos desnudos, presentan unas tasas fotosintéticas capaces de compensar las emisiones de CO₂ por respiración, resultando de esta forma en un balance neto de asimilación de CO₂ (~0.5 g m⁻² día⁻¹). Cuando el contenido en humedad es alto, CBS más desarrolladas compuestas por líquenes presentan tasas máximas de fotosíntesis y de respiración más altas que CBS menos desarrolladas compuestas por cianobacterias. Sin embargo, a medida que el suelo se seca, las CBS de cianobacterias mantienen tasas máximas de fotosíntesis y de respiración más elevadas que CBS de líquenes. De acuerdo con nuestros resultados, la incorporación de las CBS en los modelos de balance de C actuales mejoraría su cuantificación y la predicción de los efectos del cambio global en regiones áridas y semiáridas, donde estos organismos constituyen un componente clave del ecosistema.

Agradecimientos. Este estudio ha sido financiado por el proyecto COSTRAS (RNM-3614) de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, y BACARCOS (CGL2011-29429) del Ministerio de Ciencia e Innovación, ambos incluyendo fondos ERDF de la Unión Europea.

¹D.M. Mager, *Soil Biol. Biochem.* **2010**, 42, 313-318.

²W.Elbert, B. Weber, S. Burrows, J. Steinkamp, B. Büdel, M.O. Andreae, U. Pöschl, *Nat. Geosci.* **2012**, 5, 459-462.

EFFECTIVIDAD DE ENMIENDAS EN LA RECUPERACIÓN DE UN SUELO MINERO DEL DISTRITO DE “EL ARTEAL”, ALMERÍA (ESPAÑA)

M. Estévez, V. González, M. Simón, J.A. Sánchez, I. García

*Departamento de Agronomía. Área de Edafología y Química Agrícola,
Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3
E04120Almería (España); maria.estevez1989@gmail.com*

La intensa actividad minera a lo largo de la historia, en la provincia de Almería, ha llevado consigo la generación de grandes volúmenes de residuos de forma incontrolada, contaminando suelos cercanos a la explotación minera¹.

Hemos seleccionado un suelo contaminado del distrito minero de “El Arteal”, de pH extremadamente ácido, altamente salino, textura arenosa franca, bajo contenido en nutrientes y con valores en As, Zn y Pb que superan en 7, 25 y 46 veces respectivamente los valores de fondo para la provincia de Almería². A dicho suelo se le adicionaron diferentes concentraciones de lodo de mármol (MS), que presenta un elevado contenido en carbonato cálcico, residuos agrícolas de invernadero compostados (CM) (ricos en materia orgánica) y óxido de Fe (BF), en combinaciones binarias o ternarias, según la bibliografía³. En total se prepararon 7 muestras. Así mismo se tomó un suelo natural (suelo control) sin contaminación.

En pots de PVC, con un sistema de drenaje, se colocaron 400 g de cada tratamiento previamente humedecido, se adicionaron 90 cm³ de agua desionizada, recogiendo lixiviado (L) y agua de poro (AP). Posteriormente se sembraron 5 semillas de lechuga (*Lactuca sativa*, L) (variedad Villena RZ) en cada pot. Las plantas se regaron con agua destilada y para prevenir deficiencias nutritivas se le adicionó una solución nutritiva. En cada pot se calculó tasa de emergencia y establecimiento. Las plantas establecidas se arrancaron cuidadosamente, se lavaron con agua destilada, se midió longitud de raíces y hojas, se pesaron frescas y posteriormente se secaron en estufa a 65 °C durante 72 h, finalmente fueron pesadas, pulverizadas. En el material orgánico pulverizado, una vez digerido con ácido fuerte (HNO₃) y H₂O₂, se determinó As, Pb y Zn. En el suelo residual se llevó a cabo una extracción secuencial⁴.

De las enmiendas utilizadas la que tiene una mayor importancia en el establecimiento de la lechuga es el compost. En los tratamientos que no tenían esta enmienda, la lechuga germinó pero no llegó a establecerse. Los metales se acumularon fundamentalmente en la raíz, impidiendo el desarrollo de la planta. La enmienda más efectiva es la ternaria (Lodo de mármol, Compost y Byferrox). De los metales estudiados el Zn no supera los valores establecidos para las lechugas saludable, mientras que el As y, sobre todo, el Pb son los responsables de la toxicidad de hojas de lechuga. La extracción secuencial, del suelo residual, nos indica que la fracción móvil (suma de soluble en agua + intercambiable + unida a carbonatos) es mayoritaria en aquellos tratamientos en los que la lechuga no se estableció y minoritaria en el tratamiento ternario, aunque la concentración foliar de Pb en las hojas de lechuga es muy elevada

Acknowledgements. Este estudio ha sido posible gracias a los proyectos CTM 2009-07921 (Ministerio de Ciencia e Innovación /FEDER) y P07-RNM-03303 (Junta de Andalucía/FEDER)

¹ V. González. *Tesis Doctoral Universidad de Almería*. 2012, 230 p.p

² M. Sierra, F.J. Martínez, J. Aguilar. *Geoderma* 2007, 139, 209-219.

³ V. González, M. Simón, I. García, J.A. Sánchez, F. Del Moral. *J. Soil Sediment.* 2013, 13, 1213-1222

⁴ A. Tessier, P.G.C. Campell, M. Bisson, *Anal. Chem.* 1979, 844-851

SPELEOTHEMS AND CLIMATE CHANGE

M. G. Gómez, J. M. Calaforra

Department of Biology and Geology, School of Engineering and Faculty of Experimental Sciences, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); mgt849@alboran.ual.es

There is a long way from that formation occurs karst environment until realized climatic reconstructions.

Climate change is a topic of current social concern, to understand how it works and what its consequences need to know how they did past climate changes, this object of study is the responsibility of the Paleoclimatology. A branch of paleoclimatology are the speleothems. The speleothems are developed from the dissolution of limestone caused by meteoric waters. There is a wide variety of speleothems, however, the most widely used in the field of paleoclimatology are stalactites, flowstones, and especially stalagmites.

The stratigraphic variations of the isotopic composition of calcite, chronological analysis and petrographic and mineralogical study of the speleothems, allow to know the paleoenvironmental conditions during their formation. Uranium series dating can find the age of the speleothems. In addition, speleothems, allow estimation of paleotemperatures, other conditions of calcite precipitation and other factors like vegetation present on the cave, variation of trace elements, etc...

All this information used for paleoclimatic reconstructions is fundamental to find additional answers to the uncertainty of Climate Change.

Thanks to the wealth of information provided by these "climate proxies" numerous studies in this field of knowledge has been performed, so the study of speleothems is considered as an evolving topic and in perpetual progress for the understanding of Climate Change sciences.

CONTROLES HIDROGEOLÓGICOS DE LA ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES DE *ZIZIPHUS LOTUS*: BASES PARA LA CONSERVACIÓN DE UN ECOSISTEMA DEPENDIENTE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

E. Guirado-Hernández¹, D. Alcaraz-Segura^{1,3}, J. Gisbert², J. Cabello^{1,2}

¹ Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global. Universidad de Almería. 04120 Almería. Spain. geesecillo@gmail.com

² Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. 04120 Almería. Spain.

³ Departamento de Botánica. Universidad de Granada. 04120 Almería. Spain.

Los matorrales arborescentes de *Ziziphus lotus* (azufaihares) representan un hábitat prioritario a nivel europeo (5220*), dada su singularidad como formaciones típicamente norteafricanas, el grado de endemidad de las especies que albergan, y su restricción a los ecosistemas áridos del SE ibérico. En los últimos 30 años, la fragmentación y destrucción de su hábitat han llevado a estas formaciones casi al borde la extinción. En la actualidad, la principal población se encuentra en la llanura costera eólica del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar en distinto estado de conservación. Para su mantenimiento en un estado favorable de conservación, se hace necesario desarrollar programas de seguimiento que permitan el desarrollo de estrategias de gestión adaptativa.

Ziziphus lotus ha sido destacada como una especie freatófita, por ello consideramos que el diseño de planes de conservación de esta especie, y su ecosistema asociado, debe partir del análisis del grado de dependencia que la especie muestra con respecto al estado de las masas de agua subterránea sobre las que se asienta. Esta demanda de investigación, converge ahora con los objetivos de la Directiva Marco de Aguas, que insta a los estados miembros a identificar indicadores del estado de conservación de los ecosistemas dependientes de aguas subterráneas. Para avanzar en el conocimiento de la interacción entre el azufaihar y el acuífero, evaluamos los controles hidrogeológicos que pueden limitar la estructura de la población de *Z. lotus* en la llanura litoral del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, la mayor población de Europa.

Los resultados muestran que la altura del nivel freático, la distancia al mar y por consiguiente la salinidad y disponibilidad de agua dulce, representan factores que afectan a la estructura de las poblaciones de *Z. lotus*. Los individuos de *Z. lotus* muestran agregación espacial en relación a las fallas del terreno, lo que sugiere que estas fracturas pueden ser aprovechadas para lanzar raíces profundas hasta el nivel freático. Por otro lado, los patrones de distribución y agrupación entre los individuos de *Z. lotus*, su densidad y tamaño medio varían en función de la distancia a la que se encuentra dicho nivel. Consideramos que el estudio de factores hidrogeológicos que afectan a la distribución espacial de especies freatófitas, puede ser una importante estrategia para conocer y gestionar los ecosistemas dependientes del acuífero en zonas áridas e identificar indicadores sencillos que informen del estado de las masas de agua subterránea.

LAS ARTINERAS (*Maytenus senegalensis* LAM., EXELL subsp. *Europaea*, BOISS, RIVAS MARTÍNEZ EX GÜEMES & MB CRESPO). ESTADO DE UNA POBLACIÓN EN EL S.E. PENÍNSULA IBÉRICA

**J.M. López-Martos, Z. López-Martínez, A. Montero-Martín, I. Navarro-Giménez
e I. Pascual-López**

*Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería,
E04120Almería (España); jlm259@alboran.ual.es*

Maytenus senegalensis (Lam.) Exell subsp. *europaeus* (arto) (Boiss) Rivas Martínez ex Güemes & MB Crespo es un taxón que se distribuye a lo largo del litoral del SE de la Península Ibérica y Norte de África (Marruecos y Argelia). En España se presenta en las provincias de Málaga, Granada, Almería, Murcia y Alicante, correspondiendo a tres comunidades autónomas, mientras que en Murcia y Valencia es considerado “vulnerable”, en Andalucía se considera “en Peligro” y curiosamente la lista roja española lo recoge como “casi amenazada”. Por otra parte, las formaciones de la planta están recogidas como hábitat prioritario por la Directiva Hábitat de la UE (5220: Matorrales arborescentes con *Ziziphus lotus* y 5330: Matorrales termomediterráneos y predesérticos).

En Andalucía son varios los factores de amenaza que pesan sobre esta especie, entre los que destaca la expansión de los cultivos intensivos. El extraordinario avance de los cultivos bajo plástico en el litoral y prelitoral andaluz han destruido y fragmentado amplios enclaves ocupados por las formaciones de *Maytenus senegalensis* subsp. *europaeus* (artineras). Estas transformaciones ya fueron documentadas en el término municipal del El Ejido (Almería), uno de los territorios en los que las artineras alcanzaban mayor protagonismo paisajístico.

Esta investigación se centra en el territorio mencionado, dentro del que se propuso un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) en 2002 (ES6110014, Artos de El Ejido), con una ficha redactada en 1999 y mantenida en su sexta revisión (2012), y tiene como principal objetivo evaluar, mediante el empleo de sistemas de información geográfica (SIG), el grado de fragmentación actual de estas comunidades.

Aunque la ocupación de este territorio se remonta hasta el neolítico, la degradación a gran escala de las artineras se ha intensificado durante los últimos 40-50 años. La figura de LIC, aunque un instrumento necesario, no ha supuesto ninguna garantía para la conservación de estas manchas. Nuestros datos señalan que desde el año 1956-57 se han eliminado 3.593,095 ha, lo que supone un 89,47 % de la superficie original (año 1956). Los números son dramáticos también dentro del LIC, donde se ha producido la pérdida del 14% de artos desde la primera propuesta (1999), a lo que se suma la representatividad de los fragmentos que constituyen el área protegida, en la que tan solo el 49,69 de su delimitación legal posee artineras, estas 105 ha (suponen tan solo el 24,84 % de la superficie de artineras supervivientes)

Agradecimientos: El presente se realizó como trabajo para la asignatura “Conservación y gestión de especies” del Grado de Ciencias Ambientales, habiendo sido aceptado y defendido en el “6ª Congreso de Biología de la Conservación de Plantas” (Murcia, 2013) en la modalidad poster. Queremos mostrar nuestro agradecimiento a los profesores por la tutorización.

CUENCA MARINA DE ALBORAN: LABORATORIO DE ENSAYO DE INSTRUMENTOS PARA LA PRAXIS DE UNA GOBERNAZA SOCIOECOSISTÉMICA

M.D. López, H. Castro y J. Cabello

*Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global,
Universidad de Almería,
E04120Almería (Spain); mlopez@caescg.org*

Las escalas espacio-temporales a las que ocurren los procesos ecológicos no coinciden con las fronteras geopolíticas. Esto puede generar graves problemas de insostenibilidad que deben ser abordados bajo una perspectiva de gobernanza ambiental más amplia. Tal perspectiva corresponde al enfoque ecosistémico, una forma de gestión en la que los problemas ambientales son considerados bajo su contexto social, económico y ecológico. Este es el caso de la cuenca marina de Alborán, un socioecosistema, asociado al ámbito geopolítico y jurisdiccional de 3 países (España, Marruecos y Argelia) con desarrollos socioeconómicos asimétricos y escenarios culturales distintos. Hasta ahora, la gobernanza no coordinada de esta cuenca está llevando una pérdida grave de biodiversidad y de servicios de los ecosistemas. Por ello, en el marco de la cooperación transfronteriza, desde el Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG), estamos impulsando un proceso social que contribuya a un modelo de gobernanza que aborde la gestión de la cuenca de forma conjunta y sostenible. Dicho proceso está basado en la puesta en marcha de comunidades de práctica transnacionales (Figura 1), que partiendo del conocimiento científico, y considerando el marco regulatorio internacional y el consenso social, conduzca a la generación de conocimiento compartido del que surja una propuesta de indicadores para la evaluación y seguimiento de los problemas ambientales bajo el paradigma de la sostenibilidad. De esta forma, mientras que en la primera fase del proceso, los científicos propusieron la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio como marco conceptual y metodológico para la propuesta de indicadores, en la segunda, a través del diálogo entre científicos y gestores se identificaron los impulsores de cambio del socioecosistema y los servicios ecosistémicos afectados. Actualmente, estamos preparando la tercera fase, el triálogo entre científicos, gestores y agentes de interés para la elaboración de una propuesta de indicadores de seguimiento del cambio global consensuada socialmente.

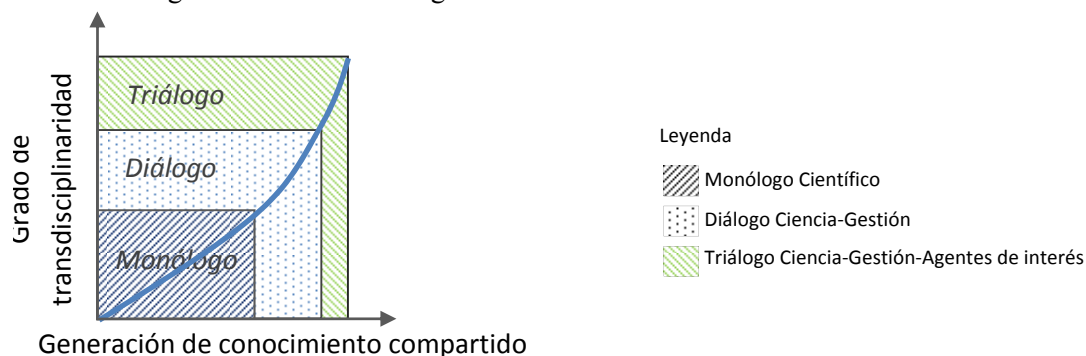


Figura 1. Proceso seguido para la puesta en marcha de comunidades de práctica para adoptar un modelo de gobernanza socioecosistémica en la cuenca marina de Alborán en el marco de cooperación transfronteriza.

Agradecimientos. Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Programa de Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores. POCTEFEX ALBORÁN: “Espacio Transfronterizo de Gestión Natural Compartida”.

COSTRAS BIOLÓGICAS, INGENIERAS PIONERAS DE LOS ECOSISTEMAS ÁRIDOS. ANALIZANDO SU POTENCIAL PARA RECUPERAR ZONAS ALTERADAS

C. López^a, S. Chamizo^a, E. Rodríguez-Caballero^a, I. Miralles^b, Y. Cantón^a

^aDepartamento de Agronomía, Universidad de Almería;
E04120 Almería (España); carmenzayas13@gmail.com; ^bEstación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), Almería; E04120 Almería (España)

Las Costras Biológicas del Suelo (CBS), comunidades complejas de cianobacterias, líquenes, algas y briófitos, son a menudo los primeros colonizadores en la sucesión en ecosistemas terrestres. Estas costras son consideradas ingenieras de los ecosistemas y desempeñan un importante papel en diversos procesos clave. Así, podemos ver como a diferencia de las costras físicas, las costras biológicas protegen el suelo frente a la acción erosiva del viento o del agua, aumentan la fertilidad del suelo mediante la fijación de carbono nitrógeno atmosférico y a través de la síntesis de compuestos polisacáridos¹. Además, las CBS modifican numerosas propiedades del suelo que afectan al movimiento y contenido de agua en el suelo como la micro-topografía, la porosidad, la hidrofobia, o el agrietamiento, por lo que regulan de forma decisiva la disponibilidad de agua en el suelo, que es el principal recurso limitante en zonas áridas². Las perturbaciones causadas por crecientes actividades humanas en zonas áridas como son el pastoreo, el tráfico de vehículos o las actividades de ocio, causan la pérdida de las CBS o, en su caso, la conversión de CBS de etapas tardías de la sucesión (comunidades evolucionadas dominadas por líquenes y musgos) en comunidades menos desarrolladas dominadas por cianobacterias. Estas alteraciones tienen importantes implicaciones en propiedades del suelo como la rugosidad de la superficie, la resistencia frente a la erosión y la fertilidad del suelo, que afectan de forma drástica al funcionamiento del ecosistema. El objetivo de este trabajo es analizar cómo evolucionan propiedades físico-químicas del suelo relacionadas con los procesos de fijación de carbono y nitrógeno, infiltración y erosión, en diferentes superficies tras eliminar la cubierta de CBS.

Tras eliminar la cubierta de CBS en dos zonas semiáridas de la provincia de Almería, el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar y el desierto de Tabernas, encontramos que inicialmente se produce una disminución en el contenido en carbono y nitrógeno del suelo, así como de la rugosidad de la superficie, debido a un aumento en la pérdida de partículas del suelo por la acción erosiva del agua de escorrentía y por el sellado de la superficie por el impacto de las gotas de lluvia. A medida que el suelo es nuevamente colonizado por cianobacterias y líquenes, aumenta el contenido en clorofila y en carbono y nitrógeno, disminuye la reflectancia de la superficie y se produce un aumento de la rugosidad del terreno. Además, la evolución de estas propiedades es más rápida en los suelos que estaban previamente colonizados por CBS más desarrolladas que en aquellos colonizados por CBS menos evolucionadas. Este estudio pone de manifiesto la potencialidad que ofrece el empleo de estas comunidades de organismos en la recuperación y mejora de las propiedades del suelo en zonas degradadas.

Agradecimientos. Este estudio ha sido financiado por el proyecto COSTRAS (RNM-3614) de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, y BACARCOS (CGL2011-29429) del Ministerio de Ciencia e Innovación, ambos incluyendo fondos ERDF de la Unión Europea.

¹Chamizo, S., Cantón, Y., Miralles, I., Domingo, F., *Soil Biol. Biochem.* **2012**, 49, 96-105

²Rodríguez-Caballero, E., Cantón, Y., Chamizo, S., Lázaro, R., Escudero, A. **2013**. *Ecosystems* 16, 529-546.

VINCULACIÓN CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES - USOS DEL SUELO AGRÍCOLA UTILIZANDO UN MODELO DE REGRESIÓN BASADO EN REDES BAYESIANAS

A.D. Maldonado, R. F. Roperro, P.A. Aguilera

*Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales,
Universidad de Almería,
E04120 Almería (Spain); amg457@alboran.ual.es*

Los cambios de uso del suelo se consideran uno de los principales impulsores del Cambio Global, siendo los usos agrícolas uno de los mayores contribuyentes a la contaminación por nitrato en aguas superficiales. La vinculación entre usos agrícolas y contaminación ha sido ampliamente estudiada mediante diversos modelos matemáticos, sin embargo son escasas las aproximaciones multivariantes probabilísticas. Las Redes bayesianas son modelos gráficos probabilísticos que utilizan el lenguaje gráfico para facilitar la representación y resolución de problemas complejos y usan la teoría de la probabilidad como representación de la incertidumbre, expresada mediante un conjunto de distribuciones de probabilidad condicionada. Con el objetivo de establecer la vinculación entre la concentración de nitrato en aguas superficiales y los usos agrícolas de Andalucía, se desarrolló un modelo de regresión probabilístico basado en Redes bayesianas.

Los datos fueron obtenidos de la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía. Los 31 usos agrícolas caracterizados por el Mapa de Usos y Coberturas del Suelo fueron sintetizados en 9, atendiendo a la clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Andalucía. Los 9 usos agrícolas fueron: Olivar en Secano, Otros Leñosos en Secano, Leñosos en Regadío, Dehesa, Herbáceos en Secano, Herbáceos en Regadío, Arrozal, Mosaico Mediterráneo y Cultivos Forzados. Los datos de nitrato fueron obtenidos a partir del Conjunto de datos de Aguas Superficiales de Andalucía. El modelo continuo de Red bayesiana fue aprendido con estructura Naïve Bayes, consistente en una variable objetivo (nitrato) de la que parten un conjunto de variables descriptoras (usos agrícolas). El modelo fue validado con la técnica de validación cruzada en k-pasos, obteniendo el error cuadrático medio, que fue comparado con el error de un modelo de Regresión Lineal Múltiple (RLM) aplicado al mismo conjunto de datos. Con el modelo bayesiano obtenido, se propusieron escenarios de evolución del territorio basados en la transformación de los usos agrícolas de Andalucía en los últimos 50 años. Los escenarios propuestos fueron: 1) Incremento de los cultivos Leñosos en Regadío; 2) Disminución de los cultivos Herbáceos en Secano; y 3) Incremento del Mosaico Mediterráneo.

El modelo obtenido estableció las relaciones directas e inversas entre la variable objetivo y las variables descriptoras. Las variables Olivar en Secano, Leñosos en Regadío, Herbáceos en Secano, Herbáceos en Regadío, Mosaico Mediterráneo (en los valores bajos de su dominio) y Cultivos Forzados mostraron una relación directa con el nitrato, mientras que las variables Dehesa y Mosaico Mediterráneo (en los valores altos de su dominio) mostraron una relación inversa con el nitrato. Se comparó el error cuadrático medio obtenido por el modelo de regresión por Red bayesiana y el modelo de RLM, comprobando que ambos son prácticamente similares. Los escenarios propuestos ponen de manifiesto que la transformación de los cultivos de secano en regadíos aumenta la probabilidad de encontrar altas concentraciones de nitrato en aguas superficiales, debido fundamentalmente a la mayor aplicación de fertilizantes y al retorno de riego. Por otro lado, el aumento del mosaico Mediterráneo presenta una menor probabilidad de hallar altas concentraciones de nitrato en aguas superficiales, ya que los sistemas heterogéneos, en su conjunto, son capaces de ralentizar el ciclo de nutrientes, controlando así la contaminación de las aguas superficiales.

¿SON LAS CAJAS NIDO UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA CONSERVACIÓN DEL MOCHUELO EUROPEO?

J.L. Molina-Pardo¹, J. M. Avilés², D. Parejo² and J. Rodríguez²

1. *Calle Granada 28. Huércal-Overa
Almería (España); jmp648@gmail.com*
2. *Departamento de Ecología Funcional y Evolutiva
Estación Experimental de Zonas Áridas EEZA (CSIC)
Carretera de Sacramento s/n. E-04120 La Cañada de San Urbano,
Almería(España)*

Las actuales políticas forestales y la intensificación de la agricultura están consiguiendo que desaparezcan de nuestros ecosistemas árboles viejos capaces de albergar oquedades. La escasez de agujeros naturales está afectando de forma directa a gran cantidad de aves que utilizan estos huecos para reproducirse en toda Europa. Para mitigar la escasez de huecos, la suplementación de zonas de nidificación mediante el uso de cajas nido es una estrategia habitual en conservación. Sin embargo, la instalación de cajas-nido puede atraer a las aves a lugares marginales o inducir a una distribución no aleatoria de las parejas en función de su calidad individual, factores que pueden incidir negativamente sobre las especies. El Mochuelo Europeo (*Athene noctua*) es una pequeña rapaz que utiliza oquedades naturales para anidar y que se encuentra en claro declive en España y en gran cantidad de países europeos. Nuestro objetivo es contribuir a la conservación de la especie comprendiendo en un contexto como el sureste Ibérico, las características que resultan prioritarias para el mochuelo a la hora de seleccionar las cajas nido. Además exploramos la posibilidad de que estas cajas nido pudieran convertirse en trampas ecológicas (p. ej. atraer a los mochuelos a zonas con bajas productividades). Para conseguir este objetivo se estudió durante tres años consecutivos la reproducción del mochuelo y se relacionaron los parámetros de hábitat y de ubicación de las cajas nido con la ocupación, la preferencia, el éxito reproductor y la calidad individual de las parejas. Nuestros resultados nos muestran que el mochuelo prefiere ocupar las cajas nido ubicadas en zonas llanas, cercanas a la carretera, con gran número de encinas y alejadas de las ramblas. La productividad del mochuelo no varía en relación a las variables de hábitat o ubicación de las cajas estudiadas aunque sí lo hizo con la preferencia, lo que sugiere que en nuestro estudio y localidad, las cajas nido no funcionan como trampas ecológicas. Además comprobamos que los pollos de mayor peso los encontramos en cajas ubicadas en las zonas más transformadas y con una orientación SE preferentemente. Afirmamos a modo de conclusión, que las cajas nido en nuestra zona de estudio, si son una herramienta eficaz en la conservación del mochuelo.

Palabras clave: Cajas nido, Mochuelo Europeo, conservación, calidad individual, selección de hábitat, influencia humana, *Athene noctua*.

WATER REGULATION SERVICE FROM SUPPLY TO SOCIAL DEMAND: A LANDSCAPE-SCALE ANALYSIS

C. Quintas-Soriano, A.J. Castro, M. García-Llorente, J. Cabello and H. Castro

*Andalusian Centre for Evaluation and Monitoring Global Change, Biology and Geology Dpt. University of Almeria, E04120 Almería, (Spain);
cquintassoriano@gmail.com*

Worldwide water managers and policy makers are faced by the increasing demands for limited and scarce water resources, particularly in semi-arid ecosystems. This study assesses water regulation service in semi-arid ecosystems of the southeastern Iberian Peninsula. Comparisons between the supply-demand sides were analyzed across different landscape units. We mapped the supply as the potential water recharged by aquifers and water supplies from reservoirs; while the demand was focused on an analysis of water consumed or used for irrigation and the stakeholder's perceptions regarding water regulation importance and vulnerability. Results show some landscape units are able to maintain and conserve water regulation service when the volume of recharge water by aquifers and the water supply from reservoirs is greater than its consumption (e.g. rural landscape units). However, we also found potential social conflicts in landscape units where water consumption and use is much greater than the water recharge and supply. This particularly occurs in the non-protected littoral areas with the highest water consumption and where water is perceived as a non-important and vulnerable natural resource. Overall, our results emphasized the importance of assessing ecosystem services from both supply to demand sides, for identifying social conflicts and potential trade-offs, and to provide practical information about how to integrate the ecosystem service research into landscape management and planning.

Acknowledgements. We thank all of the people that kindly responded to the interviews and the questionnaire. Funding for the development of this research was provided by the Andalusian Center for the assessment of Global Change (CAESCG) (GLOCHARID project), the ERDF (FEDER), Programa de Cooperación Transfronteriza España- Fronteras Exteriores (POXTEFEX-Transhabitat), Andalusian Regional Government (Junta de Andalucía SEGALERT Project, P09-RNM-5048), and Ministry of Science and Innovation (Project CGL2010-22314). The Oklahoma Biological Survey at the University of Oklahoma (US) has provided support for A.J.C.

EVALUACIÓN DE SUELOS DEDICADOS AL CULTIVO DEL ALMENDRO EN EL SECTOR OCCIDENTAL DEL VALLE DEL GUADALENTÍN. PROPUESTAS DE MEJORA

D. Reinaldos, J.A. Sánchez, I. García, S.T. Sánchez

*Departamento de Agronomía. Área de Edafología y Química Agrícola,
Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3
E04120Almería (España); reinaldos687@hotmail.com*

Desde el neolítico, donde el hombre pasó a ser agricultor y ganadero, el suelo ha sufrido una gran explotación de tal modo que, en muchas ocasiones, ha llegado a nuestros días intensamente degradado. La evaluación de los suelos es la ciencia que trata de obtener el máximo rendimiento del terreno con un nulo deterioro. Por tanto para determinar la vocación del territorio es necesario conocer los suelos y su evaluación¹.

Puerto Lumbreras una de las mayores poblaciones del Valle del Guadalentín basa su economía en la ganadería y agricultura. Esta última está constituida por flores, olivar, hortalizas y fundamentalmente el cultivo de frutales no cítricos, especialmente el almendro².

Este trabajo tiene como objetivos: el estudio de las características edafoclimáticas, la evaluación de la fertilidad de los suelos y propuestas para la mejora del cultivo.

Para la evaluación de estos suelos se han elegido dos metodologías: Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO (1976) y el Sistema de Evaluación de Productividad Agraria de la FAO (Riquier, Bramao y Cornet, 1970)³.

Se han estudiado y evaluado los suelos (Fluvisoles) de una finca de almendros en regadío en El Esparragal, T.M de Puerto Lumbreras.

Tras las fases de campo, laboratorio y gabinete se consideraron como principales limitaciones de estos suelos, entre otras, bajo contenido en materia orgánica, texturas gruesas, pH básico o alcalino, baja retención en nutrientes, alto contenido en sales en determinadas zonas... a los que hay que sumar el déficit de agua, prácticamente todo el año⁴.

Como propuestas de mejora indicar la necesidad de riego para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo; aporte de agua adecuado a las condiciones climáticas, aporte de enmiendas orgánicas que aumenten la fertilidad del suelo, reducción del aporte de abonos, así como un buen manejo de suelo, especialmente del fertirriego⁵.

¹Dorronsoro Fernández, C. (2013).Evaluación de suelos: conceptos, en la página profesional de Carlos Dorronsoro Fernández en: <http://edafologia.net/evaluacion/tema1/1conceptos.htm>

² Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente, (2008). Mapa de cultivos y aprovechamientos de Puerto Lumbreras, hoja 975 MTN. <https://aplicaciones.magrama.es/tienda/jsp/ConsultaIndividualDescargas.jsp>

³ Dorronsoro Fernández, C. (2013). Evaluación de suelos (Sistema de Riquier) en pagina profesional de Carlos Dorronsoro Fernández en: <http://edafologia.ugr.es/evaluacion/indice.htm>

⁴ Reinaldos, D. (2013). Evaluación de los suelos de una finca de almendros en regadío en el término municipal de Puerto Lumbreras (el Esparragal). Propuestas de mejora.

⁵ Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), (2013). En la página web del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS): http://www.cebass.csic.es/dep_spain/riego/riego_lineas.html

MAMMALS AND SATELLITE-DERIVED DATA: CAN RADIOMETRY IMPROVE THE ECOLOGICAL NICHE MODELING OF EUROPEAN BADGER?

J. Requena-Mullor, E. López, A. J. Castro, J. Cabello, E. Virgós, E. González and H. Castro

*Andalusian Center for the Assessment and Monitoring of Global Change (CAESCG),
University of Almería,
E04120Almería (Spain); juanmir@ual.es*

This study explored the use of satellite imagery-derived data for variables related to the ecosystem functional dimension to know whether they improve modeling of European badger (*Meles meles*) distribution in Mediterranean arid environments in the southeastern Iberian Peninsula. With this aim, we first sampled the badger occurrence in a representative area of arid landscapes in the southeastern Iberian Peninsula. Secondly, we design a variety of spatial distribution models based on environmental variables, with and without including variables derived from the Enhanced Vegetation Index (EVI). Then, we explored their predictive power based on a subset of previously sampled presence data and the habitat preferences of the European badger as described by other authors. We found that EVI-derived variables represented relevant ecological aspects described for European badger, as 1- a high primary productivity (i.e., mean of EVI) associated to orchards or fruit crops, a very important food supply for its survival in these environments, 2- seasonality in the primary production (i.e., coefficient of variation of EVI), which can be seen as a surrogate of habitat quality, and 3- spatially heterogeneous landscapes (i.e., standard deviation of EVI) which would provide different food resources.

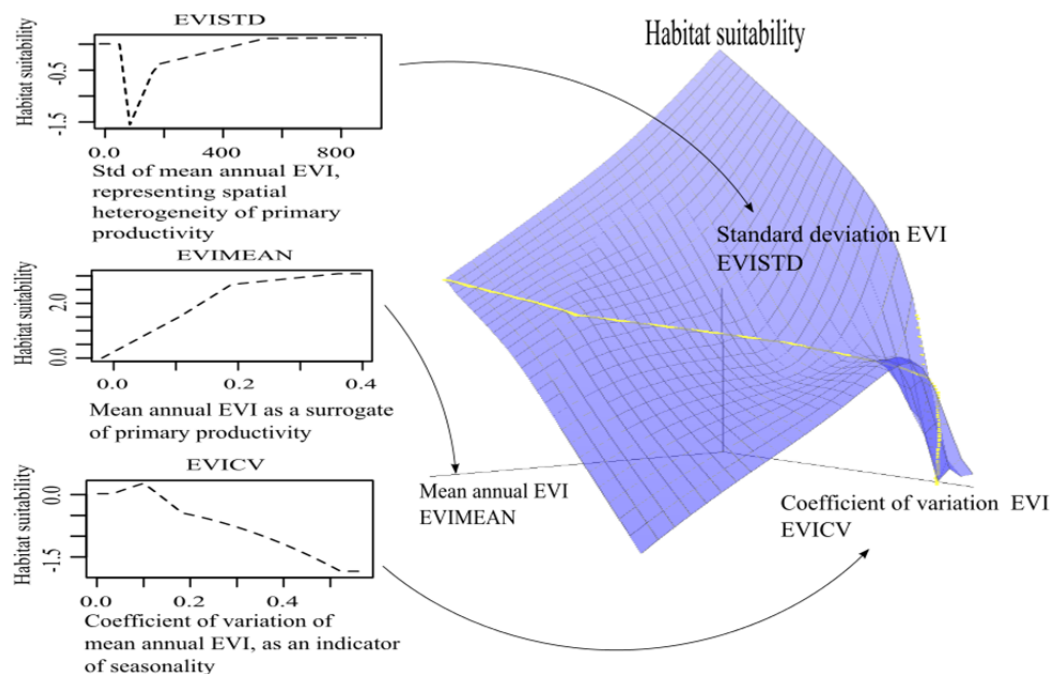


Figure 1. Effects of EVI-derived variables on habitat suitability of European badger (*Meles meles*).

Acknowledgements. Funding was received from the Andalusian Government (Projects GLOCHARID and SEGALERT P09-RNM-5048).

EFECTO DEL FILTRADO DE CALIDAD SOBRE EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN EVI-MODIS PARA EL SEGUIMIENTO FUNCIONAL DE ECOSISTEMAS

A. Reyes¹, J. Cabello^{1,2} y D. Alcaraz-Segura^{1,2}

¹Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Almería.

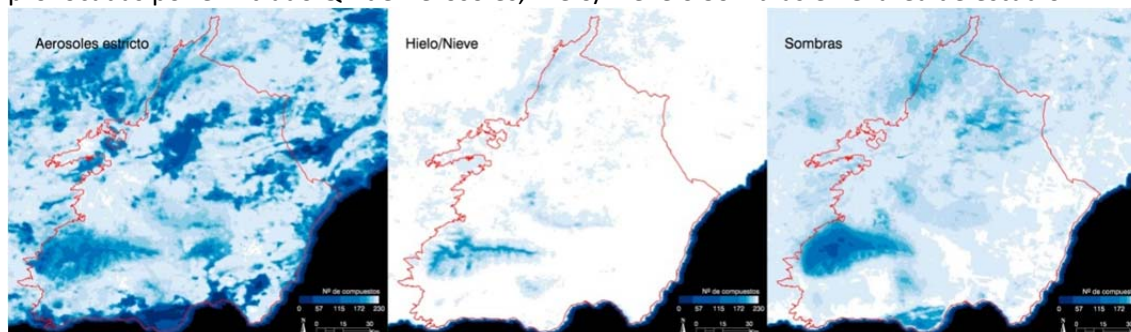
^{1,2}Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG).

Universidad de Almería

E04120 Almería; areyesdiez@gmail.com

El seguimiento de los ecosistemas a partir de datos procedentes del sensor MODIS está actualmente muy extendido tanto en tareas de investigación como de gestión. En concreto, los índices de vegetación NDVI -*Normalized Vegetation Index*- (Índice de vegetación normalizado) y EVI, -*Enhanced Vegetation Index*- (índice de vegetación mejorado), son ampliamente usados para la caracterización del funcionamiento ecosistémico. Ambos índices se emplean como estimadores lineales de la fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada por la vegetación (fAPAR), el principal control de la producción primaria. Junto con los datos correspondientes al valor de éstos índices, el producto de índices de vegetación MOD13Q1 proporciona una capa QA (*Quality assesment*, evaluación de la calidad) que informa de la calidad de cada píxel. Esta información representa una gran ventaja para el usuarios, al permitir filtrar aquellos datos que puedan verse alterados por la presencia de aerosoles, nubes, nieve o sombras. Sin embargo, la realización de un filtrado homogéneo a lo largo de una región puede añadir incertidumbre a los datos, a través de la pérdida de información de distintas fechas para una misma zona, o en áreas no afectadas por tales factores ambientales. Esta situación puede ser especialmente crítica en regiones con alta heterogeneidad ambiental, como el Sureste Ibérico. En este trabajo evaluamos el efecto que el filtrado de calidad tiene sobre la información espacial y temporal de la base de datos de EVI en la región, en el periodo 2001-2010. Los resultados, expresados en porcentaje de información perdida (filtrada) y como efecto de estas pérdidas sobre los valores de EVI, indican que mientras que las áreas de menor altitud no se ven afectadas por el filtrado, las regiones de alta montaña muestran variaciones en sus valores de EVI cuando son filtrados por aerosoles, sombras o la presencia de hielo o nieve (Figura 1). Esto pone de manifiesto la importancia del establecimiento de un protocolo para el procesamiento de la información que considere adecuadamente los requerimientos espaciales y temporales del filtrado.

Figura 1. Distribución espacial de las pérdidas de información (serie temporal inicial) provocadas por el filtrado QA de Aerosoles, Hielo/Nieve o Sombras en el área de estudio.



Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CESCG)(Proyecto GLOCHARID), la Junta de Andalucía(Proyecto SEGALERT, P09-RNM-5048) y el Ministerio de Innovación y Ciencia (Proyecto CGL2010-22314)

EFFECTIVENESS OF PROTECTED AREAS IN CONSERVATION OF REGULATING ECOSYSTEM SERVICES: A CASE STUDY IN SPAIN AND MOROCCO

P. Lourenço^{1,2}, A. Reyes^{1,2}, D. Alcaraz-Segura³ and J. Cabello^{1,2}

¹*Andalusian Center for the Assessment and Monitoring of Global Change (CAESCG),*

²*Dept. of Biology and Geology. University of Almería*

³*Dept. of Botany. Faculty of Sciences. University of Granada
pmrlourenco@gmail.com*

Protected areas (PAs) are key sites of local, regional, and global strategies for biodiversity conservation. Added value has been recently put on PAs to maintain ecosystem services, socio-economic benefits and cultural heritage. Assessing and monitoring their effectiveness to cover these objectives is a key factor for making relevant management decisions in the face of environmental changes.

Remote sensing tools have been successfully used for quantifying the regional patterns of ecosystem-scale proxies of biodiversity and carbon sequestration by spectral vegetation indices, such as Enhanced Vegetation Index (EVI). EVI derived functional attributes are strongly related to intermediate ecosystem services such as net primary production (NPP). In turn, NPP allows the assessment of carbon sequestration as a final ecosystem service.

In this study, we analyzed the effectiveness of the protected areas of Andalusia (Spain) and Moroccan Rif (Morocco) to maintain carbon gains, as a key regulating ecosystem service. These regions share some biodiversity and environmental traits but have different conservation policies and geopolitical scenarios. We evaluated the inter-annual changes in carbon gains within PAs and in their surrounding buffer zones. We used 3 buffer zones of 1, 2 and 3 km to assess changes in EVI derived attributes and their trends for the period 2001-2012.

As preliminary results, natural land uses of Andalusian PAs were more productive than Moroccan PAs. On the other hand, over the 2001-2012 period, all Moroccan PAs showed positive trends in the EVI annual mean while most of the Andalusia PAs had negative trends.

Acknowledgments: This work was funded by the Andalusian Center for the Assessment of Global Change (CAESCG) (GLOCHARID project), the ERDF (FEDER), Programa de Cooperación Transfronteriza España- Fronteras Exteriores (POXTEFEX- TRANSHABITAT Project. Sustainable Development of the Transboundary Natura 2000 and Habitats of Common Interest of Andalusia-Morocco), Andalusian Regional Government (Junta de Andalucía SEGALERT Project, P09-RNM-5048), and Ministry of Science and Innovation (Project CGL2010-22314).

¿PUEDEN UNOS DIMINUTOS ORGANISMOS MODIFICAR LA RESPUESTA HIDROLÓGICA Y EROSIVA DE LOS BADLANDS MAS GRANDES DE EUROPA?

E. Rodríguez-Caballero, S. Chamizo, M. Alonso, Y. Cantón

Departamento de Agronomía, Facultad de ciencias Experimentales Universidad de Almería, E04120Almería (España); rce959@ual.es

La escasez de agua, unida muchas veces a deficiencias de gestión genera numerosos problemas de degradación en los ecosistemas áridos y semiáridos. La mayor parte de los procesos de degradación en este tipo de sistemas están generados por la acción erosiva del agua, la cual se limita a las áreas desprovistas de vegetación, mientras que la vegetación actúa como sumidero de agua y sedimentos. Las zonas no vegetadas de estos sistemas suelen estar cubiertas por costras biológicas del suelo (CBS). Las CBS son comunidades de cianobacterias, hongos, líquenes o musgos que ocupan los primeros milímetros de suelo y modifican muchas de las propiedades relacionadas con los procesos de generación de escorrentía y erosión, hasta el punto de ser consideradas uno de los principales agentes protectores frente a la erosión¹. Pese a que algunos trabajos señalan la importancia de estudiar el papel de estos ingenieros del ecosistema a diferentes escalas espaciales, hasta el momento, todo el esfuerzo se ha centrado en estudiar sus efectos de forma muy local. En este trabajo, el objetivo es analizar el efecto que diferentes tipos y cobertura de CBS ejercen sobre la generación de escorrentía y la erosión, y examinar cómo este efecto se propaga a través de las diferentes escalas espaciales.

Para alcanzar este objetivo, hemos utilizado datos obtenidos en numerosas parcelas de escorrentía y erosión situadas en el área experimental del Cautivo, situada en los Badlands de Tabernas (Almería) sobre superficies cubiertas por CBS a diferentes escalas espaciales. Primero hemos estudiado las relaciones directas e indirectas entre la cobertura y tipo de CBS y las propiedades de la superficie del suelo afectadas por su presencia a escala de detalle. Una vez establecido su efecto local, el siguiente paso, fue analizar su efecto a escalas más generales y analizar todas las interacciones que ocurren entre las zonas cubiertas por CBS y la vegetación. Nuestros resultados muestran que a escala de detalle, las CBS ejercen un importante papel sobre las propiedades de la superficie directamente relacionadas con los procesos hidrológicos y erosivos como la micro-topografía, la estabilidad superficial o la hidrofobia, reduciendo la escorrentía y la erosión². A escalas más generales, como la escala de cuenca o paisaje el excedente de escorrentía generado en las zonas encostradas biológicamente es infiltrado y aprovechado por la vegetación ubicada aguas abajo, lo cual pone de manifiesto el importante papel que juegan las interacciones y sinergias entre CBS y vegetación en el funcionamiento de los ecosistemas áridos y semiáridos. No obstante, la capacidad de las zonas vegetadas para retener agua y sedimentos es limitada, y puede verse rebasada durante algunos eventos de gran magnitud, aumentando la conectividad hidrológica y la pérdida de agua y sedimentos. Pero, aún durante estos eventos, el efecto protector de las CBS reduce la erosión de forma drástica, lo cual resalta el importante papel que ejercen las CBS sobre los procesos hidrológicos y erosivos, y demuestran la necesidad de incluir su efecto en las políticas de gestión y uso del suelo, para reducir los problemas de degradación en este tipo de sistemas.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto COSTRAS (RNM 3614) de la Junta de Andalucía, y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto BACARCOS (CGL2011-29429), ambos cofinanciados con fondos FEDER.

¹Bowker, M. Belnap, J. Chaudhary, V. Johnson, C. Soil Biol Biochem. 2008, 40, 2309-2316

²Rodríguez-Caballero, E. Cantón, Y. Chamizo, S. Lázaro, R. Escudero, A. Ecosystems. 2013, 16 (4), 1-18

¿CÓMO AFECTAN LAS COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO A LA EMISIÓN DE CO₂ EN ZONAS ÁRIDAS?

J.R. Román^a, S. Chamizo^a, E. Rodríguez-Caballero^a, E.P. Sánchez-Cañete^b, Y. Cantón^a

^aDepartamento de Agronomía, Universidad de Almería, ^bEstación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), E04120 Almería (España), jaromanp59@gmail.com

La preocupación generalizada por el calentamiento de la Tierra debido al efecto invernadero, ha desencadenado en las últimas décadas un interés creciente por el conocimiento preciso del ciclo del carbono en los distintos ecosistemas, constituyendo uno de los principales retos científicos en la actualidad. Sin embargo, son escasos los datos sobre el balance de C en ecosistemas áridos y semiáridos y los factores que lo controlan, a pesar de la amplia distribución a nivel mundial de estos ecosistemas (más del 40% de la superficie terrestre) que sugiere que pueden desempeñar un papel muy importante en el ciclo global del carbono y en la regulación de los niveles de CO₂ atmosféricos. Entre los procesos implicados en ciclo del carbono la respiración del suelo es uno de los mayores contribuyentes, llegando a suponer el 50% del flujo total de un ecosistema¹. En zonas áridas y semiáridas, los parches vegetados se intercalan con espacios abiertos desprovistos de vegetación que presentan una fina capa (invisible al ojo humano) donde viven una gran cantidad de comunidades de microorganismos como bacterias, algas, hongos, musgos o líquenes denominadas en conjunto Costra Biológica del Suelo (CBS), que puede jugar un papel crucial en los flujos de carbono.

El objetivo de este trabajo fue analizar la emisión de CO₂ por respiración en suelos cubiertos por distintos tipos de CBS y compararla con la de otros componentes como suelo bajo planta (*Stipa tenacissima*) y suelo desnudo, identificando los factores ambientales que controlan el proceso. El trabajo se ha desarrollado en dos ecosistemas semiáridos de la provincia de Almería, en los que se instalaron unos novedosos sensores a 2 y 5 cm de profundidad que permiten medir, en continuo, la concentración de CO₂ en el suelo y calcular los flujos de CO₂ emitidos. Los resultados demuestran que los suelos colonizados por CBS presentan una concentración de CO₂ hasta dos veces superior a la del suelo desnudo, debido a un mayor contenido en materia orgánica y mayor actividad metabólica de la microfauna responsable de una mayor actividad respiratoria. Estos resultados ponen de manifiesto el importante papel de las CBS en la regulación de la concentración de CO₂ del suelo y la necesidad de incluir sus efectos en la cuantificación del balance de C en los ecosistemas donde aparecen. Estos resultados unidos a los ya conocidos efectos de las CBS para mejorar la estabilidad de los suelos, aumentar su fertilidad, regular la disponibilidad de agua y la distribución de nutrientes en el paisaje demuestran la importancia de las CBS como proveedoras de numerosos servicios ecosistémicos, a fin de promover su conservación en estos ecosistemas.

Agradecimientos. Este estudio ha sido financiado por el proyecto COSTRAS (RNM-3614) de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, y BACARCOS (CGL2011-29429) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, ambos incluyendo fondos ERDF de la Unión Europea.

¹ Trumbore, S. Carbon respired by terrestrial ecosystems - recent progress and challenges. *Global Change Biology*. 2006 12(2): 141-153.

ACTINOBACTERIAS IMPLICADAS EN EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS VEGETALES HORTÍCOLAS: DIVERSIDAD Y ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS ASOCIADAS.

Z. Sánchez-Fortún, M.J. López, J. Moreno

*Departamento de Biología y Geología, Área de Microbiología.
Escuela Politécnica superior y Facultad de Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería.
04120 Almería (España); zaidasfc@gmail.com*

El compostaje de los residuos vegetales procedentes de los cultivos intensivos bajo plástico constituye una de las mejores alternativas actualmente disponibles para su aprovechamiento con mínimos riesgos ambientales y elevado beneficio¹. Los elementos claves del proceso son sin duda los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) que transforman la materia orgánica hasta dar lugar a un material aplicable como sustrato para agricultura². A pesar de su importancia existen pocos estudios que aborden de forma exhaustiva el análisis de la compleja microbiota asociada al compostaje, o en los que se aprovechen las capacidades potenciales inherentes a estos microorganismos.

En este Trabajo Fin de Grado se analizó la identidad de una colección de 111 actinobacterias aisladas a partir de residuos vegetales hortícolas sometidos a compostaje, en cada una de las fases críticas que caracterizan el proceso. Adicionalmente se determinaron las actividades enzimáticas de interés industrial o ambiental presentes en dichos aislados.

La mayoría de las actinobacterias de la colección pertenecieron al género *Microbacterium* (45%) seguido de *Brevibacterium* (21%) y *Rhodococcus* (10%). El 24% restante de los aislados incluyeron especies de 11 géneros diferentes, entre los que cabe destacar géneros frecuentemente encontrados en procesos de compostaje tales como *Arthrobacter* y *Streptomyces*. De las 9 actividades analizadas, solo 5 (amonificante, amilolítica, proteolítica, hemicelulolítica y fosfatasa) fueron detectadas en los aislados de actinobacterias. La mayoría de las cepas con alguna actividad fueron amonificantes (71% de las cepas), un 24% tuvo actividad amilolítica, el 14% proteolítica y solo una cepa presentó actividad fosfatasa. Entre las actinobacterias analizadas cabe destacar aquellas que mostraron varias actividades simultáneamente por su potencial interés en diversas aplicaciones. Tan solo dos especies, *Cellulosimicrobium funkei* y *Arthrobacter arilaitensis* mostraron cuatro actividades enzimáticas a la vez.

Este estudio contribuirá al avance en el conocimiento del compostaje, aportando herramientas para mejorar la eficacia del proceso como método de reciclaje de residuos, y permitirá la selección de microorganismos con aplicación potencial en biotecnología.

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2009-08405).

¹ M.J. López y R. Boluda. Residuos Agrícolas. En: (J. Moreno y R. Moral, Eds.) *Compostaje*. Mundi Prensa, Madrid, 2009.

² M.P. Bernal, J.A. Albuquerque y R. Moral. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresour. Technol*, 2009, 100, 5444-5453.

ECOLOGÍA ESPACIAL PARA LA GESTIÓN DE UNA INVASIÓN: ANÁLISIS DE PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE AGAVES EN EL PARQUE NATURAL DE CABO DE GATA-NÍJAR

M.T. Torres, M.J. Salinas y J. Cabello

Centro Andaluz para la Evaluación y el Seguimiento del Cambio Global (CAESCG),
Universidad de Almería, Almería (España). trinitorres91@gmail.com

A finales de los años 50, dos especies de *Agave*, el sisal (*A. sisalana* Perr.) y el henequén (*A. fourcroydes* Lem.), fueron introducidas para su uso textil en el ecosistema de la llanura costera eólica del Parque Natural Marítimo-Terrestre de Cabo de Gata-Níjar^{1,2}. El área está ocupada fundamentalmente por el azufáifar, un hábitat de interés comunitario presidido por el arbusto *Ziziphuslotus* (L.) Lam. considerado de carácter prioritario para su conservación por la Directiva europea 92/43 (Directiva Hábitat). El patrón uniforme inicial del cultivo de las agaves ha derivado en un visible patrón agregado a través de un proceso de invasión biológica, reflejando especial intensidad sobre los sustratos arenosos próximos al litoral. En este trabajo nos preguntamos si este patrón está regido por: a) el crecimiento clonal de las especies, b) la interacción entre ellas, y c) la eventual facilitación o competencia de éstas con *Ziziphus*. Para ello realizamos un análisis espacial de primer y segundo orden (función K-Ripley, univariada y bivariada) de los patrones de puntos. Los resultados muestran la agregación de los individuos de las dos especies invasoras a todas las escalas, e indican el tamaño medio que forman sus agregados. El patrón espacial de ambas especies está regido por su crecimiento clonal, y esto es clave para interpretar el proceso de invasión (fototropismo de los rizomas, mecanismos de transferencia de nutrientes entre clones, etc.). Asimismo, los resultados sugieren que los clones procedentes de rizomas podrían tener una dispersión centrífuga a partir de los *Ziziphus*, o a partir de los individuos establecidos lejos de los *Ziziphus* mediante bulbillos procedentes de las inflorescencias. Este estudio representa un punto de partida para proponer estrategias eficientes de gestión de la invasión.

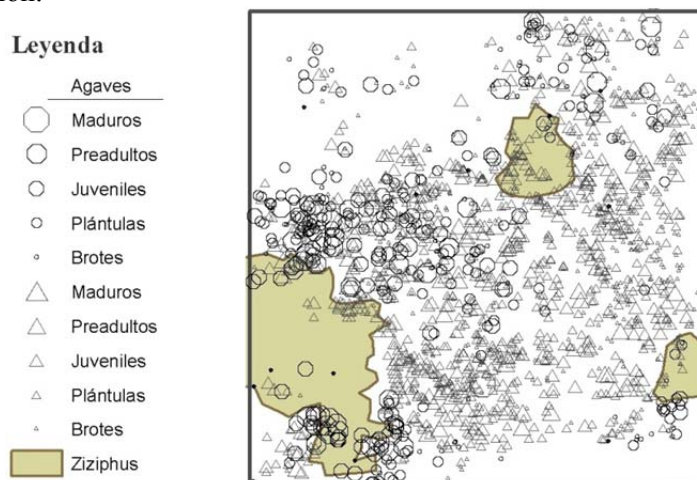


Figura 1. Distribución de *Ziziphus* y *Agavespp.* en una parcela de 30x30 m². Diferenciamos entre el henequén (circunferencias) y el sisal (triángulos) con distintos tamaños dependiendo de la edad.

Agradecimientos. Al Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global por la labor diaria que realiza y el apoyo prestado a este estudio dentro del proyecto GLOCHARID. Y a Patricia Lourenço por la ayuda técnica ante cualquier dificultad.

¹ "A Almería se le está conduciendo a la prosperidad". ABC 19-07-1956, p20.

² "El cultivo de Agaves representa una nueva riqueza para la provincia de Almería". ABC 4-04-1956, p32.

³ F. T. Maestre Gil y A. Escudero Alcántara, *Introducción*; pp1-32. En: F.T. Maestre Gil, A. Escudero Alcántara y A. Bonet (Ed.). *Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones*. Madrid, 2008.

8. Lista de los autores principales

<i>Póster</i>	<i>Autor</i>	<i>Pág.</i>	<i>Póster</i>	<i>Autor</i>	<i>Pág.</i>
P-1	AitHami <i>et al.</i>	13	P-50	López, M.D. <i>et al.</i>	62
P-2	Alarcón-Flores <i>et al.</i>	14	P-58	Lourenço <i>et al.</i>	70
P-41	Alonso <i>et al.</i>	53	P-52	Maldonado <i>et al.</i>	64
P-42	Amorós <i>et al.</i>	54	P-23	Mañas-Mañas <i>et al.</i>	35
P-43	Amorós <i>et al.</i>	55	P-8	Martínez-Domínguez <i>et al.</i>	20
P-44	Amorós <i>et al.</i>	56	P-17	Martos-Maldonado <i>et al.</i>	29
P-4	Arrabal-Campos <i>et al.</i>	16	P-35	Mendoza <i>et al.</i>	47
P-16	Aykacet <i>et al.</i>	28	P-53	Molina-Pardo <i>et al.</i>	65
P-5	Bacarizo <i>et al.</i>	17	P-36	Morales <i>et al.</i>	48
P-26	Beas-Catena <i>et al.</i>	38	P-37	Navarro <i>et al.</i>	49
P-27	Camacho-Rodríguez <i>et al.</i>	39	P-12	Nieto-García <i>et al.</i>	24
P-3	Cámara-Artigas	15	P-11	Oña-Burgos <i>et al.</i>	23
P-28	Carra <i>et al.</i>	40	P-38	Posadas <i>et al.</i>	50
P-29	Castillo <i>et al.</i>	41	P-54	Quintas-Soriano <i>et al.</i>	66
P-45	Chamizo <i>et al.</i>	57	P-24	Ramos-López <i>et al.</i>	36
P-15	Dahane <i>et al.</i>	27	P-21	Raya-Barón <i>et al.</i>	33
P-6	Debbagh-Boutarbouch <i>et al.</i>	18	P-55	Reinaldos <i>et al.</i>	67
P-30	De San Pedro <i>et al.</i>	42	P-39	Reinoso <i>et al.</i>	51
P-46	Estévez <i>et al.</i>	58	P-56	Requena-Mullor <i>et al.</i>	68
P-22	Fernández-Martínez <i>et al.</i>	34	P-57	Reyes <i>et al.</i>	69
P-19	García-Martínez <i>et al.</i>	31	P-40	Rivas <i>et al.</i>	52
P-31	Gómez, C. <i>et al.</i>	43	P-9	Rodríguez-Alonso <i>et al.</i>	21
P-47	Gómez, M.G. <i>et al.</i>	59	P-59	Rodríguez-Caballero <i>et al.</i>	71
P-32	González-Galindo <i>et al.</i>	44	P-60	Román <i>et al.</i>	72
P-33	González-López <i>et al.</i>	45	P-18	Ruiz-Baños <i>et al.</i>	30
P-7	González-Ramírez <i>et al.</i>	19	P-20	Ruiz-Muelle <i>et al.</i>	32
P-48	Guirado-Hernández <i>et al.</i>	60	P-61	Sánchez-Fortún <i>et al.</i>	73
P-34	Jiménez <i>et al.</i>	46	P-14	Scalambra <i>et al.</i>	26
P-13	López-Gutiérrez <i>et al.</i>	25	P-10	Soriano-Maldonado <i>et al.</i>	22
P-49	López-Martos <i>et al.</i>	61	P-62	Torres <i>et al.</i>	74
P-51	López, C. <i>et al.</i>	63	P-25	Villegas-Vallecillos <i>et al.</i>	37