

**Libro de Abstracts**

**2014**



*experimentales*

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

Edición: Universidad de Almería

ISBN: 978-84-16027-70-5

DEPOSITO. LEGAL: AL 1108-2014

# III Minisimposio de Investigación en Ciencias Experimentales

Festividad de San Alberto Magno  
14 de Noviembre de 2014

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. Información importante del Minisimposio	6
5. Programa	7
6. Patrocinio del Minisimposio	8
7. Lista de títulos de pósteres	9
8. Resúmenes	
Ciencias aplicadas y medioambientales	15
Química	41
Matemáticas	59
Biotecnología y bioprocesos industriales	64
9. Lista de los autores principales	86

## 1. Organización

### *Comité Organizador*

Miriam Álvarez Corral  
M<sup>a</sup> 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. Los miembros del comité han sido:

Ana Agüera López  
Trinidad Angosto Trillo  
Francisco García Camacho  
Cecilio Oyonarte Gutiérrez  
Blas Torrecillas Jover

## 2. Carta del Vicedecano de la División de Ciencias Experimentales

La celebración del III Minisimposio de Investigación en Ciencias Experimentales marcará, un año más, la celebración de la Festividad del Patrón de nuestra División, san Alberto Magno. Después de la experiencia tan satisfactoria vivida en las dos ediciones anteriores, hemos querido que esta ventana que sirve de expositor de las tareas de investigación de nuestros jóvenes valores, siga abierta: mi agradecimiento como Vicedecano, en nombre de todo el Equipo directivo del Centro Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales (EPS y FCCEE), a todas las personas que lo habéis hecho realidad quiero explicitarlo en los compañeros María del Carmen Cerón García e Ignacio Fernández de las Nieves.

La apuesta decidida por la Investigación, uno de los grandes pilares de nuestra realidad científica en esta Universidad, se concreta en este esfuerzo que se hace desde nuestra División de Ciencias Experimentales, más allá de los meros compromisos a los que la legislación vigente nos obliga: los propios contenidos de la jornada, con la exposición y defensa pública del quehacer investigador de nuestros jóvenes, confirma que la tarea de gestión no puede constreñirse únicamente a una serie de items ya prefijados por la legislación vigente.

Quiero, como ya es tradición en este "Saludo del Vicedecano", concluir con mi felicitación a todos los participantes que, mediante los pósteres y la pública defensa de vuestra labor, vais a llenar de Ciencia el Hall y la Sala de Grados del Aulario IV durante toda la semana y, en particular, el viernes día 14 de noviembre. Cuando la financiación pública de la Investigación en nuestro país alcance los niveles de nuestro entorno occidentalizado seguro que nos encontrará preparados a los científicos, en particular a los de la Universidad de Almería. Este Libro será un testimonio más de todo ello.

Gracias de nuevo, en nombre de la institución, por vuestro compromiso.

Enrique de Amo Artero

*Vicedecano*

### 3. Carta del Comité Organizador

En este año 2014 queremos darles la bienvenida una vez más a la tercera edición del Minisimposio 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 bajo la modalidad de pósteres científicos y comunicaciones orales, esperemos siga consolidándose en nuestra institución. Queremos agradecer a las empresas Dicsa, Equilabo y Fisher-Scientific, todas ellas especializadas en el ámbito de equipamiento científico, por su valiosa colaboración, y en especial a Dicsa por su apoyo y aliento que desde los inicios insufló a este comité para que este evento fuese una realidad. Este año además de la colaboración del Campus de Excelencia Agroalimentario, se suma la cooperación del Campus de Excelencia del Mar, y del Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria, a los que queremos agradecer su gran participación en tiempos en el que la financiación en investigación no es especialmente fértil.

La pasada edición del Minisimposio contó con más de sesenta pósteres que decoraron el Hall del Aulario IV con la finalidad de mostrar los objetivos logrados en sus investigaciones. 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 con una amplia variedad de proyectos de investigación. Con esta tercera edición, se pretende crear de nuevo una atmósfera similar en donde el debate científico impere durante toda la jornada y donde 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 las mejores comunicaciones orales este año en modalidad "flash", esperemos sean un acicate para que nuestros investigadores pre y postdoctorales intenten expresar en no más de un A0 y en exactamente 5 minutos, su dedicación diaria por y para la ciencia.

Es por tanto nuestro objetivo 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 promovidos por nuestra pasión por la investigación y estamos plenamente convencidos de que será un encuentro académico, científico y



social, sin duda, muy enriquecedor para todos los asistentes. ¿Por qué no transmitir nuestros logros de los que nos sentimos tan orgullosos? Un año más, esperamos poder decir una de las frases célebres de San Alberto Magno: "Yo mismo lo he experimentado".

Reciban un cordial saludo.

*Comité Organizador*

## 4. Información importante del Minisimposio

Participan en este III Minisimposio becarios predoctorales y postdoctorales de investigación de la EPS-FCCEE de la UAL, así como cualquier profesor investigador de la UAL.

El Comité Científico será el encargado de valorar todos los trabajos en formato póster presentados, y seleccionar 18 de todos ellos, para su posterior exposición oral en modalidad flash. Esta nueva modalidad consiste en exponer el trabajo presentado en 5 minutos.

De esas 18 exposiciones orales, el comité científico escogerá los 6 mejores, atendiendo a los criterios de evaluación expuestos en las bases. Los premios serán de 300 euros, pudiendo otorgarse más de uno por temática, dependiendo del número de contribuciones. La resolución de los mismos se dará a conocer el mismo día en el acto de clausura, el 14 de noviembre de 2014.

### *Criterios de valoración y Jurado*

Los trabajos serán valorados en función de su carácter divulgativo, contenido y calidad científica así como la presentación del mismo. El jurado estará compuesto por expertos investigadores de la EPS-FCCEE. La persona que defiende el póster deberá estar presente durante toda la sesión de presentación de los mismos, para poder optar así a los premios otorgados por la organización.

El hecho de concurrir a este concurso presupone la aceptación total de las presentes bases y la conformidad con las decisiones que el comité científico establezca. La EPS-FCCEE podrá solicitar a los premiados la exposición de sus trabajos en futuras exposiciones, ferias o sesiones de divulgación de la Ciencia.

## 5. Programa

---

9:00 h	Entrega de documentación Lugar: Hall de Aulario IV
9:30 h	Sesión de pósteres distribuida por doctorados: ✓ Biotecnología y bioprocesos industriales ✓ Ciencias aplicadas y medioambientales ✓ Química ✓ Matemáticas Lugar: Hall de Aulario IV
11:00 h	Conferencia impartida por D. Jesús Martínez Frías "Marte: Claves Astrogeológicas para la búsqueda de Vida" Lugar: Sala de Grados, Aulario IV
12:00 h	Sesión de exposiciones orales. Lugar: Sala de Grados, Aulario IV
13:30 h	Entrega de premios y clausura Lugar: Sala de Grados, Aulario IV
14:00 h	Copa de vino (cortesía de DICSA) Lugar: Hall de Aulario IV

---

## 6. Patrocinio del Mini-Simposio

Agradecemos a la Universidad de Almería, a la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales (EPS-FCCEE), a los Servicios Centrales de Investigación (SCI), al Campus de Excelencia Agroalimentario (Ceia3), al Campus de Excelencia Internacional del Mar (Ceimar), Al Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL) y a las empresas DICSA, Equilabo y Fischer-Scientific, el apoyo prestado para la celebración de este encuentro.



## 7. Lista de títulos de pósteres

### ***Ciencias aplicadas y medioambientales***

- P-1. Evaluación de la capacidad de fitodepuración mediante *Phragmites australis* de las aguas de la balsa del Sapo M. Berlanga Góngora
- P-2. Influencia del incremento de la superficie del olivar en el Manantial de los Molinos del Río Aguas (Karst en yesos de Sorbas) P. Campoy López
- P-3. Análisis de la calidad del aporte de nutrientes al suelo a través de la hojarasca de tres especies de matorral L. Carrasco Barea
- P-4. The importance of "invisible" water inputs for biocrust activity in water-limited ecosystems S. Chamizo de la Piedra
- P-5. Respuesta al manejo seco y húmedo en siete cultivares de *rosa hybrida* G. H. de la Cruz Guzmán
- P-6. Plantas distribuidas para captar agua: la clave del éxito de la restauración en zonas áridas S. García Ávalos
- P-7. Cavix: Método simplificado de cálculo de la visitabilidad máxima en cavidades turísticas (aplicación web-cloud) E. Guirado Hernández
- P-8 Modelado del consumo eléctrico de un invernadero basado en redes bayesianas C. E. Hernández Hernández
- P-9. Evaluación de la contaminación y utilidad de plantas autóctonas en técnicas de fitorremediación en Rodalquilar A. Ibaseta Canga
- P-10. Natural ventilation evaluation of a new design of insect-proof screens ( $13 \times 30$  threads  $\text{cm}^{-2}$ ) in a Mediterranean greenhouse A. López Martínez
- P-11. Ecosystem functioning similarities of protected areas between Spain and Morocco: a transboundary case study P. M. R. Lourenço
- P-12. Selección y evaluación de especies vegetales para su cultivo en aguas salina de la balsa del Sapo F. J. Martín Gómez

- P-13. Pérdida extrema de un hábitat prioritario para la Unión Europea. El caso de las comunidades de *Maytenus senegalensis* subsp. *europaea* en la provincia de Almería  
A. J. Mendoza-Fernández
- P-14. Efecto de la salinidad moderada, distribución del fertirriego y contribución de la termografía en un cultivo sin suelo de tomate injertado (*Lycopersicon esculentum* Mill.)  
I. Morales García
- P-15. Breve informe sobre el estado de vulnerabilidad de un enebro del sureste almeriense inédito  
F. Ortiz Ibáñez
- P-16. Establecimiento de un método para la evaluación del comportamiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) frente a *Leveillula taurica* (Lév.) Arn.  
J. Pozo de la Hoz
- P-17. Social perceptions about land use-land cover in semi-arid Spanish environment: reasoning the whys  
C. Quintas Soriano
- P-18. Landscape factor influencing the feeding habits of European badger in a Mediterranean arid context  
J. M. Requena Mullor
- P-19. Ecosistemas de Sierra Nevada y cambio global: efectos sobre el funcionamiento ecosistémico  
A. Reyes Díez
- P-20. Run-off run-on processes control vegetation dynamics and functioning in Mediterranean type ecosystems  
E. Rodríguez Caballero
- P-21. Cambios de la calidad foliar de la vegetación de ribera en respuesta a la aridez en ríos de cabecera: el caso del aliso negro y la zarzamora  
J. Rubio Ríos
- P-22. Simulando el efecto de los corredores verdes en la persistencia de una red ecológica del suelo a través del espacio  
D. Ruiz Lupión
- P-23. Monitoring evolution over time in the fusarium wilt of date palm (*Fusarium oxysporum* f.sp. *Albedinis*) on various varieties from arid zones in Algeria and Spain  
S. Sahouli
- P-24. Inmovilización y fitoextracción: ¿Una combinación viable para remediación de suelos?  
J. Salinas Romero
- P-25. Balsa del Sapo: problemática ambiental y patológica  
M. Sánchez Fernández
- P-26. Antagonist strains of *Pseudomonas fluorescens* on Fusarios Wheat  
F. Z. Sebihi

**Química**

- P-27. Influence of physicochemical properties of Algerian soils on fungicide adsorption-desorption processes  
K. Ait Hami
- P28. A fully programmable robot device for NMR tubes  
F. M. Arrabal Campos
- P29. Electrostatic effects in the folding of the SH3 domain of the c-Src tyrosine kinase: pH-dependence in 3D-domain swapping and amyloid formation  
J. L. Bacarizo Roa
- P30. Synthesis of phosphinic acid derivative nitroxyl radicals as scaffolds for the construction of multifunctional materials  
E. Belmonte Sánchez
- P31. Estudios estructurales de proteínas implicadas en el proceso de propagación del virus del ébola  
A. Cámara-Artigas
- P32. Determinación de los intervalos de solubilidad para la cristalización de las proteínas TSG101-UEV, Ubiquitina y VP40  
V. M. Cutillas Juárez
- P33. Ti(III)-catalyzed synthesis of oxygen-heterocycles with the function exocyclic  $\alpha$ -allenol  
M. García Martínez
- P34. Caracterización biofísica de la L-isoaspartil O-metiltransferasa (PIMT) de *E. Coli*  
E. J. González Ramírez
- P35. Preconcentración de contaminantes emergentes en aguas superficiales utilizando materiales mesoporosos  
L. Martínez Duarte
- P36. Determination of contaminants of emerging concern in soil substrate and plant material by liquid chromatography coupled to hybrid quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry  
A. B. Martínez Piernas
- P37. Obtención de un gel estable de fósforo blanco  
L. S. Nahim Granados
- P38. Application of gas chromatography coupled to high resolution magnetic sector mass spectrometry for simultaneous determination of PCBs and PBDEs in environmental samples  
A. J. Nieto García
- P39. Mejora de la cristalización de módulos de reconocimiento de secuencias ricas en prolina mediante la adición de prolina  
M. Plaza Garrido

- P40. Development and validation of a LC-MS/MS method for the determination of pesticides in sewage sludge from an agro-food industry  
L. Ponce Robles
- P41. Ligand design: a puzzle of coordination properties in always construction  
A. Raya Barón
- P42. Enantioselective cyclizations with chiral titanocene (III) complexes  
F. J. Ruiz Baños
- P43. Propargyl and allenyl titanocene (IV) organometallic compounds. First evidences via advanced NMR methods  
A. B. Ruiz Muelle
- P44. Estudio de la estabilidad de la B-ficoeritrina procedente del alga roja *Porphyridium cruentum* en función de la temperatura  
J. M. Suárez Sierra

### **Matemáticas**

- P45. Open-source library for numerical optimization in state spaces containing  $SO(3)$  AND  $SE(3)$  topological substructures of lie groups  
J. L. Blanco Claraco
- P46. Mehler-Heine formulae for a family of Jacobi-Sobolev type orthogonal polynomials  
A. M. Contreras Aguilar
- P47. An accurate algorithm to calculate the Hurst exponent of self-similar processes Manuel  
M. Fernández Martínez
- P48. Matksolvers: librería para acelerar con GPUs la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y dispersos en entornos Matlab/Octave  
H. Gutierrez Villegas
- P49. Muestreos aleatorios y deterministas para los polinomios de Zernike y su efecto en el condicionamiento  
D. Ramos López

### **Biotecnología y bioprocesos industriales**

- P50. Aislamiento de microorganismos solubilizadores de fosfato para elaboración de inoculantes  
M. Alcarraz Curi
- P51. Bacterial Community Analysis in Acidic Mine Waters  
M. Astudillo Pascual
- P52. Growth and baculovirus production of the Se301 insect cell line in small scale bioreactors. Influence of dissolved oxygen  
A. Beas Catena



- P53. Screening of bacteria involved in biological control processes producing siderophores, salicylic acid and chitinases  
I. M. Belda García
- P54. Long-term preservation of concentrated *Nannochloropsis gaditana* cultures for use in aquaculture  
J. Camacho Rodríguez
- P55. FIG un regulador clave en el desarrollo y determinación del carpelo en tomate  
L. Castañeda Cruz
- P56. Cuantificación de la actividad pectinolítica de aislados microbianos procedentes de compostaje  
M. J. Estrella González
- P57. ENO (excessive number of floral organs) regula el tamaño del fruto de tomate durante el desarrollo del meristemo floral  
A. Fernández Lozano
- P58. Vegetative inflorescence (vin), un nuevo alelo de MACROCALYX implicado en el control genético de la arquitectura de la inflorescencia en tomate  
M. García Alcázar
- P59. Optimization of microalgae productivity coupled wastewater treatment in bubble columns  
C. Gómez Serrano
- P60. Culture optimization for growing in bubble column photobioreactors of dinoflagellate *Karlodinium veneficum*  
L. López Rosales
- P61. Uso de membranas para la depuración de agua residual con microalgas  
M. M. Morales Amaral
- P62. Direct transesterification of microalgae lipids from *N. gaditana* to produce biodiesel  
E. Navarro López
- P63. La caracterización del mutante insercional Succulent Stamens (SUS) revela la existencia de un nuevo regulador del desarrollo floral de tomate  
F. Pérez Martín
- P64. CO<sub>2</sub> capture and purification system from biomass combustion for enrichment inside greenhouses  
J. V. Reinoso Moreno
- P65. Producción de celulasas por microorganismos asociados al proceso de compostaje  
M. C. Rodríguez
- P66. Immobilization of an enzymatic cascade for the production  $\beta$  -amino acids  
M. J. Rodríguez Alonso
- P67. Producción de lipasas de interés ambiental por microorganismos aislados a partir de material sometido a compostaje  
A. Ruiz Arcos
- P68. Utilización de un probiótico bioencapsulado en el cultivo larvario del lenguado senegalés: efecto sobre la actividad enzimática intestinal  
M. I. Sáez Casado

P69. Utilización de microalgas en piensos de primera edad para dorada (*Sparus aurata*)

M. I. Sáez Casado

P70. Análisis de los modos de operación de un sistema de enriquecimiento con CO<sub>2</sub> y calefacción a partir de biomasa para invernaderos

J. A. Sánchez Molina

P71. Development of an optimized transformation method for an industrially promising microalga-*Tetraselmis chuii*

P. Úbeda Mínguez

## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FITODEPURACIÓN DE *Phragmites australis* DE LAS AGUAS DE LA BALSA DEL SAPO

**M. Berlanga<sup>1</sup>, F. J. Martín<sup>1</sup>, S. Jiménez<sup>2</sup>, M. T. Lao<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Residuos. Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Almería.  
La Mojonera 04745 Almería (España.)mbg@inlumine.ual.es

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería  
La Cañada de San Urbano. E04120 Almería (España)

La balsa del Sapo es un humedal de agua salobre, situado cerca del núcleo de población de Las Norias de Daza (El Ejido), cuyo nivel fluctúa pudiendo anegar casas e invernaderos. Para evitar eso, las autoridades, entre otras medidas tiran el agua al mar. Esta agua puede ser fitodepurada usando plantas acuáticas y reutilizarse. La fitodepuración se define como técnica de purificación del agua en el cual las plantas y su interacción con los microorganismos asociados a la zona radicular, permiten la generación de procesos físicos, químicos y biológicos que mejoran la calidad del agua. Dentro de las macrófitas emergentes fitodepuradoras está *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel de la familia de las gramíneas, vulgarmente llamado carrizo. El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad de depuración de *Phragmites australis* de las aguas de la balsa del Sapo. El ensayo tuvo lugar en el invernadero de ornamentales de la UAL, que es de tipo monotúnel. Se pusieron nueve plantas con rizoma, en un contenedor color terracota, de 0,37 m de diámetro, en un sistema hidropónico, cerrado, no recirculante. En el contenedor se puso difusor de aire impulsado por una bomba. Las plantas se anclaron con arena silíceas para acuario. Se recolectó agua de la balsa cuatro veces a lo largo del experimento, para ir llenando los contenedores y se estimó la evapotranspiración midiendo la reposición mediante probeta graduada. Se estimó pH y CE del agua con un pH-metro y un conductímetro de campo manual, antes de reponer. Se pesaron las plantas en fresco al inicio y fin del ensayo en una balanza y se secaron en horno a 65 °C, para finalmente pesar en seco. Se realizaron análisis, de aniones y cationes, de la solución hidropónica y del agua de reposición, por cromatografía iónica. Del análisis del agua de la balsa del sapo se puede decir que contiene gran cantidad de cloruros, sodio, sulfatos, calcio y magnesio y poco contenido en nitratos, amonio, nitritos, potasio y fosfatos, un pH básico y conductividad que varió entre 4,42 y 4,71 dS.m<sup>-1</sup>. Su composición oscila a lo largo del tiempo, según pluviometría. *Phragmites australis* es una planta que consume grandes cantidades de nitrógeno y calcio por lo que su uso es adecuado para la eliminación de estos elementos en agua. Así mismo es una planta muy tolerante a la salinidad (11 dS.m<sup>-1</sup> al final del experimento) observándose un incremento de materia seca a lo largo del ensayo y un consumo hídrico bajo, por lo que se puede considerar una planta eficiente desde el punto de vista hídrico.

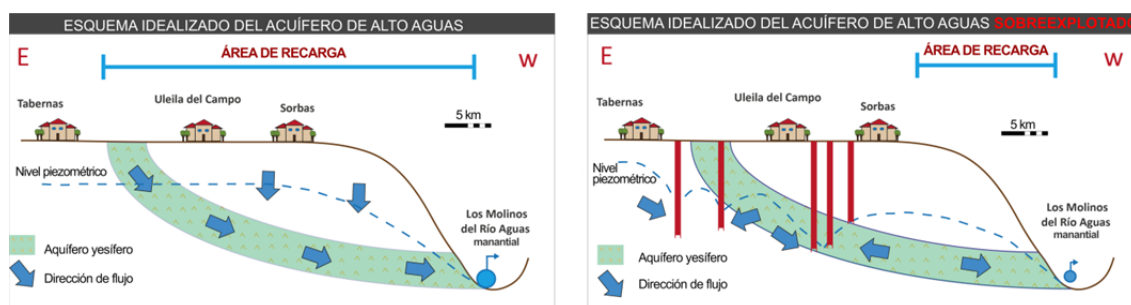
## INFLUENCIA DEL INCREMENTO DE LA SUPERFICIE DEL OLIVAR EN EL MANANTIAL DE LOS MOLINOS DEL RÍO AGUAS (KARST EN YESOS DE SORBAS)

**P. Campoy<sup>1</sup>, A. Cortes<sup>1</sup>, J. L. Molina-Pardo<sup>1,2</sup>, E. Guirado<sup>1,2</sup> y J. M. Calaforra<sup>1,2</sup>**

(1) Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, Crta. Sacramento s/n, 04120 Almería (e.guirado@ual.es, jmcalforra@ual.es).

(2) Centro Andaluz para el Estudio y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG), Edf. Servicios técnicos, Universidad de Almería.

El Karst de Sorbas (Almería) es uno de los karsts yesíferos más importantes del mundo<sup>1</sup> que, tan solo con 12 km<sup>2</sup> de extensión, contiene más de 1000 dolinas y cuevas<sup>2</sup>. La administración andaluza declaró la zona como Espacio Natural Protegido dada la gran singularidad de su geo- y biodiversidad. Uno de los elementos del paisaje donde se unen estas dos singularidades es el Manantial de los Molinos del Río Aguas, uno de los manantiales más especiales de Europa ya que permite la existencia constante de agua en un entorno semiárido con la presencia tanto de fauna como de flora enormemente peculiar ligada a sus aguas sulfatadas. Su alimentación hídrica proviene de un acuífero que puede considerarse prácticamente “fósil” (con recursos escasamente renovables). Su caudal muy constante, alrededor de unos 60 L/s, ha disminuido actualmente a menos de 4 L/s. Esta disminución del caudal, ha sido potenciada en los últimos años por la plantación de cultivos super-intensivos de olivar con macro instalaciones de regadío por goteo. Los descensos continuados del nivel piezométrico, la creación de conoides de extracción y la conexión del acuífero del Alto Aguas con otros acuíferos profundos son los responsables de la disminución de la superficie de recarga natural del manantial de Los Molinos, lo cual se ve directamente reflejado en el drástico descenso de su caudal que puede conducir a la desaparición de esta zona húmeda de extraordinario valor ambiental.



**Figura 1.** Perfil idealizado del acuífero del Alto Aguas. A la izquierda en condiciones naturales y a la derecha en las condiciones actuales de sobreexplotación en la que se observa la disminución del área de recarga del manantial.

*Agradecimientos.* El desarrollo de este estudio ha sido realizado en el marco del Proyecto GLOCHARID (*Global Change in Arid Zones - 852/2009/M/00*) subvencionado por la Junta de Andalucía.

<sup>1</sup> Calaforra, J.M., 1998. Karstología de yesos. Universidad de Almería Instituto de Estudios Almerienses, Almería

<sup>2</sup> a) Calaforra, J.M., Pulido-Bosch, A., 1997. Peculiar landforms in the gypsum karst of Sorbas (southeastern Spain). *Carbonates and Evaporites* 12 (1), 110–116. b) Calaforra, J.M., Pulido-Bosch, A., 1999. Genesis and evolution of gypsum tumuli. *Earth Surface Processes and Landforms* 24 (10), 919–930.

## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL APORTE DE NUTRIENTES AL SUELO A TRAVÉS DE LA HOJARASCA DE TRES ESPECIES DE MATORRAL

**L. Carrasco, J. Cabello<sup>1,2</sup>, E. Fernández-Ondoño<sup>3</sup>, F. B. Navarro<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. 04120 Almería.*

<sup>2</sup> *Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global. Universidad de Almería. 04120 Almería*

<sup>3</sup> *Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. 18071 Granada.*

<sup>4</sup> *IFAPA. Centro Camino de Purchil. 18004 Granada*

El uso intensivo y prolongado que ha realizado el hombre en los ecosistemas mediterráneos ha provocado una degradación de los suelos y un empobrecimiento en nutrientes que dificulta el establecimiento de vegetación natural. Esta situación se ve agravada por las condiciones climáticas, que afectan negativamente a las tasas de meteorización de la roca madre<sup>1</sup> y a las tasas de humificación y mineralización de la materia orgánica<sup>2</sup>. En este contexto, el desfronde de las partes aéreas de la vegetación y su descomposición e integración en el suelo, suponen el principal mecanismo de entrada y reciclaje de nutrientes en el ecosistema además de la eficiencia que las plantas muestran en la conservación de los nutrientes en sus tejidos<sup>3</sup>.

El objetivo general de este trabajo es comprobar que el establecimiento de vegetación arbustiva en suelos degradados en ambiente semiárido favorece a la mejora de las condiciones nutricionales del suelo a través del desfronde de las partes aéreas de la planta. Se analizaron las concentraciones de nutrientes entre compartimentos (biomasa viva, biomasa muerta y suelo) y entre especies de tres familias distintas (*Rosmarinus officinalis* L., *Genista umbellata* (L'Hér.) Dum. Cours. y *Stipa tenacissima* L., así como la densidad aparente del suelo bajo el dosel arbustivo. Para el suelo se tomaron además muestras en zonas desprovistas de vegetación.

Los nutrientes estudiados fueron C, N, P, Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn. En los valores de densidad aparente del suelo observamos diferencias entre especies, con los valores menores para el romero y la bolina. En los compartimentos biomasa viva y biomasa muerta las concentraciones de todos los nutrientes presentaban diferencias entre especies, sin embargo en suelo no, aunque se observa una tendencia bajo la bolina a presentar valores mayores de N y P. Esto lleva a pensar a que aunque los 10 años que han pasado desde que se realizó la plantación no han sido suficientes para que se integren los nutrientes en suelo, en un futuro se producirá.

El esparto fue la especie con peor calidad nutricional en biomasa muerta de todas, únicamente para el Na presentaba las mayores concentraciones. El romero y la bolina compartían valores similares excepto en el caso del N, que fue la bolina la que presentó las mayores concentraciones tanto en biomasa viva como en muerta. Es por ello que en restauración de vegetación en zonas con suelos pobres en nutrientes las especies leguminosas podrían considerarse la mejor opción a elegir.

<sup>1</sup> Imbert, J.M., Blanco, J.A. & Castillo, F.J. (2004). Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. En Valladares, F. (Ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. (pp. 479-506).

<sup>2</sup> Kruger, F.J., Mitchell, D.T. & Jarvis, J.U.M. (1983). *Mediterranean-Type Ecosystems: The Role of Nutrients*. Ecological Studies. (53). Springer-Verlag, Berlin, Germany

<sup>3</sup> Gallardo, A., Covelo, F., Morillas, L. & Delgado, M. (2009). Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas*, 18 (2), 4-19

## THE IMPORTANCE OF “INVISIBLE” WATER INPUTS FOR BIOCRUST ACTIVITY IN WATER-LIMITED ECOSYSTEMS

**S. Chamizo, E. Rodríguez-Caballero, Y. Cantón, E. Arnau-Rosalén**

*Agronomy department, University of Almería, E04120 Almería; scd394@ual.es*

Arid and semiarid ecosystems are water-controlled systems in which the activation of numerous ecosystem processes is linked to water availability. Together with water sources provided by the few rainfall events, occult precipitations which include fog, dewfall and water vapour adsorption are key water sources that contribute to the maintenance of vital ecological processes. In arid and semiarid regions, the open spaces surrounding vegetation, though apparently “absent of life”, are not bare but commonly colonised by a complex community of various living organisms such as cyanobacteria, algae, microfungi, lichen, mosses and other microorganisms which, on the whole, is known as biological soil crusts or biocrusts and that function very differently to bare soils. Biocrusts also represent the main organisms capable of respiration and photosynthesis in the interplant spaces of these regions and are considered the main source of organic carbon in many semiarid ecosystems. Their photosynthetic and respiratory activity begin as soon as moisture becomes available and have the capability to use either large amounts of water coming from rainfall or very small amounts of water coming from fogs, dew or atmospheric vapour. Thus, biocrusts respond faster and differently to moisture pulses than other ecosystem components as vegetation. Despite it has been widely argued that occult precipitations or non-rainfall water inputs (NRWIs) are able to stimulate biocrust activity, few studies have actually demonstrated it. Our main goal was to elucidate whether NRWIs are able to trigger photosynthetic and respiratory activity in biocrusts. To achieve this, six PVC collars (0.05 m deep and 0.10 m diameter) containing soils covered by lichen-dominated biocrusts (*Diploschistes diacapsis* sp.) were collected from the field and placed outdoors. To test whether NRWIs had any influence on biocrust activity, half of the samples were excluded from NRWIs by covering them with a thin cloth that allowed heat and gas exchange but not water input. After a night with an important dewfall event (0.4 mm), net CO<sub>2</sub> fluxes and respiration rates in the biocrust were measured, with an IRGA Li-6400 and a respirometer EGM-4 (PP systems), respectively. We found that, in the early morning, biocrusts with NRWIs showed similar respiration rates to biocrusts with NRWIs exclusion, but the former showed net CO<sub>2</sub> assimilation compared to biocrusts with NRWIs exclusion, which exhibited net CO<sub>2</sub> emissions. Such result indicates that biocrust photosynthetic activity triggered by NRWI was able to offset CO<sub>2</sub> emissions by respiration. As soil dried out and insolation increased, all samples showed net fluxes of CO<sub>2</sub> emission, but these were lower in the biocrusts with NRWIs than in those excluded from them, despite the former still showed higher respiration rates, as consequence of the higher photosynthetic rates measured in the samples without NRWIs exclusion. Our results demonstrate that NRWIs are able to stimulate both photosynthetic and respiratory activity in biocrust, but CO<sub>2</sub> uptake surpasses CO<sub>2</sub> emissions thus resulting into net carbon gain. This carbon input is used to create more biocrust biomass which contributes to increase soil organic matter and soil water retention. Water availability also promotes biological activity by soil invertebrates, which increases the formation of macropores in the soil, thereby enhancing infiltration, and so the soil water availability. Our results highlight the relevance of occult precipitations in the biological activity of biocrusts, which has important implications on key dryland processes.

*Acknowledgements.* This study has been supported by the research project BACARCOS (CGL2011-29429) funded by Ministerio de Ciencia e Innovación and ERDF funds of the European Union.

## RESPUESTA AL ALMACENAMIENTO SECO Y HÚMEDO EN SIETE CULTIVARES DE *ROSA HYBRIDA*

**G. H. De la Cruz Guzmán<sup>1,2</sup>, M. L. Arévalo Galarza<sup>1</sup>, M. T. Lao Arenas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Recursos Genéticos y Productividad-Fisiología Vegetal, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México, México.*

*Email: larevalo@colpos.mx*

<sup>2</sup>*Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. Email: delacruz.gumerindo@colpos.mx*

<sup>3</sup>*Departamento de Agronomía de la Universidad de Almería, Campus Internacional de excelencia CeiA3. Carretera Sacramento, s/n, La Cañada de San Urbano, Almería. Email: mtlao@ual.es*

El almacenamiento seco a temperatura ambiente implica un efecto combinado de privación de agua y temperatura, pero si se evita la deshidratación manteniendo una alta humedad relativa dentro del empaque, los tallos florales podrán recuperar el flujo hídrico, su longevidad en florero y el índice de calidad comercial<sup>1</sup>. El objetivo de este trabajo fue comparar la respuesta al almacenamiento seco y húmedo de siete cultivares de *Rosa hybrida*: “Polar Star”, “Engagement”, “Topaz”, “Blush”, “Highlander”, “Samurai” y “Freedom”. Se cosecharon 10 tallos florales de cada cultivar, se transportaron al laboratorio y se registró su peso inicial. Se colocaron en contenedores con agua (T<sub>1</sub>) o se envolvieron con papel kraft y bolsas negras de polietileno (T<sub>2</sub>) en ambos casos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) durante 24 h. Posteriormente se colocaron en floreros con 200 mL de agua y se distribuyeron al azar utilizando un diseño unifactorial (formas de manejo) con 5 repeticiones (tallo floral). Para el análisis de los datos se hizo ANOVA y comparación de medias (Tukey, 0,05). Los resultados indicaron que el almacenamiento seco estimula la apertura floral de los cultivares “Topaz”, “Blush” y “Freedom” y favorece la recuperación del flujo hídrico en “Highlander” y “Blush”. Al comparar la ganancia de peso fresco en ambos tratamientos, excepto ‘Blush’, todos los cultivares respondieron mejor al manejo seco, acorde con otros experimentos<sup>2,3</sup> donde se relaciona la menor tasa de pérdida de peso con una mejor apertura de la flor y mayor vida de florero. En el consumo de agua no hubo diferencias, indicando que la tasa transpiratoria fue diferente en cada cultivar. El cultivar “Polar star” presentó 10,5 días de vida en florero (VF) y “Samurái” 6,5 d sin diferencias entre tratamientos, es importante mencionar que los tallos florales del cultivar “Samurái”, tienen menor porte y mayor susceptibilidad al manejo postcosecha; mientras que el tamaño de los tallos de “Polar star” es mayor (%), lo cual contribuye a una vida de florero más larga. Los cultivares “Engagement”, “Blush” y “Topaz” tuvieron 9,3, 8,5 y 8,3 d de vida de florero respectivamente. Los tallos florales con mayor VF, también tuvieron mayor peso fresco, corroborando que los primeros síntomas de senescencia se relacionan con la pérdida de peso fresco y un desequilibrio entre la tasa de absorción y transpiración<sup>4</sup>. A pesar del estrés provocado durante el almacenamiento en seco a temperatura ambiente, no hubo diferencias en el consumo de agua y vida de florero con respecto al manejo húmedo, por lo que esta técnica puede considerarse como una opción real para el ahorro de insumos, siempre y cuando se evite la deshidratación de los tallos con un empaque hermético.

<sup>1</sup> R.M. Rudnicki, D. Goszcynska, J. Noeak, *Acta Horticulturae* **1986**, 181, 285-296.

<sup>2</sup> K. Ichimura, H. Shimizuko-Yumoto, *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* **2007**, 7, 17-27.

<sup>3</sup> D. Fanourakis, R. Pieruschka, A. Savvides, A. J. Macnish, I.V. Sarlikiot, E. J. Woltering, *Postharvest Biology and Technology* **2013**, 78, 1-15.

<sup>4</sup> K.S. Shobha, J.V.N. Gowda, *Indian Rose Annual* **1993**, 11, 69-71



## PLANTAS DISTRIBUIDAS PARA CAPTAR AGUA: LA CLAVE DEL ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN DE ZONAS ÁRIDAS.

**S. García<sup>1</sup>, I. Miralles<sup>2</sup>, E. Rodríguez<sup>1</sup>, L. Luna<sup>2</sup>, M.A. Domene<sup>3</sup>, A. Solé<sup>2</sup>, Y. Cantón<sup>1</sup>**

*1: Departamento de Agronomía. Universidad de Almería*

*2: Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC)*

*3: Estación Experimental Las Palmerillas (Fundación Cajamar).  
sabik-ga@hotmail.com*

Las zonas áridas representan el 40% de la superficie terrestre. Estas zonas son especialmente frágiles a los problemas de degradación medioambiental debido a sus peculiaridades climáticas. La legislación obliga a la restauración de zonas degradadas por actividad antrópica, sin embargo la restauración de los ecosistemas áridos representa un gran reto en la actualidad debido a que la escasez hídrica y elevadas tasas de evapotranspiración conducen a una elevada tasa de mortandad de la cobertura vegetal, a lo que se suma la escasa experiencia previa de restauraciones en paisajes áridos y semiáridos.

Para garantizar el éxito de una restauración en zonas áridas, donde el agua es el principal factor limitante en la supervivencia de las plantas reintroducidas, habría que aumentar en la medida de lo posible la disponibilidad de agua para la planta procedente de los flujos preferenciales de escorrentía procedentes del terreno. En este trabajo se presentan los primeros resultados de un experimento de restauración realizado en una cantera de zonas áridas, en la que se han aplicado dos tratamientos del terreno en una ladera degradada (microcuencas y microterrazas), ambos enfocados en la captura de los flujos preferenciales de escorrentía superficial de la ladera y aumento de la capacidad de retención del agua del suelo. Parcelas control sin tratamiento del terreno y que no atendían a los flujos de escorrentía superficial también han sido delimitadas en la ladera de estudio. Tanto en las parcelas experimentales (microcuencas y microterrazas) como en las parcelas control se adoptó un modelo de plantación en "islas de fertilidad" usando especies de plantas autóctonas de la zonas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el éxito de cada tratamiento del terreno en la captura de agua y su influencia en la supervivencia de la vegetación reintroducida. Para ello se ha medido la supervivencia y crecimiento de las plantas tras el primer año de restauración en las microcuencas, microterrazas y parcelas sin tratar. Se ha escaneado el área restaurada usando un láser escáner terrestre para construir un modelo digital de elevaciones de alta resolución (20cm) que, integrado en un Sistema de Información Geográfica, ha permitido establecer la dirección de los flujos de agua de escorrentía y determinar las áreas de contribución para cada mancha de vegetación, como subrogado del agua de escorrentía que capta la vegetación. Además se han establecido umbrales límite de aporte de agua-supervivencia y aporte de agua-crecimiento para garantizar el éxito de la restauración que aportarán valiosa información para posteriores restauraciones en climas áridos y semiáridos. Nuestros resultados sugieren que las microcuencas fueron los tratamientos que capturaban mayor área de contribución de la ladera y garantizaban mayores tasas de supervivencia de plantas reintroducidas sin necesidad de un aporte de agua por riego de establecimiento, al menos en el primer año de restauración. Las parcelas sin tratar presentaron elevadas tasas de mortandad de las plantas reintroducidas.



## CaViX: MÉTODO SIMPLIFICADO DE CÁLCULO DE LA VISITABILIDAD MÁXIMA EN CAVIDADES TURÍSTICAS (APLICACIÓN WEB-CLOUD)

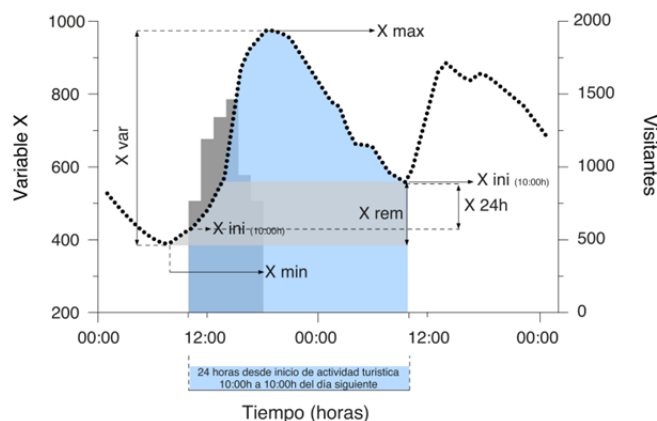
**E. Guirado<sup>1</sup>, F. Gázquez<sup>2</sup>, A. Fernández-Cortés<sup>3</sup> y J.M. Calaforra<sup>1</sup>**

(1) Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, Crta. Sacramento s/n, 04120 Almería (e.guirado@ual.es, jmcalaforra@ual.es)

(2) Department of Earth Sciences. Cambridge University. Downing Street, Cambridge, Cambridgeshire, CB2 3EQ, U. K. (f.gazquez@ual.es)

(3) Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid (acortes@mncn.csic.es)

Las cavidades son espacios generalmente muy estables y fácilmente alterables desde el punto de vista ambiental<sup>1,2,3</sup>. En particular, el elevado número de visitantes en cuevas turísticas puede ocasionar daños irreparables en formaciones, pinturas y ecosistemas subterráneos debido al aumento o variaciones bruscas de parámetros como la temperatura, humedad relativa y concentración de CO<sub>2</sub>. En el presente trabajo se propone una nueva herramienta informática ideada para calcular la capacidad de visitabilidad máxima de una cavidad turística. Los cálculos se realizan a partir de variables ya mencionadas como CO<sub>2</sub>, T, HR cuya variación está relacionada frecuentemente con el número de visitantes. Para ello se ha creado la herramienta CaViX, por sus siglas en inglés (“Cave-Visitors-X”), para simplificar los cálculos a los gestores de cavidades turísticas, implementada en la nube (*cloud*), para facilitar el acceso. La aplicación aporta recomendaciones sobre la capacidad máxima de visitantes que puede soportar una cavidad determinada. La herramienta CaViX puede ser una herramienta útil para la estimación sostenible de visitantes a cavidades turísticas y contribuir a la conservación de sus ecosistemas.



**Figura 1.** Gráfica modelo donde se puede ver las variables dependientes.

*Agradecimientos.* El desarrollo de la herramienta informática CaViX ha sido realizado en el marco del Proyecto GLOCHARID (*Global Change in Arid Zones - 852/2009/M/00*) subvencionado por la Junta de Andalucía.

<sup>1</sup> Calaforra, J. M., Fernández-Cortés, A., Sánchez-Martos, F., Gisbert, J. y Pulido-Bosch, A. 2003. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. *Environmental Conservation*, 30 (02), 160-167

<sup>2</sup> Cuezva, S. 2008. Dinámica microambiental de un medio kárstico somero (Cueva de Altamira, Cantabria): microclima, geomicrobiología y mecanismos de interacción cavidad-exterior (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid)

<sup>3</sup> Pulido-Bosch, A., Martín-Rosales, W., López-Chicano, M., Rodríguez-Navarro, C. M. y Vallejos, A. 1997. Human impact in a tourist karstic cave (Aracena, Spain). *Environmental Geology*, 31 (3-4), 142-149.

## MODELADO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE UN INVERNADERO BASADO EN REDES BAYESIANAS

**C. Hernández, J. del Sagrado, F. Rodríguez, J. C. Moreno**

*Departamento de Informática, Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (España); chdezh@ual.es*

Actualmente, el cultivo bajo invernadero está planteado de la misma manera que un sistema industrial de producción con grandes equipos y máquinas que consumen una cantidad sustancial de energía, por lo tanto, existe la conciencia de aumentar la eficiencia energética en este tipo de plantas, por lo que es necesario disponer de un sistema de predicción de consumo de energía en base a una determinada estrategia de control del crecimiento del cultivo que es el producto final del proceso industrial.

El objetivo de este trabajo es la obtención y validación de un modelo basado en redes bayesianas del consumo eléctrico en un invernadero. Concretamente, para los ensayos, se utiliza un invernadero tipo parral raspa y amagado (Almería), orientado en la dirección norte-sur, con una altura máxima en cumbre de 4.4 m mientras que en el amagado es de 3.6 m. Se encuentra ubicado en la Estación Experimental Las Palmerillas de la Fundación Cajamar, en el término municipal de El Ejido, Almería.

Para obtener este modelo se utiliza la herramienta software para minería de datos WEKA<sup>1</sup>. Concretamente, se evalúan cuatro clasificadores diferentes: *J48* (que se usa como contraste), *Naive-Bayes*, *Tree Augmented Naive-Bayes (TAN)* y *K-dependent*, comparándose los resultados obtenidos en cada uno de ellos. Además, se realiza un análisis para determinar las variables de entrada que realmente afectan al consumo eléctrico.

Para la calibración del modelo se utiliza un conjunto de datos de entrenamiento donde el consumo eléctrico depende de diversas variables, tales como variables climáticas y de los actuadores. El periodo utilizado para el entrenamiento comprende desde el día 01 de octubre de 2013 hasta el día 31 de mayo de 2014. Para la validación se ha utilizado un conjunto de datos totalmente ajeno correspondiente a junio de 2014.

Los mejores resultados se han obtenido con el clasificador *TAN*, con un 98.1% de *casos correctamente clasificados*. La figura 1 muestra la estructura aprendida y la relación de las variables del clasificador *TAN*, la figura 2 muestra el resultado obtenido por el modelo respecto a los datos de validación.

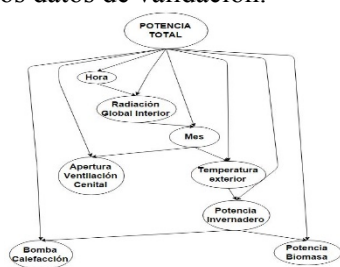


Figura 1. Estructura TAN aprendida

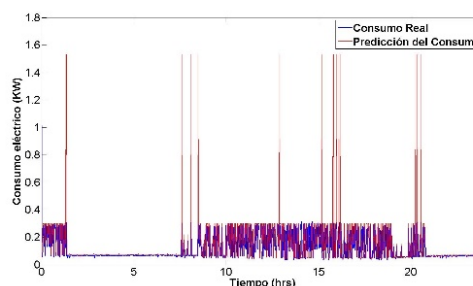


Figura 2. Consumo eléctrico real y predicción del consumo eléctrico del día 10 de junio de 2014

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido realizado en el proyecto CONTROL-CROP PIO-TEP-6174 financiado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, así como a la Estación Experimental de la Fundación Cajamar.

<sup>1</sup> Mark Hall, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, Peter Reutemann, and Ian H Witten. The weak data mining software: an update. *ACM SIGKDD explorations newsletter*, 11(1):10–18, 2009.

## EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y UTILIDAD DE PLANTAS AUTÓCTONAS EN TÉCNICAS DE FITORREMEDIACIÓN EN RODALQUILAR

**A. Ibaseta, I. García, V. González, J. A. Sánchez, M. Simón**

*Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Departamento de Agronomía. Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3; antonindelrizu@hotmail.com*

Las actividades humanas a lo largo de la historia han degradado las propiedades de los suelos dificultando que pueda realizar correctamente sus funciones. Una actividad que genera grandes impactos sobre los suelos es la minería, especialmente el incremento de metales pesados en los suelos.

En nuestro estudio hemos analizado las concentraciones de metales pesados (As, Cu, Pb y Zn) en suelos y plantas de la zona minera de Rodalquilar (Almería) con el fin de valorar el nivel de contaminación en tres zonas diferenciadas de Rodalquilar y comprobar la utilidad de 5 plantas autóctonas de Rodalquilar en técnicas de fitorremediación.

En la zona de estudio hemos seleccionado 3 áreas: una de residuos mineros de la minería del oro (Área A), otra zona de ramblas (Área B) donde se concentran aguas de escorrentía de las minas adyacentes y finalmente zona de suelos naturales (Área C) que nos sirve de referencia. Una vez seleccionadas las áreas, hemos elegido 5 plantas que se encuentren en las tres: *Stipa tenacissima* (L.), *Inula viscosa* (L.), *Chamaerops humilis* (L.), *Launaea arborescens* (Batt.) y *Thymelaea hirsuta* (L.). De cada planta se tomaron muestras de raíz y parte aérea y de cada área muestras de suelo y zona rizosfera.

Los residuos mineros, Área A se caracterizan por presentar una textura gruesa, pH básico, baja conductividad, bajo contenido en carbono orgánico y muy elevada concentración en As. Los suelos del Área B (ramblas) son muy similares a los residuos del Área A, diferenciándose fundamentalmente en una elevada concentración de Pb como consecuencia de los aportes de la mina “La Consulta” en la que se explotó el Pb, Cu y Zn. En el Área C (suelos naturales) los suelos se diferencian por tener una textura más fina y un mayor contenido en carbono orgánico y su concentración de contaminantes, aunque menor que en las áreas A y B, son superiores al background estimado por Oyarzun *et al* (2009)<sup>1</sup>, indicando una posible contaminación eólica.

Con respecto a la acumulación de contaminantes en plantas, es diferente en función de la especie en cuestión y del medio en el que se desarrollan. En los residuos mineros todas las especies estudiadas, excepto *Ch. humilis* son fitoextractoras de Zn; mientras que en la rambla, únicamente *I. viscosa* y *S. tenacissima* son fitoextractoras de Zn. Con respecto a los otros elementos contaminantes, todas las especies estudiadas e independientemente del área en la que se desarrollan, se pueden considerar como fitoestabilizadoras por lo que potenciar su desarrollo sería una medida útil para disminuir la erosión del suelo y la dispersión de los contaminantes.

<sup>1</sup> R. Oyarzun, P. Cubas, P. Higuera, J. Lillo, W. Llanos, Environmental assessment of the arsenic-rich, Rodalquilar gold-(copper- lead-zinc) mining district, SE Spain: data from soils and vegetation, *Environmental Geology* 58: 761-777.

## NATURAL VENTILATION EVALUATION OF A NEW DESIGN OF INSECT-PROOF SCREENS ( $13 \times 30$ THREADS $\text{cm}^{-2}$ ) IN A MEDITERRANEAN GREENHOUSE

A. López

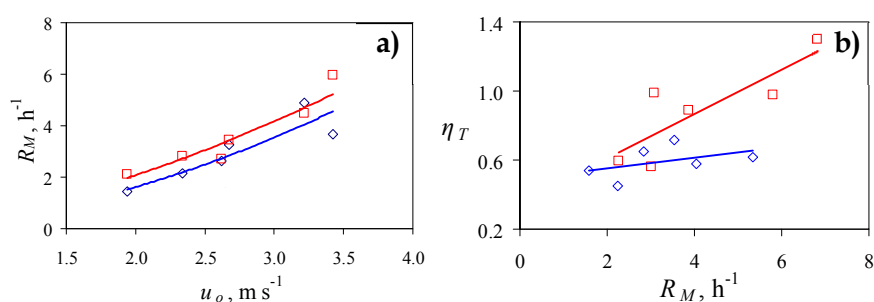
*Departamento de Ingeniería. Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. Ctra. de Sacramento, s/n. 04120 Almería, Spain; alexlopez@ual.es*

This work studies natural ventilation in a Mediterranean greenhouse, comparing a new experimental screen ( $13 \times 30$  threads  $\text{cm}^{-2}$ ; porosity 39.0%) with a commercial control screen ( $10 \times 20$  threads  $\text{cm}^{-2}$ ; porosity 33.5%). Both screens were tested in a wind tunnel to determine the discharge coefficients  $C_d$  of the vents, with values of 0.16 for the side and roof vents with the commercial control screen and 0.18 with the experimental screen. These values indicate a theoretical increase of 11% ( $C_{d,\phi-10 \times 20} / C_{d,\phi-13 \times 30} = 0.89$ ) in the natural ventilation capacity of the greenhouse with the experimental screen. The greenhouse was divided into two separate sections allowing us to analyze natural ventilation in both sectors simultaneously. Air velocity was measured in the lateral and roof vents with two 3D and six 2D sonic anemometers.



**Figure 1.** Low velocity wind tunnel designed at the University of Almería (a). 3D (b) and 2D (c) sonic anemometers.

Using the commercial control screen there was an average reduction of 16% in ventilation rate, and an average increase of  $0.5^\circ\text{C}$  in the indoor air temperature, compared to the experimental screen. The ventilation efficiency  $\eta_T$  was higher with the experimental screen (mean value of 0.9) than with the control (mean value 0.6).



**Figure 2.** Air exchange rate  $R_M$  (a) and ventilation efficiency for the temperature  $\eta_T$  (b) in the greenhouse.  $\square$ , experimental screen ( $13 \times 30$  threads  $\text{cm}^{-2}$ );  $\diamond$ , control screen ( $10 \times 20$  threads  $\text{cm}^{-2}$ ).

We have designed an experimental insect-proof screen ( $13 \times 30$  threads  $\text{cm}^{-2}$ ) with smaller thread diameter, higher thread density, smaller pore size and higher porosity than are used in most commercial meshes. All of these factors promote natural ventilation and improve the greenhouse microclimate.

## ECOSYSTEM FUNCTIONING SIMILARITIES OF PROTECTED AREAS BETWEEN SPAIN AND MOROCCO: A TRANSBOUNDARY CASE STUDY

**P. Lourenço<sup>1,2</sup>, D. Alcaraz-Segura<sup>3</sup>, and J. Cabello<sup>1,2</sup>**

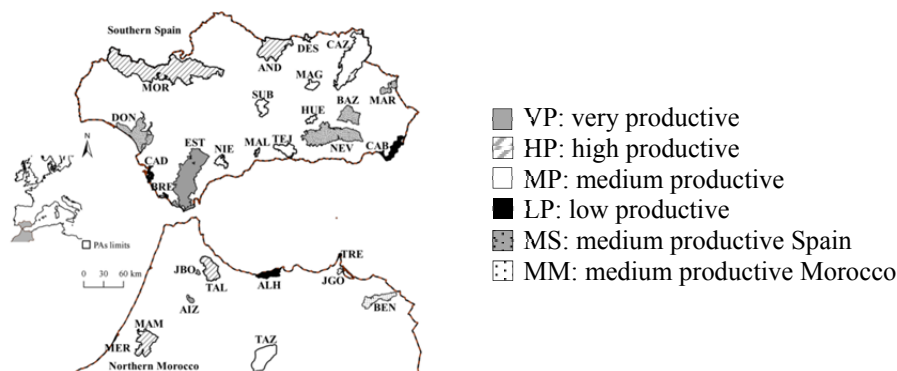
<sup>1</sup>Andalusian Center for the Assessment and Monitoring of Global Change (CAESCG),

<sup>2</sup>Dept. Biology and Geology of University of Almería

<sup>3</sup>Department of Botany of University of Granada

*pmlourenco@gmail.com*

Protected areas (PAs) play an important role in the conservation of natural land, preserving biodiversity, ecosystem services and human well-being. The global PAs network is composed of many different national networks, all of which have different histories, resulted from a different mix of motivations for protection, and have different conservation policies. Spain and Morocco are transboundary countries which, despite being separated by the Mediterranean Sea and Atlantic Ocean, share some biodiversity and environmental traits. The crossroad character of both areas should present PAs with common environmental conditions and ecosystem function. The present work aimed to identify PAs across the border of Spain and Morocco that present common environmental conditions and ecosystem functioning through the use of remote sensing tools. Ecosystem changes can be detected and quantified using multi-temporal satellite observations of the land surface by spectral vegetation indices, such as the Enhanced Vegetation Index (EVI). The spatial and temporal variability of the ecosystem functioning of PAs were characterized using traits derived from the seasonal dynamics of EVI. This index, by enabling estimation of ecosystem carbon gains, derives functional attributes strongly related to key ecological processes, such as primary production, seasonality, and phenology. Ours results demonstrated the existence of transboundary ecosystem continuity between Spain and Morocco (Figure 1). Among PAs, functional attributes capture similarities that go beyond the range of environmental conditions, ecoregions, and vegetation type.



**Figure 1.** Study area, localization of the protected areas (PAs) in Spain and Morocco.

*Acknowledgements.* This work was funded by 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).



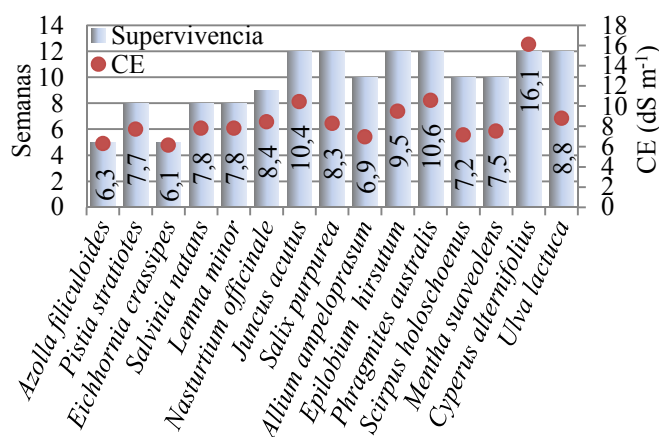
## SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE ESPECIES VEGETALES PARA SU CULTIVO EN AGUAS SALINAS DE LA Balsa del SAPO

**F. J. Martín, M. Berlanga, S. Jiménez y M. T. Lao**

*Departamento de Agronomía, Escuela Politécnica Superior,  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3)  
Universidad de Almería,  
CP4120 Almería (Spain) fmg456@inlumine@ual.es*

La balsa del Sapo, situada en el Poniente de Almería, es una cuenca endorreica artificial de agua clorurada sódica de mala calidad para el riego, que ha causado inundaciones en viviendas e invernaderos, tirándose al mar. En esta agua podrían cultivarse especies rentables resistentes a la salinidad<sup>1,2</sup> con aplicaciones biotecnológicas. El objeto de este trabajo es definir una metodología de selección y evaluación de especies para su cultivo, con dicha agua, en las condiciones del poniente almeriense. Se preseleccionaron bibliográficamente 15 especies, considerando su adaptación a las condiciones ambientales de la zona, encharcamiento, salinidad, pH y aplicaciones biotecnológicas, especialmente fitodepuración y fitodesalinización. Se cultivaron bajo invernadero durante 12 semanas, en un sistema hidropónico cerrado, sin recirculación, con aireación forzada. Para cada especie se midió: el agua evapotranspirada, reponiéndola con una probeta; CE, pH y concentraciones de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$ , de muestras tomadas de la solución nutriente antes de cada reposición; materia fresca inicial y final y materia seca final. Se evaluó su supervivencia en semanas. A partir del incremento de materia seca ( $\Delta \text{PS}$ ) y el agua utilizada (AU), se determinó la eficiencia del uso del agua (EUA), referidos a 100 g de materia fresca inicial (r). Los resultados se muestran en la Figura 1 y la Tabla 1. Sobrevivieron 6 especies, y de ellas solo aumentaron su biomasa *Ulva lactuca*, *Phragmites australis* y *Cyperus alternifolius*, siendo *Phragmites australis* la que presentó mayor  $\Delta \text{PSr}$  y mayor EUA.

La implantación de estaciones de fitodepuración y fitodesalinización está asociada al desarrollo de tecnologías específicas para una determinada región y condicionantes endógenos de las aguas contaminadas, asociados a la salinidad en condiciones mediterráneas.



**Figura 1.** Supervivencia y CE máxima alcanzada en el ensayo

**Tabla 1.** Especies supervivientes con incremento de biomasa. Concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en la solución nutriente al final del ensayo. Valores de AU relativa (L),  $\Delta \text{PS}$  relativo (g) y EUA relativa ( $\text{g L}^{-1}$ ), referidos a 100 g de peso fresco inicial (r).

Especie	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	AUr	$\Delta \text{PSr}$	EUAr
<i>Cyperus alternifolius</i>	4,85	6,41	4,92	5,86	1,19
<i>Phragmites australis</i>	2,42	3,37	5,93	7,94	1,34
<i>Ulva lactuca</i>	1,79	2,48	14,08	5,58	0,40

<sup>1</sup> S. Panta, T. Flowers, P. Lane, R. Doyle, G. Haros, y S. Shabala, *Halophyte agriculture: success stories*. Environmental and Experimental Botany, **2014**, 107, 71–83.

<sup>2</sup> J. Rozema y H. Schat, *Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture*. Environmental and Experimental Botany, **2013**, 92, 83-95.

## PÉRDIDA EXTREMA DE UN HÁBITAT PRIORITARIO PARA LA UNIÓN EUROPEA. EL CASO DE LAS COMUNIDADES DE *MAYTENUS SENEGALENSIS* SUBSP. *EUROPAEA* EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

**A. J. Mendoza-Fernández, F. Martínez-Hernández, F. J. Pérez-García, E. Salmerón-Sánchez, J. A. Garrido-Becerra, M. E. Merlo Calvente, J. S. Guirado y J. F. Mota**

*Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (España); amf788@ual.es*

Las comunidades de *Maytenus senegalensis* subsp. *europaea* (“artineras”) constituyen formaciones de flora vascular extraordinariamente singulares en el sureste ibérico<sup>1</sup>. Son comunidades únicas, ecológicamente valiosas, consideradas Hábitat Prioritario<sup>2</sup> para la conservación, que no se encuentran en ninguna otra parte de Europa. Además, ésta y otras especies de la familia Celastraceae poseen gran interés gracias a sus propiedades terapéuticas anti-bacteriana o anti-vírica. Mediante métodos combinados de modelización de variables ambientales, fotointerpretación histórica y el trabajo de campo desarrollado por el grupo de investigación RNM-344 (Biología de la Conservación), se ha reconstruido una cronosecuencia de la evolución del hábitat de *Maytenus senegalensis* subsp. *europaea* en la provincia de Almería, comparando el estado de estas comunidades vegetales a mediados del siglo XX con el actual. De este modo se actualizan y amplían los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación<sup>3</sup>. Dichos resultados mostraron una fuerte regresión del área de distribución de las formaciones de “artinera”. Se han perdido más de 26.000 hectáreas de área potencial (Extensión de presencia) para el desarrollo de esta especie en la provincia de Almería. Teniendo en cuenta el número final de entidades cartografiadas, esta área se ha visto fragmentada 18 veces más desde los años 50. Con estos resultados se refuerza la idea de que la alteración y fragmentación del hábitat debido a actividades antrópicas es una de las causas (drivers) más importantes para la pérdida de biodiversidad y de cambio global. Estas actividades son sobre todo la agricultura intensiva bajo plástico, la urbanización sin una planificación sostenible del territorio y la construcción de grandes infraestructuras. El conocimiento acerca de la distribución potencial de *Maytenus senegalensis* subsp. *europaea* es de sumo interés de cara a futuras restauraciones de este Hábitat Prioritario, ya que el “arto” es una especie facilitadora, o ejerce efecto nodriza, para otras especies de flora vascular que conviven en el mismo hábitat. Por tanto, sería la especie clave para la recuperación de estos ecosistemas en toda su área potencial.

*Acknowledgements.* Queremos expresar nuestro agradecimiento al proyecto ADIF 3.0/5500.0203/0-00000 AV 018/10 (BOE nº 23, 7/09/2010) por la financiación recibida, y a la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía por la información suministrada.

<sup>1</sup> J. F. Mota, J. Peñas, H. Castro, J. S. Guirado, J. Cabello. Los artos (*Mayteno-Ziziphetum loti*): un hábitat en peligro de extinción. *Investigación y Gestión*, **1998**, 2, 65-74.

<sup>2</sup> Anon. Directiva 92/43 del Consejo de la Comunidad Europea sobre la Conservación de Hábitats y Fauna y Flora salvaje. Comunidad Europea, Brussels, Bélgica. *DOCE*, **1992**, 206, 7-50.

<sup>3</sup> J. F. Mota, J. Peñas, H. Castro, J. Cabello, J. S. Guirado. Agricultural development vs biodiversity conservation: The Mediterranean semiarid vegetation in El Ejido (Almería, southeastern Spain). *Biodivers. Conserv.* **1996**, 5, 1597-1617.

## EFFECTO DE LA SALINIDAD MODERADA, DISTRIBUCIÓN DEL FERTIRRIEGO Y CONTRIBUCIÓN DE LA TERMOGRAFÍA EN UN CULTIVO SIN SUELO DE TOMATE INJERTADO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)

**I. Morales y M. Urrestarazu**

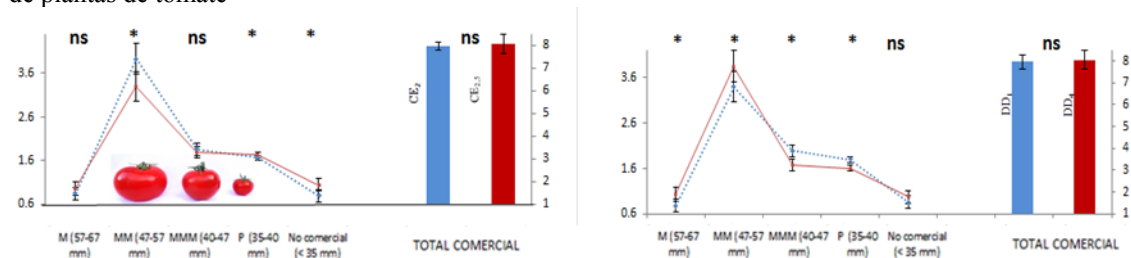
*Departamento de Agronomía. Universidad de Almería, E-04120, Almería, España; moralesisidro@colpos.mx*

La salinidad en el cultivo del tomate es uno de los parámetros más estudiados en la actualidad y desde hace décadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un incremento moderado de la salinidad, la distribución del fertirriego y su control por termografía en un cultivo sin suelo de tomate injertado. Se realizó un cultivo de tomate injertado cv Ramyle sobre portainjerto cv Emperador en unidades de cultivo de fibra de coco en la Universidad de Almería. Se llevó a cabo bajo un diseño de parcelas subdivididas con cuatro bloques, donde se evaluaron las salinidades de 2,0 y 2,5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , que se ubicaban en las parcelas principales y la distribución de 1 (DD<sub>1</sub>) y 4 (DD<sub>4</sub>) puntos de suministro de la solución nutritiva en las subparcelas.

Se midió la producción total, comercial y por calibres. Además se midieron parámetros de calidad de los frutos del tomate (sólidos solubles totales en °Brix, pH, concentración osmótica y el contenido en materia seca). Para el control de la transpiración diferencial que ejercía la salinidad se usaron técnicas termográficas.

La diferencia de salinidad no afectó significativamente a la producción total ni comercial. Sin embargo y a pesar de ser plantas injertadas, cuando la CE de la solución nutritiva se aumenta de 2,0 a 2,5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  se produjo un significativo (a  $P \leq 0,05$ ) y notable efecto sobre la distribución de los calibres de los frutos; registrándose una menor producción (16%) de frutos del tamaño grueso y una mayor producción de frutos del tamaño menor. DD<sub>4</sub> respecto a DD<sub>1</sub> aumentó significativamente la producción de tomates de calibre grueso (22%). Los parámetros de la calidad en los frutos no se vieron afectados significativamente. Por la mejora en el reparto del calibre de los tomates, la distribución DD<sub>4</sub> compensaría el mayor gasto inicial que requiere en comparación al DD<sub>1</sub>. La termografía reveló ser una herramienta robusta, sencilla y rápida para diagnosticar el efecto de la salinidad sobre la transpiración.

Figura 1. Efecto de la producción ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) clasificada por calibre del diámetro ecuatorial y total comercial de plantas de tomate



\*, ns muestran diferencias significativas en el análisis de la varianza a  $P \leq 0,05$  y no significativo, respectivamente.

*Palabras clave.* Salinidad moderada, distribuidores de goteros, tomate injertado, termografía, cultivo en fibra de coco, calidad de fruto.



## BREVE INFORME SOBRE EL ESTADO DE VULNERABILIDAD DE UN ENEBRAL DEL SURESTE ALMERIENSE INÉDITO

**F. Ortiz**

*Universidad de Almería,  
Almería (España); ortiz0815@yahoo.es*

El *Juniperus oxycedrus L.*, llamado vulgarmente enebro de la miera, es un árbol que ocasionalmente puede alcanzar los 15 metros de altura y formar pequeños bosques tanto en zonas ácidas como básicas. Es una especie mediterránea que huye de las zonas continentalizadas encontrándose más prolíficamente en las formaciones termófilas de la costa en que dominan encinas y pinos<sup>1</sup>.

Aunque en la comarca natural de Cabo de Gata jamás se han descrito especies naturales verdaderamente arbóreas, del tipo encina (*Quercus ilex L.*), quejigo (*Quercus faginea Lam.*) o pino (*Pinus halepensis Mill.*), en el siglo XIX, el naturalista y académico Simón de Rojas Clemente, cuando visitó la zona, anotaba la presencia de enebro de la miera en la sierra, especialmente en un lugar aledaño a San José conocido como Barranco de la Mula<sup>2</sup>. Hoy en día ese enebreal ha desaparecido por completo y solo 5 ejemplares aislados de entre uno y dos metros de altura, distribuidos por la sierra desde la localidad de Rodalquilar hasta la de Carboneras, quedan como vestigio de la especie aquí. En un principio, desde un punto de vista fitosociológico, las asociaciones vegetales dominantes en el parque natural de Cabo de Gata, que a grosso modo están constituidas por la Serie de vegetación del lentisco (*Chamaeropo humilis-Rhamneto lycioidis S.*), el cornical (*Mayteno-europaei-Periploceto angustifoliae S.*) y el azufaifo (*Zizipheto loti S.*), impiden pensar en la relación natural de esta especie con su entorno por lo que se hace preciso un estudio y análisis más profundo de la especie para su integración científica en la interpretación botánica de la zona.

A parte de los pies actuales antes citados, a un altitud aproximada de 200 metros sobre el nivel del mar y con pies de entre 2 y 2.5 metros de altura hemos descrito una población de 65 ejemplares en perfecto estado de conservación y en unas dos hectáreas de extensión; se trata, por tanto, de un emplazamiento anómalo para una especie vegetal que no pertenece al corpus de especies que forman la asociación endémica *Phomidi-Ulicetum canascentis* (alianza *Genisto-Phomidion almeriensis*, Orden *Anthyllidetalia*) descrita por Rivas Goday y Rivas Martínez en 1967 para la Sierra de Cabo de Gata<sup>3</sup>.

La presencia de roturaciones circundantes para cultivos de cereales amenaza la supervivencia de los últimos ejemplares vivos de no arbitrarse pronto figuras de protección específicas y/o ampliar las cartografías de las áreas protegidas ya existentes; de hecho, al compararse fotografías aéreas de hace 8 años con una actual puede observarse como se ha ido reduciendo considerablemente el perímetro del enebreal en favor de cultivos ilegales que infringen la legislación vigente de uso de suelos del parque (Decreto 37/2008 de 5 de Febrero).

Se presenta la distribución poblacional de la formación y se discute su dinámica vegetal presente y futura en el contexto del uso histórico del suelo en la zona. La metodología usada para ello implementa un análisis estadístico dendrométrico para estimar medias de altura y diámetro y un análisis dasométrico, pre y post roturaciones, para estimar densidades y posibles evoluciones.

<sup>1</sup> AA. VV., *Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica*, Planeta 4ª edición, Barcelona (SPAIN), 2005.

<sup>2</sup> Simón de Rojas Clemente, *Viaje a Andalucía: Historia Natural del Reino de Granada 1805-1809*, Edición Gil Albarracín, 2003.

<sup>3</sup> S. Rivas Goday, S. Rivas Martínez, *Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase Ononido-Rosmarineta Br.-Bl. 1974*, Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles Tomo XV, 1967.

## ESTABLECIMIENTO DE UN MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) FRENTE A *Leveillula taurica* (Lév.) Arn

**J. Pozo de la Hoz<sup>1</sup>, M. R. Blanco Prieto<sup>1</sup>, J. Abad Martín<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Agronomía. Universidad de Almería, E-04120, Almería, España*

<sup>2</sup> *Singenta. Santa María del Águila. 04710 Almería. España; judithpozodelahoz@gmail.com*

La oidiopsis en el pimiento (*Capsicum annuum*), enfermedad cuyo agente causal es conocido como *Leveillula taurica* (Lév.) Arn., es uno de los principales problemas sanitarios que afecta a su cultivo bajo cubierta en las zonas templadas. Se han descrito híbridos que pueden ser empleados como fuentes de resistencia en pimiento, aunque no existen variedades comerciales con resistencia descrita en el mercado. La CPVO (Community Plant Variety Office) no describe ningún método para evaluar el grado de resistencia a oidiopsis en pimiento<sup>1</sup> y los métodos descritos en la bibliografía no son lo suficientemente ágiles para incluirlos en proyectos de mejora. Este trabajo describe un método de inoculación artificial del patógeno con el que se evalúa la resistencia al mismo en una gama de 22 líneas fijas de un programa de mejora. Para su puesta a punto se realizaron pruebas de longevidad del inóculo, almacenando hojas de pimiento infectadas 0, 5 y 10 días a 4 y 20°C en bolsas cerradas para averiguar en qué medida influye el tiempo de almacenamiento y las condiciones de temperatura en el potencial germinativo de las esporas de *L. taurica*. La prueba de germinación se llevó a cabo en seco (pincelado) y en presencia de agua libre (lavado). Se prepararon 4 muestras por tratamiento y se contaron 100 esporas de cada una. Los mayores porcentajes de germinación (54%) se registraron en las esporas que habían sido almacenadas 5 días y habían germinado en ausencia de agua libre. Se inocularon 5 plantas de pimiento susceptible en diferentes estados fenológicos del hospedador (con 6, 8, 10 y 12 hojas verdaderas), los síntomas eran generalizados 25 días después de la inoculación (DDI), la edad de huésped no fue un factor limitante para la aparición de la enfermedad. Para la evaluación de las 22 líneas se inocularon 10 plantas de cada línea. Pulverizándolas y dejándolas secar distribuidas en 10 bloques completos al azar. Las plantas fueron observadas diariamente hasta la aparición de los primeros síntomas (35 DDI) y se evaluaron 38, 45, 52, 59 y 66 DDI, anotando el número de hojas con síntomas, el número de colonias por hoja y la superficie de cada colonia en porcentaje. Se calculó la severidad, la incidencia, la cantidad de enfermedad y el número de colonias y se sometió a un análisis simple de la varianza. La comparación de medias se realizó según el test de Duncan y las mayores diferencias significativas entre grupos se registraron 59 DDI. Los resultados mostraron 4 líneas moderadamente resistentes, 16 moderadamente sensibles, una sensible y otra muy sensible. Los resultados fueron similares con los distintos métodos de evaluación por lo que se recomienda usar la incidencia o el número de colonias, menos complejo y laborioso.

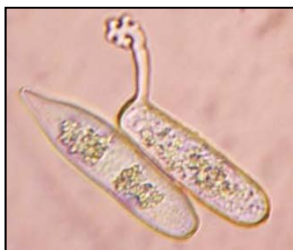


Fig. 1. Conidios de *L. taurica*



Fig. 2. Plantas antes (izq.) y después (drcha.) de la inoculación

**Palabras clave:** Oidiopsis, biotrofo obligado, evaluación de resistencia, método de inoculación

<sup>1</sup> CPVO (Community Plant Variety Office) 2007. en Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Capsicum annuum* L. Sweet pepper, hot pepper, paprika, chili. CPVO-TP/076/2, UPOV Code: CAPSI\_ANN. Disponible en: [http://www.cpvo.europa.eu/documents/TP/vegetales/TP\\_076-2\\_CAPSICUM\\_ANNUUM.pdf](http://www.cpvo.europa.eu/documents/TP/vegetales/TP_076-2_CAPSICUM_ANNUUM.pdf) [2014]

## **SOCIAL PERCEPTIONS ABOUT LAND USE-LAND COVER IN SEMI-ARID SPANISH ENVIRONMENT**

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

*Andalusian Centre for Evaluation and Monitoring Global Change (CAESCG),  
Biology and Geology Dpt. University of Almería, E04120 Almería, (Spain); cqs572@ual.es*

The southeastern Iberian Peninsula is one of the most arid regions of Europe where a variety of environments and landscapes coexist. Due to the rapid expansion of agricultural intensive activities in the last 30 years and the increasing abandonment of rural areas, the contradiction between economic development and ecosystems deterioration has become an issue of increasing concern. Four central land use and cover types (greenhouse horticulture, rural abandonment, urban intensification and protected areas) have affected ecosystem service delivery. Thus, the main objective of this study is to assess the perceived impact of different land uses on eight-selected ecosystem services (intensive agriculture, traditional agriculture, water regulation, climate regulation, air quality, erosion control, local identity and nature tourism). To do so, we assessed the importance and vulnerability perceived of ecosystem services by ranking social preferences collected in 465 face-to-face questionnaires. We also analyzed how the land uses impact on ecosystem services and the arguments in favor and against them. We found that the most important ecosystem services were traditional agriculture and nature tourism. Regulating services together with traditional agriculture were the services perceived as the most vulnerable. In addition, we observed significant impacts of land uses on ecosystem services, for example greenhouse horticulture favored provisioning services and affected negatively regulating services. In this way, we believe that obtained results should be considered by policymakers for the management and planning of the driest ecosystems of Iberian Peninsula.

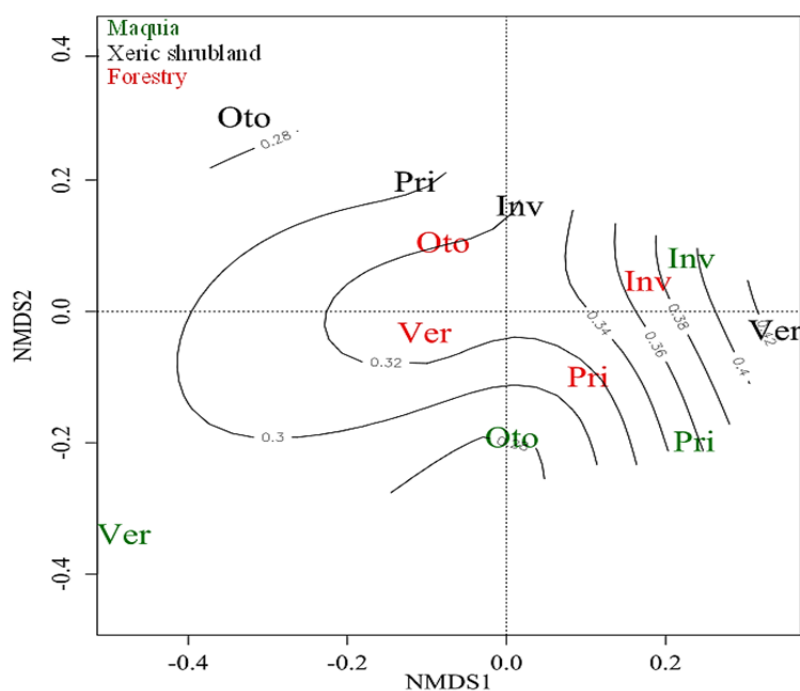
*Acknowledgements.* We thank all of the people that kindly responded to the questionnaire. Funding for the development of this research was provided by the Andalusian Center for the assessment of Global Change (CAESCG) (GLOCHARID project). The Oklahoma Biological Survey and the South Central Climate Science Center at the University of Oklahoma (US) has provided support for A.J.C. M.G.L was founded by a postdoctoral grant from the Alliance4Universities.

## LANDSCAPE FACTOR INFLUENCING THE FEEDING HABITS OF EUROPEAN BADGER IN A MEDITERRANEAN ARID CONTEXT

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

*Andalusian Center for the Assessment and Monitoring of Global Change (CAESCG),  
University of Almería,  
E04120 Almería (Spain); juanmir@ual.es*

Feeding behavior of European badger (*Meles meles* Linnaeus, 1758) has been extensively described as frugivory in Mediterranean environments. More specifically, key items described in badger's diet across arid Mediterranean areas are cultivated and wild fruits such as olives or figs. This study uses three arid landscapes (maquia, xeric shrubland, forestry) in southern Iberia Peninsula to explore whether different vegetation types and land uses affect the feeding behavior of badger. Based on 252 scats monthly collected from June 2011 to May 2012, we found that diet significantly varied among landscapes studied: insects, carob, and small mammals were the key items in the maquia, figs and oranges in the xeric shrubland, and earthworms and insects in the forestry. Based on the proved effect of precipitation and land management practices on items here identified, results are used for discussing potential implications of Global Change drivers in badgers feeding habits for arid Mediterranean areas.



SUM: summer; AUT: autumn; WIN: winter; SPR: spring. NMDS: estimated distances.

**Figure 1.** Nonparametric multidimensional scaling. The axis NMDS1 and NMDS2, show the range of the distances reached between seasons in the three landscapes. Seasons are arranged so that, the distances between them are as close to the real differences between the mean relative volume of fruits, vertebrates and invertebrates consumed in each landscape. A lower distance between seasons means greater similarity between them and vice versa. Isopleths connect points with the same value of Shannon Index (i.e., diet diversity).

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

## ECOSISTEMAS DE SIERRA NEVADA Y CAMBIO GLOBAL: EFECTOS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO ECOSISTÉMICO

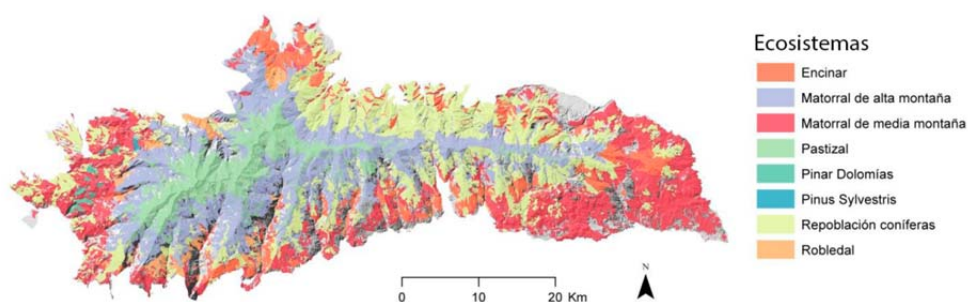
**A. Reyes, P. Águila, J. Cabello**

*Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG)  
Universidad de Almería  
E04120 Almería (España); ard243@ual.es*

El seguimiento del funcionamiento ecosistémico del Espacio Protegido de Sierra Nevada es un aspecto clave para conocer el estado de sus ecosistemas tanto de forma temporal como espacial y poder actuar conforme a los resultados. En este trabajo describimos la dinámica estacional mediante teledetección. Empleamos imágenes satelitales de MODIS con información sobre el Índice de Vegetación Mejorado (EVI), un subrogado de la producción primaria neta (PPN), el descriptor más integrador del funcionamiento ecosistémico. Usamos 6 atributos descriptores del funcionamiento derivados del EVI (EVI medio, variación intraanual de EVI, valores máximo y mínimo de EVI y la fecha de dichos valores) de ocho ecosistemas de Sierra Nevada: encinar, matorral de alta montaña, matorral de media montaña, pastizal, pinares autóctonos sobre dolomías y de *Pinus sylvestris*, repoblaciones de coníferas y robleal. Asimismo, analizamos la existencia de tendencias temporales en el periodo 2001-2013.

En general, los ecosistemas más productivos fueron el robleal y las repoblaciones de coníferas y el menos productivo el pastizal. El pastizal mostró la mayor variación intraanual de la dinámica de EVI, ligada a la presencia de nieve, mientras que los ecosistemas con menor variación intraanual las repoblaciones de coníferas y el encinar.

Espacialmente, identificamos una clara zonificación en la que predominan las tendencias positivas en la región Este y las tendencias negativas en la región Oeste del Espacio Protegido. Los ecosistemas que experimentaron más cambios fueron los situados a mayor cota, el pastizal y el matorral de alta montaña. Todos los ecosistemas, excepto los pinares sobre dolomías y de *Pinus sylvestris* mostraron tendencias en el EVI en el periodo de estudio. Además, las tendencias negativas identificadas en las áreas de repoblación de coníferas reflejaron el proceso de naturalización por el cual se están interviniendo estas zonas, siendo ocupadas sobre todo por el matorral de media montaña.



**Figura 1.** Distribución espacial de los ecosistemas del Espacio Protegido de Sierra Nevada.

*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).



## **RUN-OFF RUN-ON PROCESSES CONTROL VEGETATION DYNAMICS AND FUNCTIONING IN MEDITERRANEAN TYPE ECOSYSTEMS**

**E. Rodríguez-Caballero, M. García, A. Casas, S. Chamizo, Y. Cantón, D. Riaño, S. Ustin**

*Department of Agronomy, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); rce959@ual.es*

Mediterranean type ecosystems are characterized by erratic precipitation and high potential evapotranspiration, which control their functioning and productivity. However; the precipitation regime by itself, does not explain the high spatial and temporal heterogeneity in surface cover patterns of these landscapes. Due to water scarcity and historical human pressure, mediterranean landscapes usually show a patchy distribution of vegetation. During the few rainfall events, runoff is generated in bare areas whereas vegetation acts as sink for water, sediments and nutrients. This process reduces drought stress, controlling ecosystem functioning. Traditional methods to measure physicochemical properties of vegetation rely on very local and costly field sampling measurements, which do not reflect the high spatiotemporal heterogeneity inherent to these areas. Multitemporal airborne hyperspectral sensors provide detailed contiguous information to better quantify physicochemical properties of vegetation, and their heterogeneity. The aim of this study was to analyze how spatial variations in vegetation water content (VWC), dynamics and productivity, are controlled by water redistribution through runoff generation in Jasper Ridge Biological Preserve, which is located in, California, USA, and has a Mediterranean climate with 652 mm mean annual precipitation.

A simple water balance model was applied using as water inputs water infiltration modeled in a system, in which bare areas act as run-off sources and vegetation as sinks, and ETP modeled using Hardgreaves equation as water loss, during two hydrological years (2005 - 2007). From two AVIRIS images acquired on different dates (just after the rainy season on 2006/05/12 and at the end of the summer 2007/08/13), the NDII, the fraction of photosynthetic vegetation (PV) and the NDVI were calculated as indicators of VWC, vegetation dynamics and productivity, respectively. Just after the rainfall period, the study area showed high water availability, which results in high NDII, PV and NDVI. Nevertheless, these values are not homogenous for the whole area and significant differences were observed among the different plant functional types (PFT), which highlights the effect of water redistribution in landscape configuration. Grasslands covered the driest, with a low VWC (NDII = 0.03), PV (60%) and productivity (NDVI=0.58). The chaparral located in the south slopes, with very high ETP but an important water input, results in higher VWC (NDII = 0.11), PV (70 %) and productivity (NDVI=0.75) than grassland. Forest areas showed the highest water inputs, with high VWC (NDII = 0.26), PV (93 %) and productivity (NDVI = 0.77), whereas riparian vegetation showed less water availability than forest areas but similar PV (93 %) and higher productivity (NDVI = 0.80), as a consequence of their proximity to water courses. In comparison, a strong decrease in all variables was observed in summer as a consequence of the drought stress. When we analyzed the effect of water availability on the functioning of the different surface covers separately, a strong linear relationship between water availability and NDII, PV and NDVI was observed for grassland, chaparral and forest, whereas weaker relationships were obtained in riparian vegetation, due to their capability to capture water from deeper layers. Based on these results we can conclude that run-off generation and water redistribution constitute one of the principal ecosystem processes controlling landscape configuration, VWC, vegetation dynamics and productivity in arid and semiarid ecosystems.

*Acknowledgements.* This work was supported by BACARCOS research project (CGL2011-29429) funded by Spanish national Plan for Research, Development and Innovation and including European Union of Regional Development Funds

## CAMBIOS DE LA CALIDAD FOLIAR DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA EN RESPUESTA A LA ARIDEZ EN RÍOS DE CABECERA: EL CASO DEL ALISO NEGRO Y LA ZARZAMORA

**J. Rubio, J. J. Casas & M. J. Salinas**

*Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (España); jrr812@inlumine.ual.es*

La aridez que sufre la región Mediterránea, en general, y Andalucía en particular, tiene claras raíces históricas, y los distintos escenarios de cambio climático propuestos coinciden en una acentuación de este proceso en el futuro. La actividad antrópica que afecta a los ecosistemas, complica la tarea de estudiar el efecto de la aridez, por lo que las áreas montañas y los ríos de cabecera, menos afectados por estos impactos, son buenos candidatos para observar los efectos de la aridez sobre ellos en el presente, y en un escenario futuro. La hojarasca de la vegetación de ribera es el principal aporte de nutrientes hacia los ecosistemas fluviales. Y la tasa a la cual la hojarasca es incorporada en la red trófica fluvial está muy condicionada por sus características, físicas y químicas<sup>1</sup>. Esto significa que la calidad de la hojarasca afectará a la abundancia, y actividad de la comunidad de macroinvertebrados fragmentadores que se alimentan de estas hojas. Estudios anteriores mostraron como la aridez producía un aumento de la masa foliar específica (SLM) y un descenso del área foliar específica (SLA), lo que se correlacionaba positivamente con un incremento del contenido en fibras de la hoja<sup>2</sup> y suponía, por lo tanto, una disminución de su calidad como base nutritiva para estas comunidades de macroinvertebrados. En este contexto planteamos pues, la hipótesis de un descenso de la calidad de la materia orgánica (hojarasca) procedente de la vegetación leñosa de ribera como base nutritiva para las comunidades de macroinvertebrados fragmentadores, a medida que aumenta la aridez, incluso en arroyos de cabecera permanentes en los que la vegetación debe tener buena disponibilidad hídrica. Para contrastar esta hipótesis estudiamos las características, tanto físicas (SLA y dureza) como químicas (hemicelulosa, celulosa y lignina), de las hojas de dos especies leñosas de ribera: el aliso negro (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn), y la zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott), situadas en ríos de cabecera repartidos sobre el gradiente de aridez de Andalucía. Para determinar qué factores ambientales (climáticos, edáficos, y/o morfo-físicos de la ribera) podían ser buenos predictores de las variables foliares se llevaron a cabo Regresiones por Mínimos Cuadrados Parciales (PLSR). Al contrario de lo esperado, los modelos con mayor valor predictivo para aliso indicaron que el contenido en lignina aumentaba con las precipitaciones y al disminuir la aridez, y el SLA y la dureza aumentaba y disminuía respectivamente, con la amplitud de la variación anual de la temperatura. Para la zarzamora, el modelo con mayor valor predictivo demostró una correlación positiva entre el % de cobertura del dosel arbóreo y el SLA y el contenido en celulosa de sus hojas.

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido financiado por el proyecto RIBARID (CGL2012-39635) [MINECO-FEDER]. Este estudio no hubiese sido posible sin la colaboración de Carlos Gil de Carrasco y José Joaquín Ramos Miras quienes proporcionaron los datos edáficos, y de Enrique López Carrique que aportó los datos climáticos.

<sup>1</sup> Graça, M.A.S., & Cressa, C. 2010. Leaf quality of some tropical and temperate tree species as food resource for stream shredder. *International Review of Hydrobiology* **95** (1): 27- 41.

<sup>2</sup> Castro-Díez, P., Villar-Salvador, P., Pérez-Rantomé, C., Maestro-Martínez, M., Montserrat-Martí, G. 1997 Leaf morphology and leaf chemical composition in three *Quercus* (Fagaceae) species along a rainfall gradient in NE Spain. *Trees* **11**: 127-134.

## SIMULANDO EL EFECTO DE LOS CORREDORES VERDES EN LA PERSISTENCIA DE UNA RED ECOLÓGICA DEL SUELO A TRAVÉS DEL ESPACIO

**D. Ruiz-Lupión<sup>1</sup>, G. Barrionuevo Rosales<sup>2</sup>, J. Román Bilbao-Castro<sup>2</sup>, L. G. Casado<sup>2</sup>, J. María Gómez<sup>1,3</sup> and J.Moya-Laraño<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> *Departamento de Ecología Funcional y Evolutiva, EEZA (Estación Experimental de Zonas Áridas) - CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Almería (España).*

<sup>2</sup> *Departamento de Informática, Universidad de Almería (UAL).*

<sup>3</sup> *Departamento de Ecología, Universidad de Granada (UGR).  
EEZA-CSIC, Almería (España); loli.ruiz@eeza.csic.es*

Los corredores ecológicos son concebidos como espacios geográficos que conectan fragmentos de hábitats naturales (parches o islas) y funcionan permitiendo la dispersión de los individuos de las especies entre islas, minimizando las tasas de extinción. Los corredores ecológicos deben ser, por lo tanto, fundamentales para garantizar el mantenimiento de las metacomunidades ecológicas multitróficas, donde dentro de un área geográfica hay un sistema de comunidades que están vinculadas por la dispersión de múltiples especies que interactúan tróficamente entre sí. Las metacomunidades multitróficas pueden ser entendidas como redes ecológicas que funcionan a través del espacio, y actualmente la comprensión de la estructura y dinámicas de estas redes complejas, así como su estabilidad son temas centrales en Ecología. Esto se debe a que cada nodo (especies) es responsable de llevar a cabo una función específica y lo que le suceda a un nodo (ej. extinción) puede afectar al sistema entero (ej. extinciones en cascada). Entender esta complejidad puede ser muy complicado si queremos explícitamente añadir el hecho de que cada población (nodo) está compuesta de muchos individuos que difieren los unos de los otros genéticamente y fenotípicamente, proporcionando por lo tanto el potencial para una rápida evolución y retroalimentación eco-evolutiva, por la cual, los cambios en las frecuencias genéticas en una especie puede afectar a otras especies y *viceversa*.

Toda esta complejidad puede ser estudiada si aprovechamos el actual poder computacional de los ordenadores que facilitan la experimentación y manipulación “virtual” de los sistemas simulados. Los Modelos Basados en Individuos (IBM) en ecología y evolución se implementan mediante el diseño de individuos con rasgos específicos, variables de estado y genéticas y un ambiente específico, todo ello puede interactuar a través del espacio siguiendo un conjunto de reglas. Estos tipos de modelos están alimentados de diferentes tipos de datos (literatura, campo y laboratorio) y son altamente realistas comparados con otros tipos de modelos. Los IBMs proporcionan gran cantidad de outputs con información muy valiosa sobre los procesos en curso: detalles de la biografía de los individuos, dinámicas genéticas poblacionales, tasas de nacimiento y de muerte, etc. El principal objetivo del presente trabajo es utilizar un Modelo Basado en Individuos (IBM) recientemente implementado (Programa Weaver<sup>1</sup>), el cual es el único programa disponible que incluye toda esta complejidad, para testar como la presencia o ausencia de un corredor ecológico afecta a la persistencia de las redes ecológicas. Empezaré con una estructura espacial de siete micro-islas (bolsas de agua en el suelo) con agua y recursos basales, dispuestas alrededor de un hexágono (2D) para evaluar el efecto del aumento de la distancia entre ellas, y después añadiré un corredor ecológico (isla central). Predigo que la persistencia de una red trófica del suelo previamente estudiada compuesta por 20 especies (9 presas y 11 depredadores) y un recurso basal (hongo) aumentará al añadir la isla central.

---

<sup>1</sup> *Moya-Laraño, J., Bilbao-Castro, J. R., Barrionuevo, G., Ruiz-Lupión, D., Casado, L. G., Montserrat, M., Melián, C. J., Magalhães, S. Eco-evolutionary spatial dynamics: Rapid evolution and isolation explain food web persistence. Adv. Ecol. Res. 2014, 50, 76-143.*



## **MONITORING EVOLUTION OVER TIME IN THE FUSARIUM WILT OF DATE PALM (*Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*) ON VARIOUS VARIETIES FROM ARID ZONES IN ALGERIA AND SPAIN**

**S. Sahouli, J. Sánchez, E. Gallego**

*Universidad de Almería,  
Almería (Spain); safia-nice@hotmail.com*

Fusarium wilt is the most serious disease of date palm in North Africa. It is caused by a soil-borne fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. The objective of this work is to monitor the disease over time. An experiment was conducted to study the effect of inoculation of spore suspension of two isolates of *F. oxysporum* f.sp. *albedinis* on three well known Algerian varieties (DN TAN, TIM) and a Spanish variety Elche (VE) at two stages of young seedlings. At first, the results indicate that the most sensitive variety is the variety DN whatever the strain tested. In addition, TIM and TAN varieties have a difference of sensitivity with respect to the strain used. However, the variety (VE) has a very low sensitivity. Moreover, the second observation, two-leaf stage, shows that the variety TIM is the most susceptible variety, comes after the DN range, and the other two varieties (TAN, VE) have a tolerance of the disease.

## INMOVILIZACIÓN Y FITOEXTRACCIÓN: ¿UNA COMBINACIÓN VIABLE PARA REMEDIACIÓN DE SUELOS?

**J. Salinas, V. González, M. Simón, I. García**

*Área de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Agronomía.  
Universidad de Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3  
E04120 Almería (España); jerosalinasr@gmail.com*

Las técnicas de inmovilización y fitoextracción son dos corrientes bien extendidas en el campo de la remediación de suelos. La elección de una u otra técnica dependerá de múltiples factores, y estará determinada por el objetivo perseguido. Las técnicas de fitoextracción tiene como objetivo la extracción de contaminantes de los suelos a través de la vegetación, en general acompañado por adición de agentes quelantes para acelerar el proceso, promoviendo el lavado de contaminantes hacia horizontes más profundos del suelo, con la posibilidad de que la contaminación llegue a las aguas subterráneas y el riesgo asociado que ello supone<sup>1</sup>. Las técnicas de inmovilización persiguen la fijación de contaminantes en el suelo, preferiblemente en formas no biodisponibles, evitando su lixiviación y dispersión. Pero no es fácil de conseguir, porque incluso cuando una enmienda es capaz de fijar el contaminante evitando su lavado y dispersión, las plantas puede absorber esos contaminantes fijados<sup>2</sup>.

El objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad de una combinación entre ambas técnicas, reduciendo problemas asociados a la lixiviación. Se seleccionaron dos suelos muy contaminados, uno ácido (A) y otro básico (R), y un suelo control (Control) no contaminado. Como enmienda se usó lodo de mármol (LM), a partir del corte y pulido de mármol, y como planta fitoextractora *Brassica juncea* L. Los suelos enmendados, no enmendados y no contaminado se colocaron en maceteros por triplicado, con un sistema de recogida de lixiviados (LX) y de solución del suelo (SS), y se almacenaron en un invernadero con régimen natural día/noche. Se sembraron 6 semillas y las tasas de fitoextracción se calcularon a las 8 semanas.

La evaluación conjunta de tasas de fitoextracción y concentración de contaminantes en LX y SS, determina que podría ser un enfoque adecuado para la remediación de suelos, puesto que la planta puede absorber los contaminantes y la disminución de concentración de contaminantes en lixiviados es considerable (Fig. 1).

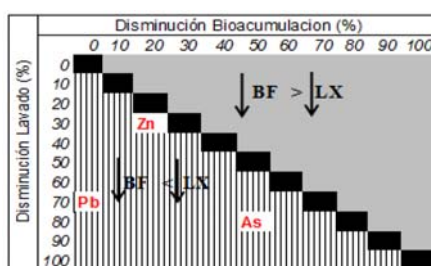


Fig. 1. Disminución de bioacumulación y lixiviación de contaminantes en suelos enmendados con respecto a no enmendados (%).

<sup>1</sup> Chen, Y., Xiangdong, L., Shen, Z. (2004). Leaching and uptake of heavy metals by ten different species of plants during an EDTA-assisted phytoextraction process. *Chemosphere*, 57: 187-196.

<sup>2</sup> González, V., Simón, M. (2013) "Assessing the impact of organic and inorganic amendments on the toxicity and bioavailability of a metal-contaminated soil to the earthworm *Eisenia andrei*". *Environmental Science and Pollution Research*, 20: 8162- 8171.

## BALSA DEL SAPO: PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y PATOLÓGICA

**M. Sánchez, M. T. Lao y R. Blanco**

*Departamento de Agronomía, Escuela Politécnica Superior,  
Facultad de Ciencias Experimentales,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain); msf531@inlumine.ual.es*

La Balsa del Sapo está constituida por dos lagunas de origen antrópico situadas en el municipio de Las Norias de Daza (El Ejido), Almería, y que corresponde con la zona central del Campo de Dalías. Su origen y mantenimiento está relacionado con la explotación intensiva de los recursos a los que se ha sometido el Campo de Dalías desde la segunda mitad del siglo pasado. Los niveles de agua de la Balsa del Sapo están condicionados por las aportaciones de las precipitaciones torrenciales de magnitud excepcional sobre la cuenca de recepción de esta depresión de la llanura, con la recarga natural del Acuífero Superior Central, y con los constantes retornos de la actividades agrícola y urbana sobre este acuífero de cobertera<sup>1</sup>. La problemática de esta situación reside en la incorrecta planificación hidrográfica, la peligrosidad de las posibles inundaciones, la inexistente evaluación y seguimiento de la calidad del agua y la calidad ambiental, y la imposibilidad de cultivar en zonas cercanas. Este proyecto pretende dar comienzo a la realización de un diseño, empleando diferentes metodologías, que proporcionen soluciones viables ante la problemática ambiental, social y agronómica que sufre la zona. Una de las soluciones más planteadas y factibles consiste en la reutilización del agua que actualmente se está arrojando al mar. Para ello, se decide realizar diferentes ensayos que muestren la toxicidad y composición (biótica y abiótica) del agua, y determinar de este modo si es posible su uso sin un previo tratamiento para la mejora de la calidad. Se utilizaron cebos vegetales (con pétalos de clavel) para la detección de propágulos en agua de especies de *Phytophthora* y *Pythium* procedentes del agua en diferentes puntos de las lagunas, y posteriormente incubados en pera, manzana y patata. Además, se realizaron ensayos de germinación para determinar la fitotoxicidad presente en el agua.<sup>2</sup> Las pruebas muestran toxicidad en el agua, asociada a la presencia de microorganismos (bacterias, hongos, protozoos a determinar) y/o a contaminantes abióticos. Por lo tanto, este agua no podría ser utilizada para riego ni para la recarga de acuíferos sin aplicar previamente un tratamiento, como muestran algunos estudios similares.

<sup>1</sup> L. Daniele, A. Pulido, A. Vallejos, K. Murray y L. Molina. *Revista Geogaceta*. **2007**, 41, 63-66.

<sup>2</sup> F. Zucconi, A. Pera, M. Forte y M. DeBertoldi. *BioCycle*. **1981**. 22 (4), 54-57.

## ANTAGONIST STRAINS OF *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* ON FUSARIOS WHEAT

**F. Z. Sebihi, A. Benguedouar and J. Sánchez**

*Botanica unit, Departement of biology and geology, University of Almeria  
Almeria, Spain (hiba\_fati5@hotmail.com)*

Some microorganisms, primarily bacteria, are able to effectively colonize the root systems and beneficially influence the plant growth stimulating and / or protecting against infections with plant pathogens. These rhizosphere bacteria are then listed under the term PGPR, among these bacteria the *Pseudomonas fluorescens*<sup>1</sup>.

*Pseudomonas fluorescens* are considered as biological compounds agricultural land and are responsible for the control of fungal diseases in crops, and stimulate the growth of plants such as wheat.

Wheat can be attacked by the phytopathogenic fungus *Fusarium* is a soil fungus more aggressive, causing considerable yield losses<sup>2</sup>.

PGPR are also widely found among potential biocontrol agents, because they use more than one mechanism for the elimination of pathogens and reducing the incidence of diseases namely: competition, antibiosis or parasitism<sup>3</sup>.

In our work, we have isolated 60 strains of *Pseudomonas* spp. fluorescents After morphological, physiological and biochemical characterization, we found that only 06 species have the *Pseudomonas fluorescens*.

From our study, it was also shown that there is a large positive effect of the bacteria *Pseudomonas fluorescens* on the increase and growth of wheat plants and also an antagonistic effect against the phytopathogenic fungus (*Fusarium*).

---

<sup>1</sup> E. Bossis , P. Lemanceau, X. Latour, and L. Gardan. The taxonomy of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*: current status and need for revision. *Agronomie*. **2000**, 20: 51-63

<sup>2</sup> K. Doguiet Denis Dalie. Biocontrôle des moisissures du genre *Fusarium* productrices de fumonisines par sélection de bactéries lactiques autochtones de maïs ,université de bordeau . **2010**, p 01.

<sup>3</sup> C. Dubuis, C. Keel, and D. Haas. Dialogues of root-colonizing biocontrol pseudomonads. in "New perspectives and approaches in plant growth-promoting rhizobacteria research", P. Lemanceau, P.A.H.M. Bakker, J.M. Raaijmakers, G. Bloemberg, M. Höfte, and B.M. Cooke, (Eds). Springer, Pays-Bas, **2007**, p 311-328.

## INFLUENCE OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF ALGERIAN SOILS ON FUNGICIDE ADSORPTION-DESORPTION PROCESSES

**K. Ait Hami<sup>1,2</sup>, M. D. Ureña Amate<sup>2</sup>, M. M. Socias Viciano<sup>2</sup>, H. Miloudi Lessehal<sup>1</sup>,  
N. Debbagh Boutarbouch<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Chemistry, Laboratory of Materials Chemistry, University of Oran, B.P 1524 El-M'Naouer, Oran, Algeria. Email: aithamikhina@yahoo.fr.*

<sup>2</sup>*Department of Chemistry and Physics, Agroalimentary Campus of International Excellence, ceiA3, University of Almeria, 04120, Almeria, Spain.*

Adsorption-desorption of pesticides in soils is one of the main phenomena that affect the behavior of these compounds in the environment. The extent of adsorption depends on various soil properties, including organic matter content, type and amount of clay, ion exchange capacity, texture and pH. The present study addresses the influence of organic matter (OM) and clay content of three soils collected from different agricultural areas from the region of Oran (Algeria) on flusilazole adsorption-desorption processes. Some of the *physicochemical characteristics of soil samples are presented in Table 1.*

**Table I.** Physico-chemical characterization of the soils and  $K_f$ ,  $K_{OC}$  and  $H$  parameters

Soil	pH (H <sub>2</sub> O)	% OM	% Clay	$K_{f\ ads}$	$K_{f\ des}$	H
A	7.6	3.81	5.16	0.13	0.33	2.33
B	8.4	3.03	28.9	0.05	0.15	4.76
C	7.7	1.60	34.2	0.02	0.01	1.58

The  $K_f$  values obtained from the fit of experimental data to the Freundlich model (Table I) showed good correlation with the soil OM content which suggests that soil OM is the main controlling factor for flusilazole adsorption<sup>1</sup>. However, the clay content is negatively correlated with the Freundlich adsorption constant, which might be related with lower surface area of the existing type clay as compared to OM<sup>2</sup>. The study of the desorption process indicated a low hysteresis degree in general for the three soils, despite the moderately high organic matter content of A and B soils, which indicates that OM is not the only factor that controls flusilazole desorption from these soils but also the clay content<sup>3</sup>. This fact might explain the higher value of  $H$  parameter for the B soil, indicating the higher irreversibility of flusilazole molecules adsorption on this soil and thus, its lower pollution potential compared with the other two soils.

*Acknowledgments:* The authors of this work thanks the AECID funding awarded through the Integrated Action A1/035959/11.

<sup>1</sup> Sharma, D.K., Verma, B.C., Sood, S., Verma, N., Sood, K.C. *Pestic. Res. J.* **2000**, *12*, 1-7.

<sup>2</sup> Fisseha H., Heluf G., Kibebew K., Birru Y. *Agriculture, Forestry and Fisheries* **2014**, *2(1)*, 40-51.

<sup>3</sup> Krishna, K.R., and L. Philip. *J. Hazard. Mater.* **2008**, *160*, 559-67

## A FULLY PROGRAMMABLE ROBOT DEVICE FOR NMR TUBES <sup>1</sup>

**F. M. Arrabal, J. L. Torres-Moreno, P. Oña-Burgos, C. Herrero and I. Fernández**

*Department of Chemistry and Physics, Area of Organic Chemistry, CeIA3.  
BITAL-Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria  
E04120, Almería (Spain); fmarrabal@ual.es*

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) is a well-known technique in many fields but in particular in chemistry. One of its main applications is the structural determination of reactive intermediates in solution. A common task is the monitor of such species through NMR which comprises the mixing of reacting liquids and also gases contained in an NMR tube, usually of J-Young type. This methodology makes necessary to control the mode and rate in which the tube is moved, in order to achieve a homogenous and uniform mixing of the reagents. After an exhaustive search through patent and non-patent sources, we could not find any device for this specific purpose, probably due to the longitudinal shape of the NMR tubes which do not fit to conventional machines, NMR tubes are fragile, and the importance of ensuring reproducibility.

We describe herein a new programmable robot which enables the rotation of NMR tubes under circular and pendulum movements for user-defined rate and time. The protective covering of the NMR tubes is achieved by means of a polymer adaptor which is designed to include a holder made of a thermoplastic elastomer. Both the adaptor and the protective cage are exchangeable according to the standard tube dimensions considered by the main manufacturers.



**Figure 1.** Programmable device for the uniform rotation of NMR tubes.

The device basically operates as follows: First, the holder containing the NMR tube together with the protective cover are fixed as a whole onto the shaft of the electric motor. The shaft is always at the 360° position thanks to the Hall Effect sensor already integrated. Then, the start/stop button gives the order to the micro-controller to start the rotation. Once the experiment is completed, the rotation of the electric motor stops and the adaptor moves back to its initial 360° position. All the variables are controlled by a free software available at [ingmec.ual.es](http://ingmec.ual.es) that allows the control of the robot via PC, tablet or smartphone, even in remote control procedures.

*Acknowledgements.* To the Andalusian Regional Government (excellence project P12-FQM-2668) for financial support.

<sup>1</sup> Universidad de Almería. NMR-Robot. Spain, P201400655. 12-08-2014.

## ELECTROSTATIC EFFECTS IN THE FOLDING OF THE SH3 DOMAIN OF THE c-SRC TYROSINE KINASE: pH-DEPENDENCE IN 3D-DOMAIN SWAPPING AND AMYLOID FORMATION

**J. Bacarizo<sup>a</sup>, S. Martínez-Rodríguez<sup>a,b</sup>, J. M. Martín-García<sup>a</sup>, M. Andújar-Sánchez<sup>a</sup>, E. Ortiz-Salmerón<sup>a</sup>, J. L. Neira<sup>d,e</sup> and A. Cámara-Artigas<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup> *Department of Chemistry and Physics, Research Centre for Agricultural and Food Biotechnology (BITAL), University of Almería, Agrifood Campus of International Excellence (ceiA3), 04120 Almería, Spain;* <sup>b</sup> *Department of Physical Chemistry, Faculty of Sciences, University of Granada, 18071 Granada, Spain;* <sup>d</sup> *Instituto de Biología Molecular y Celular, Universidad Miguel Hernández, 03202 Elche (Alicante), Spain;* <sup>e</sup> *Biocomputation and Complex Systems Physics Institute, 50009 Zaragoza, Spain; juliobacarizo@hotmail.com*

The SH3 domain of the c-Src tyrosine kinase (c-Src-SH3) aggregates to form intertwined dimers and amyloid fibrils at mild acidic pHs. In this work, we show that a single mutation of residue Gln128 of this SH3 domain has a significant effect on: (i) its thermal stability; and (ii) its propensity to form amyloid fibrils; the Gln128Glu mutant forms amyloid fibrils at neutral pH but not at mild acidic pH, while Gln128Lys and Gln128Arg mutants do not form these aggregates under any of the conditions assayed. We have also solved the crystallographic structures of the wild-type (WT) and Gln128Glu, Gln128Lys and Gln128Arg mutants from crystals obtained at different pHs. At pH 5.0, crystals belong to the hexagonal space group P6<sub>5</sub>22 and the asymmetric unit is formed by a chain of the protomer of the c-Src-SH3 domain in an open conformation. At pH 7.0, crystals belong to the orthorhombic space group P2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>, with two molecules at the asymmetric unit showing the characteristic fold of the SH3 domain. Analysis of these crystallographic structures shows that the residue at position 128 is connected to Glu106 at the diverging  $\beta$ -turn through a cluster of water molecules. Changes in this hydrogen-bond network leads to the displacement of the c-Src-SH3 distal loop, also resulting in conformational changes of Leu100 that might be related to the binding of proline rich motifs. Our findings show that electrostatic interactions and solvation of the residues close to the folding nucleation site of the c-Src-SH3 domain might play an important role during folding reaction and amyloid fibril formation<sup>1</sup>.

*Acknowledgements.* This research was funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation and Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (EU) [BIO2009-13261-C02-01/02 BIO2012-39922-C02-01/02, CTQ2013-4493 and CSD2008-00005], Andalusian and Valencian Regional Government (Spain) and FEDER (EU) [P09-CVI-5063 and P10-CVI-5915; Prometeo 2013/018]. Data collection was supported by *European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF, Grenoble, France) [BAG proposals MX-1406 and MX-1541] and ALBA (Barcelona, Spain) [proposals 2012010072 and 2012100378]. This work has been performed by members of the research groups BIO-328 Protein Structures of the Andalusian Regional Government (Spain). We thank the staff at the ID14-4 beamline of the ESRF (Grenoble, France) and specially we would also like to thank the beam line XALOC from the Spanish Synchrotron Radiation Facility ALBA and Jordi Juanhuix, Jordi Benach and Fernando Gil for their assistance in the measurement of the crystals.

<sup>1</sup> Julio Bacarizo, Sergio Martínez-Rodríguez, José Manuel Martín-García, Montserrat Andújar-Sánchez, Emilia Ortiz-Salmerón, José Luis Neira and Ana Cámara-Artigas. *Plos one*; (Accepted)



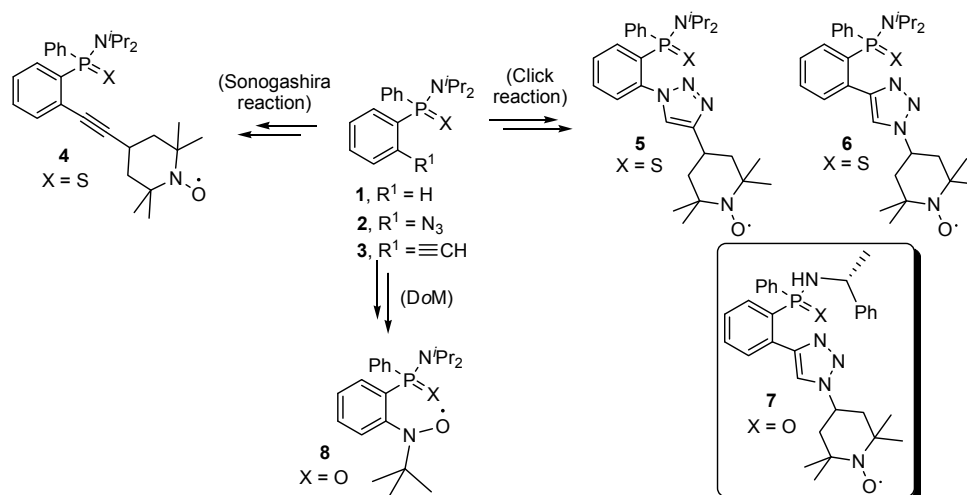
## SYNTHESIS OF PHOSPHINIC ACID DERIVATIVE NITROXYL RADICALS AS SCAFFOLDS FOR THE CONSTRUCTION OF MULTIFUNCTIONAL MATERIALS

**E. Belmonte, M. J. Iglesias and F. López Ortiz**

*Área de Química Orgánica, Universidad de Almería, Carretera de Sacramento s/n, 04120 Almería (Spain); evebs89@hotmail.com*

Building up multifunctional materials is a challenge of technologic and academic interest. In particular, magnetic conductors play an important role in the development of spintronic devices and quantum computing among other relevant fields.<sup>1</sup> A general approach to their synthesis consists of combining donor radical organic ligands with paramagnetic metal ions. Nitroxyls are one of the most used organic radicals for the preparation of magnetic molecules.<sup>2</sup> A large number of derivatives have been synthesized, providing different coordination sites and architectures.<sup>3</sup> However, phosphorus-containing nitroxyl ligands remain quite unexplored.

We have developed a methodology for the efficient preparation of a variety of phosphinic acid derivative nitroxyl radicals **4** – **8** (Scheme 1). The radical can be connected directly, in the case of TBN (nitroso-*t*-butyl) **8**, employing directed *ortho* metallation (DoM) techniques, or through functionalized connectors via derivatization of *ortho* substituted phosphinic acid derivatives. Thus, TEMPO (2,2,6,6-tetramethyl-1-piperidinyloxy radical) derivatives **4** – **6** can be accessed through Sonogashira cross-coupling reactions (for **4**), and *click* chemistry methods. The synthetic strategy has been successfully extended to the synthesis of the P-chirogenic multifunctionalized radical **7** in very good yield.



**Scheme 1.** Synthetic pathways for the phosphinic acid derivative radicals.

Further studies aimed at the use of these ligands in the formation of complexes with paramagnetic 3d and 4f ions and the study of their magnetic properties are in progress.

<sup>1</sup> Sugawara, T.; Komatsu, H.; Suzuki, K. *Chem. Soc. Rev.* **2011**, *40*, 3105.

<sup>2</sup> (a) Reis, S. G.; del Aguila-Sánchez, M. A.; Guedes, G. P.; Ferreira, G. B.; Novak, M. A.; Speziali, N.; López-Ortiz, F.; Vaz, M. G. F. *Dalton Trans.* **2014**, *43*, 14889. (b) Pointillard, F.; Bernot, K.; Poneti, G.; Sessoli, R. *Inorg. Chem.* **2012**, *51*, 12218.

<sup>3</sup> Ratera, I.; Veciana, J. *Chem. Soc. Rev.* **2012**, *41*, 303.

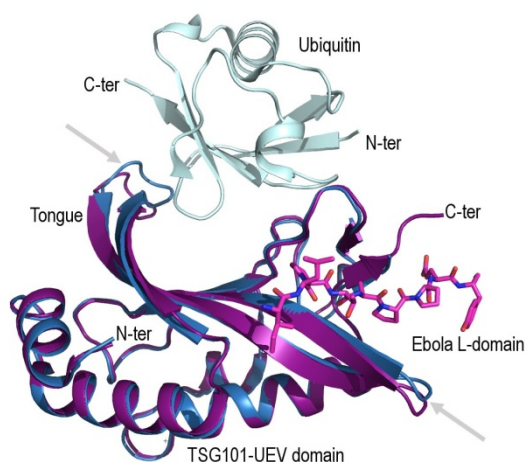


## ESTUDIOS ESTRUCTURALES DE PROTEÍNAS IMPLICADAS EN EL PROCESO DE PROPAGACIÓN DEL VIRUS DEL EBOLA

**A. Cámara-Artigas**

*Departamento de Química y Física, Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); acamara@ual.es*

La actual epidemia de Ebola es sin duda la de mayor proporción de todas las sufridas hasta la fecha. La progresión que está alcanzando la enfermedad en África ha llevado a la Organización Mundial de la Salud a autorizar el uso de fármacos y vacunas aún en fase experimental. Esto ha puesto de manifiesto el hecho de que actualmente no se conoce ningún fármaco ni vacuna eficaz. El grupo BIO328 “*Estructura de proteínas*” de la UAL en colaboración con el grupo FQM171 “*Biofísica y Biotecnología Molecular*” de la UGR llevan desde el año 2003 trabajando en la búsqueda de inhibidores de la interacción de proteínas víricas con las proteínas celulares TSG101 y Nedd4, como agentes antivirales de amplio espectro con potencial para ser usados como fármacos contra enfermedades como el Ebola o el SIDA. Estas proteínas forman parte de la maquinaria ESCRT que juega un papel clave en la liberación de los virus de las célula una vez estos se han replicado en la misma. Los virus “secuestran” la función de estas proteínas mediante la interacción de una secuencia de pocos aminoácidos que contiene el motivo PTAP que está presente en la proteína VP40 de la matriz del virus del Ebola o en la poli-proteína Gag (Group-specific Antigen) del virus del SIDA. Nuestro grupo ha determinado la estructura del dominio UEV de la TSG101 que interacciona con el motivo PTAP de la proteína VP40 (PDB entry 4EJE) y del virus linfotrófico de células T humanas tipo I. Además también ha determinado la primera estructura del dominio libre (PDB entry 2FOR)<sup>1</sup>. El conocimiento en detalle de las interacciones que tiene lugar a nivel molecular ayudará al desarrollo racional de moléculas que interaccionen con alta afinidad con esta proteína y puedan inhibir la liberación del virus de la célula.



*Figura 1.- Superposición de las estructuras cristalográficas de la TSG101-UEV (púrpura) (PDB entry 2FOR<sup>1</sup>), el dominio-L con la secuencia PTAP de la proteína matriz del Ébola VP40 (magenta) (PDB entry 4EJE) y la proteína Ubiquitina (celeste). Los cambios conformacionales de la lengua y el sitio de unión para dominios-L se han indicado mediante una flecha. El dominio UEV de la TSG101 participa en la ruta de vacuolización que aprovecha el virus para su liberación mediante el reconocimiento de ubiquitina en proteínas señaladas para la degradación y la secuencia PTAP del dominio-L de las proteínas víricas.*

*Acknowledgements.* This research was funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation and Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (EU) [BIO2006-15517-C02-02, BIO2009-13261-C02-01/02 and BIO2012-39922-C02-01/02], Andalusian Regional Government (Spain) and FEDER (EU) [P09-CVI-5063]. Data collection was supported by ESRF (Grenoble, France): BAG proposals MX-739, MX-1225 and MX-1541; and ALBA (Barcelona, Spain) BAG 2012010072, 2012100378 and 2013100658.

<sup>1</sup> Palencia, A., Martínez, J.C., Mateo, P.L., Luque, I., Cámara-Artigas, A. *Acta Crystallogr., Sect. D* **2006**, 62, 458-464.

## DETERMINACIÓN DE LOS INTERVALOS DESOLUBILIDAD PARA LA CRISTALIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS TSG101-UEV, UBIQUITINA Y VP40

V. Cutillas, J. Bacarizo y A. Cámara-Artigas

*Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (España); vicutillas@gmail.com*

La determinación estructural de proteínas mediante difracción de rayos X requiere la cristalización de las mismas. Para conseguir una correcta cristalización es necesario purificar las proteínas con un alto nivel de pureza que nos permita trabajar en condiciones de monodispersidad para poder abordar el proceso de cristalización. Una técnica que nos permite caracterizar la solubilidad de las proteínas y su estado de agregación es la medida de la luz dispersada. En concreto, la Dispersión Dinámica de la Luz (DLS) nos permite conocer tanto el tamaño de las partículas como las poblaciones existentes en disolución.

En el desarrollo del Trabajo Fin de Grado hemos trabajado con las proteínas TSG101 (dominio UEV), VP40 y Ubiquitina. Estas proteínas están implicadas en el proceso de liberación del virus del Ébola una vez se ha replicado en la célula. La alarma sanitaria actualmente creada por el brote masivo de Ébola en Africa Occidental ha puesto de manifiesto la falta de fármacos y vacunas destinadas a combatir esta enfermedad. En el desarrollo de estos, la cristalografía de proteínas proporciona una información muy valiosa ya que permite conocer en detalle las interacciones a nivel molecular que determinan la afinidad con que interaccionan estas moléculas.

El objetivo de nuestro trabajo es encontrar las condiciones óptimas para cristalizar estas proteínas por separado y en complejos binarios o ternarios. Primero se ha optimizado el proceso de purificación de las tres proteínas. A partir de la proteína pura según criterios de SDS-PAGE electroforesis hemos realizado medidas de DLS a distintos pHs y a diferentes concentraciones de cada una de las proteínas. De esta forma hemos determinado el intervalo óptimo para cada proteína en la cual se encuentra monodispersa (una sola población en la disolución). Estos resultados nos permitirán abordar el proceso de cristalización de una forma racional.

*Acknowledgements.* This research was funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation and Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (EU) [BIO2006-15517-C02-02, BIO2009-13261-C02-01/02 and BIO2012-39922-C02-01/02], Andalusian Regional Government (Spain) and FEDER (EU) [P09-CVI-5063]. Data collection was supported by ESRF (Grenoble, France): BAG proposals MX-739, MX-1225 and MX-1541; and ALBA (Barcelona, Spain) BAG 2012010072, 2012100378 and 2013100658.

## Ti(III)-CATALYZED SYNTHESIS OF OXYGEN-HETEROCYCLES WITH THE FUNCTION EXOCYCLIC $\alpha$ -ALLENOL

**M. García-Martínez, C. Hernández-Cervantes, I. Rodríguez-García,  
M. Muñoz-Dorado, M. Álvarez-Corral, J. E. Oltra<sup>†</sup>**

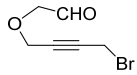
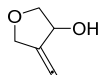
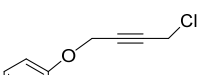
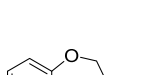
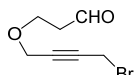
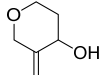

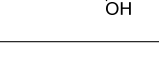
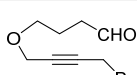
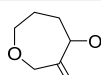
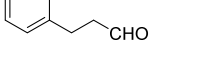
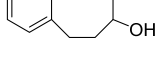
*Departamento de Química y Física, ceiA3, Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain); irodrigu@ual.es*

The development of new tools for the stereoselective synthesis of new C-C bonds continues to be a formidable challenge and an active area of research. Among the different methodologies currently available, the introduction of transition metal catalysts and reagents has caused a revolutionary change in organic synthesis. Among the transition metals widely employed in these purposes, there has been great advances in selective free-radical processes mediated by Ti(III) and Ti(IV) complexes.

Several allenic natural products own an  $\alpha$ -allenic alcohol. This fact linked to the increasing use of  $\alpha$ -allenols as versatile building blocks, has widened the application of allenic alcohols in chemical synthesis.<sup>1</sup> Among the different procedures readily available,<sup>2</sup> the addition of propargyl or allenyl intermediates to aldehydes or related compounds could be one of most powerful, since it allows the use of transition metal catalysts.

We present a new methodology for the synthesis of exocyclic  $\alpha$ -allenols catalyzed by Ti(III), a cheap, abundant and nontoxic metal. It is based on the Barbier-type cyclization of functionalized propargyl halide/carbonyl precursors and represents a new method of synthesis of 5-8 membered oxygen-heterocycles with an exocyclic  $\alpha$ -allenol group. Table 1 shows the exocyclic allenes prepared using this method.<sup>3</sup>

Table 1. Selected examples of [Cp<sub>2</sub>TiCl]-catalyzed Barbier-type cyclization of propargyl halides.

Substrate	Product	Substrate	Product
			
			
			

Reaction conditions: [TiCl<sub>2</sub>Cp<sub>2</sub>], Mn dust, 2,4,6-collidine and Me<sub>3</sub>SiCl in THF

**Acknowledgements.** We thank the “Ministerio de Economía y Competitividad” (Project CTQ2011-24443) for financial support.

<sup>1</sup> T. Bai, S. Ma, G. Jia, "Insertion reactions of allenes with transition metal complexes" *Coord. Chem. Rev.* **2009**, *253*, 423-448; S. Yu, S. Ma, "Allenes in Catalytic Asymmetric Synthesis and Natural Product Syntheses" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 3074-3112.

<sup>2</sup> R. K. Neff, D. E. Frantz, "Recent advances in the catalytic syntheses of allenes: a critical assessment" *ACS Catal.* **2014**, *4*, 519-528.

<sup>3</sup> "Nuevas metodologías sintéticas basadas en metales de transición"; Trabajo Fin de Máster en Química, Especialidad Química Ambiental y de la Vida; Julio 2014; Mireya García Martínez.

<sup>†</sup> Departamento de Química Orgánica. Universidad de Granada.



## PRECONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS SUPERFICIALES UTILIZANDO MATERIALES MESOPOROSOS

**L. Martínez Duarte<sup>a</sup>, S. Dahane<sup>a,b</sup>, D. M. Bruno<sup>c</sup>, M. D. Gil García<sup>a</sup>, M. Martínez Galera<sup>a</sup>, A. Derdhour<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Departamento de Química y Física, Área de Química Analítica, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (España); luis\_md@hotmail.es*

<sup>b</sup> *Departamento de Química, Universidad de Orán, 31000 Orán (Argelia)*

<sup>c</sup> *Programa Erasmus, Universidad de Bolonia (Italia)*

De entre los nuevos sorbentes que han venido desarrollándose en los últimos años para su uso en extracción en fase sólida (SPE), han recibido un interés creciente los materiales mesoporosos debido a que presentan estructuras altamente ordenadas y de tamaño controlado, áreas superficiales elevadas y grandes volúmenes de poro, a la vez que poseen estabilidad térmica y química y pueden derivatizarse<sup>1</sup> incorporando en su superficie grupos funcionales, cambiando así sus propiedades y comportamiento.

En este trabajo se ha desarrollado un método de extracción en fase sólida (SPE) empleando un material mesoporoso (MCM-41) funcionalizado con grupos polares (-SO<sub>3</sub>H) como nuevo sorbente para la preconcentración de contaminantes “emergentes”<sup>2</sup> de diferentes polaridades, seleccionados entre los más utilizados en los productos cosméticos (7 filtros UV y 6 parabenos).

El material mesoporoso funcionalizado se obtuvo por co-condensación utilizando como plantilla el bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB) en presencia de un precursor de la sílice (tetraetoxisilano, TEOS) y un precursor organo-silíceo (mercaptopropiltrióxido de silicio, MPTES) que aporta un grupo mercapto (-SH), el cual posteriormente se oxidó a ácido sulfónico (-SO<sub>3</sub>H) mediante H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en medio ácido. El sólido así obtenido se caracterizó mediante análisis elemental, espectroscopía Raman y difracción de R-X, poniéndose de manifiesto la presencia de S en la estructura mesoporosa, la presencia de grupos -SO<sub>3</sub>H y la pérdida de la estructura ordenada (característica de los procesos de funcionalización), respectivamente.

Los analitos se preconcentraron haciendo pasar 100 mL de agua, modificada con un 0.25% de NaCl, 3 mL de metanol y pH=3, a través de 100 mg de material mesoporoso y, posteriormente, se eluyeron con 5 mL de acetato de etilo seguidos de 3 mL de n-hexano. Los eluatos se llevaron a sequedad mediante una corriente de nitrógeno y el residuo obtenido se disolvió en 1 mL de acetonitrilo:agua (1:9). Finalmente, esta disolución se filtró a través de un filtro de 0.2 µm y se inyectó en el cromatógrafo de líquidos 20 µL.

El estudio de las pendientes de las rectas de calibrado obtenidas preparando patrones en disolvente y en extracto blanco de matriz puso de manifiesto la ausencia de efecto matriz por lo que fue posible cuantificar las muestras analizadas utilizando rectas de calibrado preparadas en disolvente. En el estudio de validación del método se obtuvieron MDLs comprendidos entre 0.01 y 0.03 mg/L y LOQs comprendidos entre 0.05 y 0.2 mg/L, utilizando el criterio de la EPA y el de la Guía EURACHEM, respectivamente. Las recuperaciones estuvieron en el rango 60-109% y la RSD (%) fue inferior al 15% en todos los casos.

*Agradecimientos.* Los autores de este trabajo agradecen al CeIA3 (Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario) por su colaboración.

<sup>1</sup> N. Pal, A. Bhaumik, “Soft templating strategies for the synthesis of mesoporous materials: Inorganic, organic-inorganic hybrid and purely organic solids” *Adv. Colloid Interface Sci.* **2013**, 189-190, 21-41.

<sup>2</sup> M. Stuart, D. Lapworth, E. Crane, A. Hart, “Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater” *Sci. Total Environ.* **2012**, 416, 1-21.

## DETERMINATION OF CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN IN SOIL SUBSTRATE AND PLANT MATERIAL BY LIQUID CHROMATOGRAPHY COUPLED TO HYBRID QUADRUPOLE-LINEAR ION TRAP TANDEM MASS SPECTROMETRY

A. Martínez-Piernas, P. Fernández-Ibáñez, A. Agüera

*Department of Chemistry and Physics  
Universidad de Almería,  
04120 Almería (Spain); amp329@ual.es*

Presence of unregulated and not assessed organic microcontaminants (OMs) in wastewater effluents represents a significant challenge to wastewater reclamation. Problems associated to the repeated release of treated wastewater in the environment for reuse applications, such as irrigation practices, are still scarcely investigated. Therefore, the accumulation of contaminants in soils after irrigation and the evaluation of the uptake by crop plants are new insights that demand research in order to evaluate the possible risks for environment and human health<sup>1</sup>. Consequently, comprehensive and high-throughput analytical methods have to be developed and validated to provide a comprehensive evaluation of these microcontaminants in soils and crops.

With this regard, the main difficulties associated to OM analysis are the low concentration levels at which they are present and the complexity of the matrices which present great challenges due to high contents of pigments, and fatty or waxy materials, which may induce severe matrix interferences. Therefore, sample preparation methods able to eliminate potential interferences while permit to improve isolation and extraction of target compounds are required. In addition to conventional solid liquid extraction (SLE), other instrumental methods such as pressurized liquid extraction (PLE) or microwave-assisted extraction (MAE) have been applied to solid samples, but they usually require an additional clean-up step after extraction.

QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe) is an extraction and clean-up technique originally developed for recovering pesticide residues from fruits and vegetables, but in the last years is rapidly expanding its field of application to other compounds and matrices of environmental concern. In this work, the QuEChERS extraction method has been adapted and optimized for the extraction of a set of OCs in both soil substrate and plant material (lettuce). The analysis was performed by liquid chromatography coupled to hybrid quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry (LC-QqLIT-MS). The analytical method has been validated in terms of reproducibility, repeatability, linearity, recoveries, matrix effect, LOQs and LODs.

This method has been applied to samples coming from a preliminary study focused to evaluate the uptake of these contaminants in crops (lettuce) after irrigation with reclaimed water, containing the target compounds. The results show an accumulation in the soil and in lettuce after a treatment of three weeks.

*Acknowledgements.* Ana Martínez-Piernas thanks the University of Almería and CIEMAT-PSA for her Ph.D. research grant.

<sup>1</sup> D. Calderón-Preciado, C. J.-C., V. Matamoros, J.M. Bayona, Screening of 47 organic microcontaminants in agricultural irrigation waters and their soil loading. *Water Research* **2011**, *45* (1), 221-231.

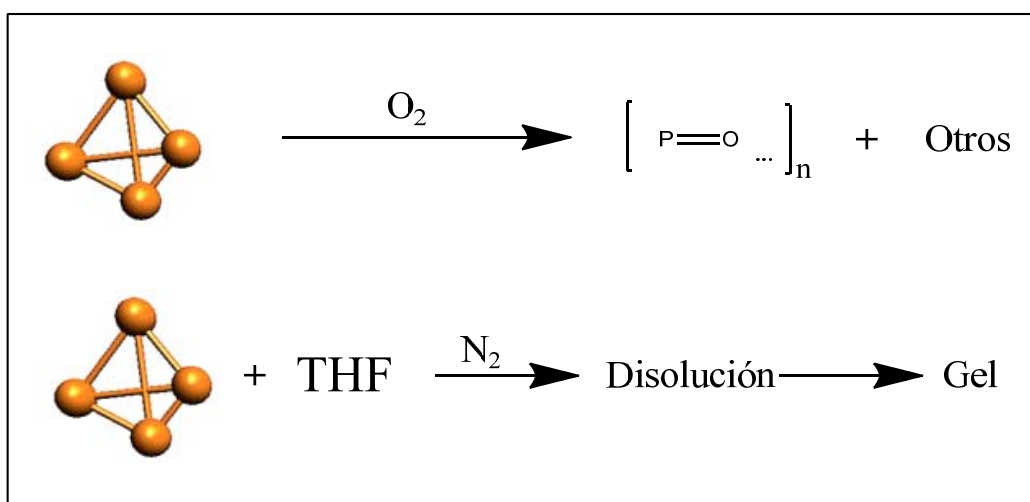


## OBTENCIÓN DE UN GEL ESTABLE DE FÓSFORO BLANCO

**S. Nahim, F. Scalambra, M. Serrano-Ruiz, A. Romerosa**

*Área de Química Inorgánica-Ciesol, Universidad de Almería, 04120, Almería*

El fósforo blanco es la molécula de la que parte la síntesis de la mayoría de compuestos fosforados.<sup>1</sup> Esta variedad de fósforo es muy reactiva, reaccionando rápidamente con el oxígeno atmosférico dando lugar a sus óxidos y produciendo el famoso brillo del elemento. La alta reactividad del fósforo blanco tiene como consecuencia que reaccione rápidamente, violentamente en algunos casos, con muchos reactivos dando lugar a diversos derivados dependiendo de las condiciones de reacción. Por esa razón es importante extremar el uso del fósforo blanco y controlar minuciosamente las condiciones de reacción. Al tratar fósforo blanco en THF con ultrasonido se obtiene una disolución incolora que a reflujo en oscuridad y posterior enfriamiento da lugar a un gel estable al aire. En esta comunicación se presenta la formación de este gel de fósforo blanco y su caracterización espectroscópica.



*Agradecimientos.* La investigación fue financiada por los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (EU FEDER), el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) mediante el proyecto CTQ2010-20952, y la Junta de Andalucía a través de los grupos PAI (grupo FQM-317) y el proyecto P09-FQM-5402. También se agradece el apoyo de la acción COST CM1302 (WG1, WG2). M. Serrano-Ruiz agradece a la Junta de Andalucía su contrato postdoctoral (P09-FQM-5402) y Franco Scalambra agradece a la UAL su beca-contrato predoctoral.

<sup>11</sup> M. Serrano-Ruiz, A. Romerosa, P. Lorenzo-Luis, *Eur. J. Inor. Chem.*, **2014**, *10*, 1587-1598.

## APPLICATION OF GAS CHROMATOGRAPHY COUPLED TO HIGH RESOLUTION MAGNETIC SECTOR MASS SPECTROMETRY FOR SIMULTANEOUS DETERMINATION OF PCBs AND PBDEs IN ENVIRONMENTAL SAMPLES

**A. J. Nieto-García, N. Barco-Bonilla, R. Romero-González, J. L. Martínez Vidal, A. Garrido Frenich**

*Department of Chemistry and Physics (Analytical Chemistry Area), Andalusian Center for the Assessment and Monitoring of Global Change (CAESCG), University of Almería, Almería, Spain*

A new method has been developed for the simultaneous determination of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) at ultratrace levels in water and sediment samples. For that purpose, gas chromatography coupled to magnetic sector high-resolution mass spectrometry (GC-HRMS) has been used. GC conditions were optimized in order to perform the separation of both families of contaminants in less than 45 min. Extraction procedures based on solid phase extraction (SPE) and ultrasonic extraction were optimized for water and sediment samples, respectively. The developed methods were validated in both matrices and several parameters as linearity, trueness, selectivity, intra-day and inter-day precision, limits of detection (LODs) and quantification (LOQs) were evaluated. Recovery values between 70-120 % were obtained for all compounds in water (concentration levels assayed: 0.1 and 1.0 ng/L) and sediments (concentration levels assayed: 1, 5 and 10 µg/kg). Relative standard deviation (RSD) values were lower than 20 % and 19 % for intra and inter-day precision, respectively. LODs and LOQs were lower than 0.03 and 0.05 ng/L, respectively, in water and lower than 0.08 and 0.2 µg/kg, respectively, in sediments, allowing the determination of these compounds at the limits established by current legislation. The methods were applied to surface water samples and their corresponding sediments collected from different coastal wetland ecosystems from the province of Almería (Spain). Most of sampling areas belonged to a nature reserve, which is surrounded in certain points by agricultural area. No contaminants were detected in sediments above the LODs. This could be explained because there is no industrial activity closed to the sampling area. However, some compounds, as BDE 47, were detected at concentrations up to 0.20 ng/L in water (higher than legal limits) and PCB 81 at 0.07 ng/L (which is lower than limits established in Directive 2013/39/EC).

**Table 1.** Target compounds.

PCB 18	PCB 157*	BDE 28	PCB 118*
PCB 28	PCB 167*	BDE 47	PCB 101
PCB 31	PCB 169*	BDE 99	PCB 209
PCB 44	PCB 170	BDE 100	PCB 105*
PCB 52	PCB 180	BDE 153	PCB 206
PCB 66	PCB 189*	BDE 154	PCB 123*
PCB 77*	PCB 194	PCB 114*	PCB 138
PCB 81*	PCB 126*	PCB 128	PCB 156*

\*Dioxin-like

*Acknowledgements.* The authors gratefully acknowledge Andalusian Regional Government (Regional Ministry of Innovation, Science, and Enterprise) and FEDER (Project Ref. P12-FQM-1838). NBB is also grateful for personal funding through Andalusian Regional Government (Regional Ministry of Innovation, Science, and Enterprise) (Project Ref. P08-RNM-03892).



## MEJORA DE LA CRISTALIZACIÓN DE MÓDULOS DE RECONOCIMIENTO DE SECUENCIAS RICAS EN PROLINA MEDIANTE LA ADICIÓN DE PROLINA

**M. Plaza, J. Bacarizo and A. Cámara-Artigas**

*Departamento de Química y Física, Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain);  
marina.plaza.garrido@gmail.com*

Los módulos de reconocimiento de secuencias ricas en prolina (MRSRP) son dominios estructurales que están presentes en muchas proteínas. Estos juegan un papel muy importante en el reconocimiento molecular y son esenciales para el correcto funcionamiento celular. Entre ellos que se encuentran los dominios SH3, WW o UEV. La implicación de estas interacciones en el desarrollo de numerosas patologías humanas hace de estos dominios atractivas dianas para el diseño de inhibidores específicos con gran potencial terapéutico. El diseño eficaz de fármacos requiere la racionalización del proceso basada en la disección y comprensión de la naturaleza de las interacciones y de sus efectos sobre la cooperatividad y dinámica estructural de la proteína sobre la que actúan. Para ello es necesario adquirir una profunda y detallada comprensión de las reglas que determinan la afinidad y especificidad de unión en las distintas familias de MRSRP como fundamento para el desarrollo de estrategias eficientes para el diseño racional de ligandos de estos dominios y la identificación de dianas de relevancia fisiológica en el contexto de un determinado genoma. La determinación estructural es clave en todo este proceso. Esta se puede llevar a cabo mediante la cristalografía de las proteínas en donde un paso clave es la cristalización. Nuestro laboratorio ha desarrollado nuevas estrategias para la obtención y mejora de cristales de estos módulos de reconocimiento donde se ha tenido en cuenta la interacción de estas proteínas con residuos prolina. Aquí presentamos la aplicación de esta estrategia a la mejora de la cristalización del dominio UEV de la TSG101. Esta proteína está implicada en el desarrollo de varios cánceres y también en el proceso de infección de virus como por ejemplo el del SIDA y Ébola. Un mejor conocimiento a nivel molecular de las interacciones entre las proteínas víricas y esta proteína puede ayudar al desarrollo de fármacos para combatir estas enfermedades.

*Acknowledgements.* This research was funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation and Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (EU) [BIO2009-13261-C02-01/02 and BIO2012-39922-C02-01/02], Andalusian Regional Government (Spain) and FEDER (EU) [P09-CVI-5063]. Data collection was supported by European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble, France: BAG proposals MX-1406 and MX-1541; and ALBA (Barcelona, Spain) BAG 2012010072, 2012100378 and 2013100658.

## DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A LC-MS/MS METHOD FOR THE DETERMINATION OF PESTICIDES IN SEWAGE SLUDGE FROM AN AGRO-FOOD INDUSTRY

**L. Ponce-Robles<sup>1,2</sup>, S. Malato<sup>1</sup>, A. Agüera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Plataforma Solar de Almería-CIEMAT, Carretera de Senés Km 4, 04200 (Tabernas, Almería), Spain*

<sup>2</sup> *CIESOL, Joint Centre of the University of Almería-CIEMAT, La Cañada de San Urbano, 04120, Almería, Spain  
e-mail: lponce@psa.es*

The use of pesticides in crop production is a common practice. As a consequence, many pesticides are found in wastewater effluents of food-processing industries including washing steps before crop processing.<sup>1</sup> Due to their hydrophobicity, some of these pesticides can be absorbed in sewage sludge, though a limited literature is available on their presence in this medium. To progress on the knowledge of the type and concentration level of these compounds in industrial sewage sludge, the development of efficient analytical strategies, that overcome the problems associated with the extraction and analysis of such complex samples, is required.

The main objective of this work was the development and validation of a simple and rapid method for the determination of eleven pesticides in sewage sludge from an agro-food industry. The method was based on the application of QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective and Safe) extraction followed by liquid chromatography (LC) coupled to hybrid quadrupole-linear ion trap mass spectrometry (QqLIT-MS). QuEChERS method is a very well-known procedure that has been successfully applied to the extraction of pesticides from fruits and vegetables. However, its application to complex sludge samples requires thorough clean up steps to overcome the undesirable matrix effects and thus improve the efficiency of analyses. With this aim, several dispersive solid phase extraction clean-up sorbents were tested. A combination of C18 and primary-secondary amine (PSA) was the most effective material in terms of matrix effect reduction. The recoveries obtained were higher than 80% for most compounds. Method Detection Limits were between 0.1 and 0.4 ng/g. Repeatability and reproducibility were lower than 20%. The developed method was successfully applied to the analysis of sludge samples collected from a sewage treatment plant from an agro-food industry.

*Acknowledgements.* The authors wish to thank the Spanish Ministry of Economic and Competitive for financial support under AQUAFOTOX project.

<sup>1</sup> Sánchez Pérez, J.; Carra, I.; Sirtori, C.; Agüera, A.; Esteban, B. Fate of thiabendazole through the treatment of a simulated agro-food industrial effluent by combined MBR/Fenton processes at µg/L scale. *Water Res.* **2014**, *51*, 55-63.

<sup>2</sup> Tadeo, J. L.; Snchez-Brunete, C.; Albero, B.; Garca-Valrcel, A. I. Determination of pesticide residues in sewage sludge: a review. *J. AOAC Int.* **2010**, *93*, 1692-1702.

## LIGAND DESIGN: A PUZZLE OF COORDINATION PROPERTIES IN ALWAYS CONSTRUCTION

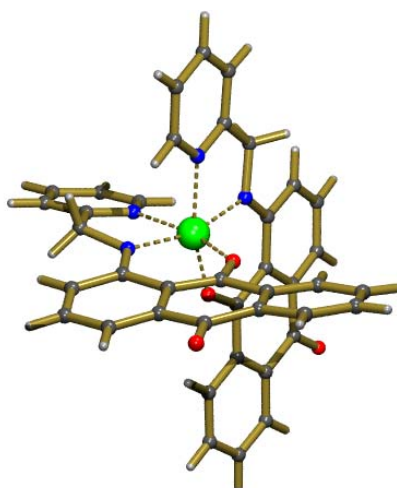
Á. Raya-Barón, P. Oña-Burgos, I. Fernández\*

*Department of Chemistry and Physics, Area of Organic Chemistry, CeIA3.  
BITAL-Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria  
E04120, Almería (Spain); arb082@inlumine.ual.es*

There is at present a need in several areas for a rational approach toward ligand design for selective complexation of metal ions in solution. Such areas would be, for example, design of ligands as therapeutic reagents, design of antibiotics that owe their activity to specific metal complexation, design of complexes to act as imaging agents in the body, design of functional groups for chelating ion-exchange materials, selective metal extractants, metal ion sequestering agents in for instance detergents, and design of coordination compounds for small molecule activation and transformation.

We describe herein the synthesis of a range of rigid ligands in which a variety of substituents (mostly aromatic) are linked to an anthraquinone core through different functional groups, such as amine, amide and hidrazone, using simple synthetic pathways in moderate to quantitative yields. These newly synthesized ligands have proved their coordinating properties by their reaction with inexpensive metals such as Li(I), Fe(II), Co(II), Ni(II), and Cu(I), showing the ability to form monomeric architectures in 1:1 and 2:1 stoichiometry, as well as dimers. The selective tuning is possible due to the protonation state of the ligand. Preliminary results in homogeneous catalysis will be also shown. In addition, all the synthesized ligands are strongly colored and go through noticeable changes when altering the pH in solution or upon metal coordination, what makes them suitable for optical sensing.

Ligands and complexes have been fully characterized through NMR and IR spectroscopy as well as with X-ray crystallography.



**Figure 1.** X-Ray structure of the first [2:1] Fe(II) complex bearing an anthraquinonic subunit.

*Acknowledgements.* We thank Junta de Andalucía (project P12-FQM-2668) for financial support. P.O.-B. thanks to the Marie Curie Actions for his fellowship IOF (Grant No. PIOF-GA-2011-299571).

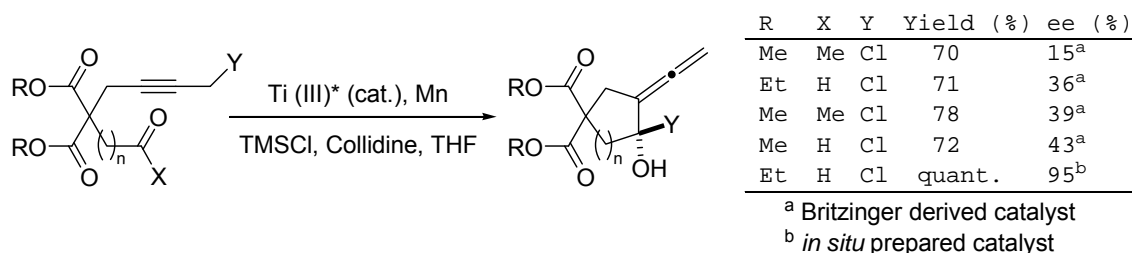
## ENANTIOSELECTIVE CYCLIZATIONS WITH CHIRAL TITANOCENE(III) COMPLEXES

F. J. Ruiz-Baños, C. Hernández-Cervantes, I. Rodríguez-García,  
M. Muñoz-Dorado, M. Álvarez-Corral, J. E. Oltra<sup>#</sup>

Department of Chemistry and Physics, ceiA3, Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain); fran.ruiz.banos@gmail.com

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

As titanium compounds are relatively cheap and many of them non toxic, we decided to assay enantiomerically pure titanium catalysts to check the possibility of achieving a Ti(III)-catalyzed procedure for the enantioselective synthesis of exocyclic allenes. To this end we chose commercially available Brintzinger's complex (+)-dichloro(R,R)-ethylenebis(4,5,6,7-tetrahydro-1-indenyl)titanium (IV) as a structurally defined precursor, and also the *in situ* preparation of structurally undefined Ti(III) catalysts by combination of titanocene with a compatible chiral ligand.



Our initial studies show that the Ti(III) derived Brintzinger's complex is able to promote the cyclization of these substrates to afford good yields of the desired  $\alpha$ -allenols in an enantioselective manner with moderate levels of enantioselectivity. More promising is the use of a combination of chiral ligands with titanocene (III). Enantiomeric excesses were determined by chiral HPLC analyses. 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<sup>2</sup>.

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

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> J. Muñoz-Bascón, C. Hernández-Cervantes, N.M. Padial, M. Álvarez-Corral, A. Rosales, I. Rodríguez-García, J.E. Oltra, *Chem. Eur. J.* **2014**, *20*, 801-810.

<sup>#</sup> Departamento de Química Orgánica. Universidad de Granada

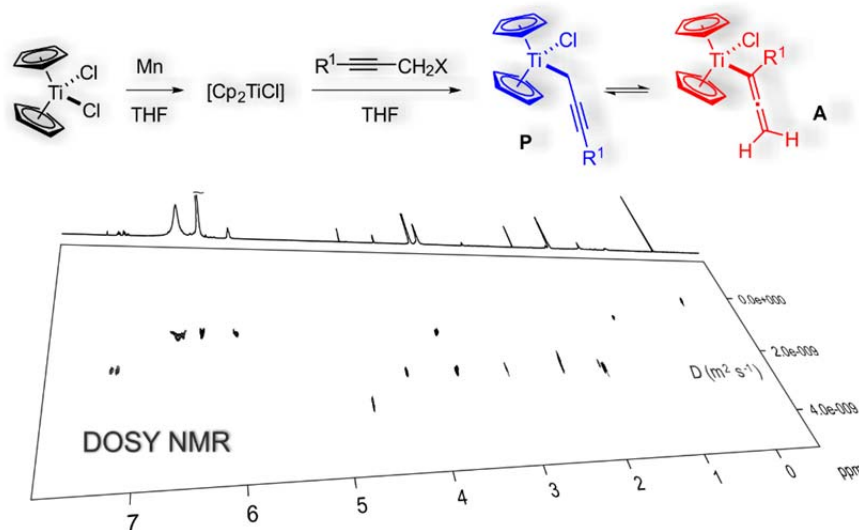
## PROPARGYL AND ALLENYL TITANOCENE(IV) ORGANOMETALLIC COMPOUNDS. FIRST EVIDENCES VIA ADVANCED NMR METHODS

**A. B. Ruiz-Muelle, P. Oña-Burgos, I. Rodríguez-García,\* I. Fernández\***

*Department of Chemistry and Physics, Area of Organic Chemistry, Ceia3.  
BITAL-Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria  
E04120, Almería (Spain); anabelenruizmuelle@gmail.com*

Among the various organometallic complexes of titanium, the titanocene(III) chloride derivative,  $[\text{TiCp}_2\text{Cl}]$ , stands out as one of the most active species which has been applied in many synthetic processes in the arena of free radicals. In addition, during the last years there has been a special focus on the versatility of these species in regio- and stereo-selective routes.<sup>1</sup> We describe herein the first spectroscopic evidences of the organometallic species formed when this  $[\text{TiCp}_2\text{Cl}]$  derivative reacts with propargylic chlorides. The alkynes assayed were both terminal and internal, and the reductor agent and solvent of choice were manganese and tetrahydrofuran, respectively (Scheme 1).

We have been able to isolate for the first time the organometallic species **A** (allenyl) and **P** (propargyl) and provide their  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR data, which shed some more light on the interesting electronic properties of these species when compared with similar structures but bearing other transition metals. In addition, we have also performed for the first time PGSE and DOSY NMR measurements to unequivocally establish the monomeric nature of both the allenyl and propargyl titanium(IV) species in THF solution. Kinetic studies of these two intermediates against different electrophiles have been also conducted.



Scheme 1. Experimental conditions and DOSY NMR spectrum for the allenyl titanium(IV) species (**A**).

*Acknowledgements.* To the Spanish “Ministerio de Economía y Competitividad” (Project CTQ2011-24443) and the Andalusian Regional Government (project P12-FQM-2668) for financial support.

<sup>1</sup> Muñoz-Bascón, J.; Sancho-Sanz, I.; Álvarez-Manzaneda, E.; Rosales, A.; Oltra, “Highly selective Barbier-type propargylations and allenylations catalyzed by titanocene(III)” *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 14479-14486.

## ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LA B-FICOERITRINA PROCEDENTE DEL ALGA ROJA *PORPHYRIDIDIUM CRUENTUM* EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

**J. M. Suárez-Sierra<sup>1</sup>, E. González-Ramírez, E. Ortiz-Salmerón<sup>1</sup>, M. Andujar-Sánchez<sup>1</sup>, M. J. Ibañez<sup>2</sup> y A. Cámara-Artigas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química y Física.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería.

Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería  
04120 Almería (Spain); J.msuareszierra@me.com

La B-ficoeritrina<sup>1</sup> es una biliproteína procedente del alga roja *Porphyridium cruentum* que consta de dos subunidades polipeptídicas diferentes,  $\alpha$  y  $\beta$ , en una relación estequiométrica 1:1, además de una tercera subunidad,  $\gamma$ . Las masas moleculares de las cadenas polipeptídicas  $\alpha$  y  $\beta$  se encuentran entre 17-20 KDa, mientras que la cadena  $\gamma$  tiene una masa molecular de 30 KDa. Esta proteína está formada por un complejo heterodimérico, llamado monómero ( $\alpha\beta$ ), formando el hexámero ( $\alpha\beta$ )<sub>6</sub> con la subunidad  $\gamma$  en su interior. 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.

La B-ficoeritrina posee una tonalidad rosa muy llamativa que la hace una excelente candidata para su empleo como colorante natural, constituyendo una alternativa real a los colorantes sintéticos existentes en el mercado. Para que esta proteína se pueda utilizar como colorante alimentario, es necesario llevar a cabo distintos procedimientos de esterilización (lenta y rápida). En la esterilización lenta, se incuba la proteína durante 30 minutos a 80°C y en la esterilización rápida, a 100°C durante 60 segundos<sup>2</sup>. Por ello, en este trabajo se estudia el comportamiento de la proteína tras ser incubada a distintas temperaturas e intervalos de tiempo, en presencia y ausencia de diferentes azúcares, mediante espectrofotometría UV-visible y fluorescencia, electroforesis y FPLC. Para realizar estos experimentos, la proteína se ha incubado a 25, 40, 60, 80 y 100°C, sólo y en presencia de azúcares. Los azúcares utilizados son: sacarosa, glucosa y maltosa. Se han realizado medidas a los 5, 30 y 60 minutos después de la incubación para las temperaturas de 25-80°C. En el caso de 100°C donde se lleva a cabo la esterilización rápida la medida se tomó a los 60 segundos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos concluir que la BPE de *Porphyridium cruentum* puede ser utilizada como colorante alimentario tras utilizar el proceso de esterilización rápido, en presencia y ausencia de azúcares, ya que en el caso de la esterilización lenta, la proteína se desnaturaliza a partir de los 5 minutos de incubación a 80°C.

*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).

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

<sup>2</sup> Martelli, G., Folli, C., Visai, L., Daglia, M & Ferrari, D (2014). "Thermal stability improvement of blue colorant C-Phycocyanin from *Spirulina platensis* for food industry applications". *Process Biochemistry* **49**, 154-159



# OPEN-SOURCE LIBRARY FOR NUMERICAL OPTIMIZATION IN STATE SPACES CONTAINING TOPOLOGICAL SUBSTRUCTURES OF LIE GROUPS SO(3) AND SE(3)

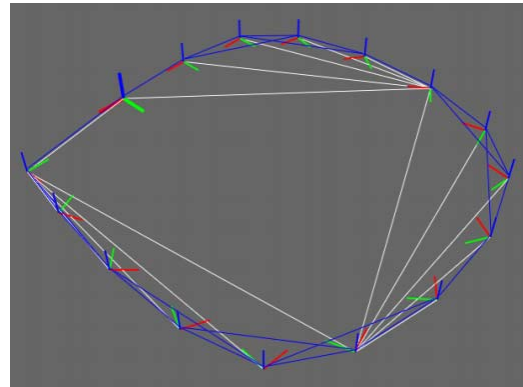
**J. L. Blanco-Claraco**

*Department of Engineering  
Universidad de Almería  
E04120 Almería (Spain); jlblanco@ual.es*

Many real-world applications in engineering work with three-dimensional elements and involve the manipulation of coordinates via “*rigid transformations*” or “*coordinate changes*”. It is well-known that the group of orthogonal matrices that define proper isometries,  $SO(3) \subset O(3) \subset GL(3, \mathbb{R})$ , models 3D rotations with matrix product as group operator, whereas translation is also accounted for in the SE(3) group. Surprisingly, the mainstream of the research communities of computer vision and robotics remained largely unaware about the need to properly handling the topological structure of optimization problems related to 3D transformations until very recent years<sup>1</sup>. Hence the interest of the proposed library<sup>2</sup>, which provides an open-source toolbox for computing the required Lie algebra operations (exponential and logarithm maps) as well as transformations between common parameterizations of SE(3) and, optionally, associated covariance matrices for applications handling uncertainty. With numerical optimization methods in mind, functions are also provided for the most-common Jacobian matrices found during non-linear optimization of cost functions involving parameters or state vectors with SO(\*) or SE(\*) topological substructures. A general optimization framework has been implemented where SO(\*)/SE(\*) variables can be parameterized at user’s choice, then during optimization only the non-Euclidean parts of the state are replaced by *auxiliary variables* (increments on the linearized, manifold tangent space), finally the solved increments are converted back into user’s parameterization. The software has been accepted into Debian and Ubuntu and can be installed with `sudo apt-get install mrpt-apps libmrpt-dev`

**Table 1.** Partial list of implemented functions.

C++ class	Implemented operations
CPose2D (SE(2))	- SE(*) exponential & logarithms maps
CPose3D (SE(3))	- Useful Jacobians: $\left. \frac{\partial e^\varepsilon}{\partial \varepsilon} \right _{\varepsilon=0}, \left. \frac{\partial \ln(\mathbf{R})}{\partial \mathbf{R}} \right _{\mathbf{R}=\mathbf{I}}$ etc. - Coordinate transformations
CPose{2,3}DPDF*	Handle SE(2) or SE(3) transformations with uncertainty
mrpt::srba	Numerical optimization frameworks
mrpt::graphslam	



**Figure 1.** Results obtained from the optimization of a graph of relative SE(3) pose constraints (edges) between keyframes (nodes).

*Acknowledgements.* This work has been partially funded by the Spanish "Ministerio de Ciencia e Innovacion" under the grant program JDC-MICINN 2011.

<sup>1</sup> R. Kummerle, G. Grisetti, H. Strasdat, K. Konolige, W. Burgard, IEEE Int. Conf. on Rob. and Aut. **2011**, pp. 3607-3613.

<sup>2</sup> J.L.Blanco, Tech. Report, [http://ingmec.ual.es/~jlblanco/papers/jlblanco2010geometry3D\\_techrep.pdf](http://ingmec.ual.es/~jlblanco/papers/jlblanco2010geometry3D_techrep.pdf), **2014**.

## MEHLER-HEINE FORMULAE FOR A FAMILY OF JACOBI-SOBOLEV TYPE ORTHOGONAL POLYNOMIALS

A. Contreras and J. J. Moreno-Balcázar

*Department of Mathematics, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain);  
ana.contreras.aguilar@gmail.com, balcazar@ual.es*

Sobolev polynomials are nonstandard orthogonal polynomials well known in the literature. These polynomials are orthogonal with respect to an inner product involving derivatives. Thus, the key property  $(xf, g) = (f, xg)$ , satisfied by standard inner products, does not hold for Sobolev inner products. Therefore, the usual properties of the standard orthogonal polynomials such as the three-term recurrence relation, Christoffel-Darboux formula, location of the zeros, etc., do not hold.

In this framework we consider a Sobolev-type inner product given by

$$(f, g)_s = \int f(x)g(x)d\mu + \sum_{k=0}^r M_k f^{(k)}(c)g^{(k)}(c), \quad M_k \geq 0,$$

where  $\mu$  is a positive measure with support on the real axis and  $c \in \mathbb{R}$ .

Concretely, in this paper we consider the Jacobi measure  $\mu$  corresponding to the weight function  $(1-x)^\alpha(1+x)^\beta$  on the interval  $[-1, 1]$  with  $\alpha, \beta > -1$ ,  $c = 1$  and  $r = 1$ . This case has already been considered in the literature with mass fixed<sup>1</sup>. However, our aim is to include a sequence of varying masses  $\{M_n\}_n$  in the inner product which leads to essential changes in the asymptotic behavior of the polynomials as it was proved in the Laguerre case<sup>2</sup>. Thus, we have a nonstandard varying inner product

$$(f, g)_n = \int_{-1}^1 f(x)g(x)(1-x)^\alpha(1+x)^\beta dx + M_n f'(1)g'(1),$$

where  $\lim_{n \rightarrow \infty} n^\gamma M_n = M$ ,  $M > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{R}$ . Let's denote by  $\{P_n^{(\alpha, \beta, M_n)}\}_n$  the sequence of orthogonal polynomial with respect to the above inner product, they are so-called *Jacobi-Sobolev type orthogonal polynomials*. For these polynomials we provide Mehler-Heine-type formulae which describe the local asymptotic behavior of these polynomials around the point 1. As a consequence we obtain the asymptotic behavior of the corresponding zeros. We also make some conjectures for more general cases.

<sup>1</sup> M. Alfaro, F. Marcellán, M. L. Rezola, *Estimates for Jacobi-Sobolev type orthogonal polynomials*, Appl. Anal. **67** (1997), 157–174.

<sup>2</sup> Juan F. Mañas-Mañas, F. Marcellán, Juan J. Moreno-Balcázar, *Varying discrete Laguerre-Sobolev orthogonal polynomials: Asymptotic behavior and zeros*, Appl. Math. Comput. **222** (2013), 612–618.



## AN ACCURATE ALGORITHM TO CALCULATE THE HURST EXPONENT OF SELF-SIMILAR PROCESSES

M. Fernández-Martínez<sup>1</sup>, M. A. Sánchez-Granero<sup>2</sup> and D. Ramos-López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University Centre of Defense at the Spanish Air Force Academy, MDE-UPCT,  
Coronel López Peña St., w/n, E30720 Santiago de la Ribera, Murcia (Spain)*

<sup>2</sup>*Department Mathematics, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain); manuel.fernandez-martinez@tud.upct.es*

In this paper, we introduce a new approach which generalizes **GM2** approach<sup>1</sup> as well as fractal dimension algorithms (**FD1**, **FD2** and **FD3**)<sup>2</sup>, providing an accurate algorithm to calculate the Hurst exponent of self-similar processes. We prove that this algorithm performs properly in the case of short time series when fractional Brownian motions and Lévy stable motions are considered. We conclude the paper<sup>3</sup> with a dynamic study about the Hurst exponent evolution in **S&P500** stocks.

---

<sup>1</sup> M.A. Sánchez-Granero, J.E. Trinidad Segovia and J.E. García Pérez, *Some comments on Hurst exponent and the long memory processes on capital markets*, Physica A 387 (2008) 5543-5551.

<sup>2</sup> M.A. Sánchez-Granero, M. Fernández-Martínez and J.E. Trinidad Segovia, *Introducing fractal dimension algorithms to calculate the Hurst exponent of financial time series*, Eur. Phys. J. B (2012) 85: 86.

<sup>3</sup> M. Fernández-Martínez, M.A. Sánchez-Granero, J.E. Trinidad Segovia and I.M. Román-Sánchez, *An accurate algorithm to calculate the Hurst exponent of self-similar processes*, Physics Letters A 378 (32-33) (2014) 2355-2362.

## MATKSOLVERS: LIBRERÍA PARA ACELERAR CON GPUS LA RESOLUCION DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES Y DISPERSOS EN ENTORNOS MATLAB/OCTAVE

**H. Gutiérrez, G. Ortega and E. M. Garzón**

*Departamento de Informática, Escuela Superior de Ingeniería,  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (España); herguvi7@gmail.com*

La resolución de sistemas de ecuaciones lineales dispersos es una operación clave en la implementación computacional de una gran variedad de modelos científicos y de ingeniería. Cuando los sistemas son de grandes dimensiones y dispersos, los métodos iterativos son la mejor opción para resolverlos. Estos métodos demandan unos elevados requerimientos computacionales y pueden adaptarse al modelo computacional presente en la tarjeta gráfica (GPU), para acelerar el proceso de resolución, ampliando la capacidad de abordar sistemas de ecuaciones de mayor tamaño.

Este trabajo tiene como objetivo el ofrecer a la comunidad científica una herramienta que les permita simultáneamente: (1) explotar las unidades de procesamiento gráfico (GPU) como arquitecturas de alto rendimiento, para acelerar operaciones matriciales especialmente costosas, centrándonos en la solución de sistemas de ecuaciones definidos por matrices de tipo disperso y (2) continuar expresando sus modelos matemáticos en entornos de desarrollo de uso extendido como Matlab u Octave, que ofrecen una extensa colección de librerías y recursos que permiten al científico expresar sus modelos con un lenguaje compacto de muy alto nivel.

Se ha desarrollado una librería, llamada MatKSolvers, que permite resolver sistemas de ecuaciones lineales dispersos explotando las GPUs. En concreto, nuestro interés se ha centrado en la implementación de los siguientes métodos basados en el subespacio de Krylov: Gradiente Conjugado (CG), Gradiente Biconjugado (BiCG) y Gradiente Biconjugado Estabilizado (BiCGSTAB). La librería se ha implementado con el interfaz de programación CUDA1. Se ha utilizado la librería CUBLAS2 para acelerar las operaciones entre vectores involucradas en los métodos de Krylov. Además, las operaciones producto matriz dispersa-vector (SpMV) se han acelerado en base a la rutina ELLR-T3. MatKSolvers se ha integrado con dos interfaces de programación de alto nivel, como son Matlab y Octave, para ofrecer al usuario un entorno que le permita acelerar de forma transparente la resolución de sistemas de ecuaciones lineales dispersos.

Como conclusión de este trabajo se ha obtenido que la utilización de los recursos ofrecidos por la GPU por parte de los métodos CG, BiCG y BiCGSTAB de la librería MatkSolvers, brinda a los mismos de una clara ventaja computacional frente a las herramientas matemáticas Matlab y Octave, las cuales basan su ejecución siguiendo una estrategia multithreading sobre los recursos presentes en la CPU.

Acknowledgements. G. Ortega es una becaria del programa FPU. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia (TIN2008-01117, TIN2012-37483) y la Junta de Andalucía (P10-TIC-6002, P11-TIC7176), parcialmente financiados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

<sup>1</sup> Nvidia Corporation. CUDA API REFERENCE MANUAL Version 5.0, October 2012.

<sup>2</sup> CUBLAS user guide (du-06702-001 v5.5).2014.

<sup>3</sup> F. Vázquez, J.J. Fernández, and E.M. Garzón. "Automatic tuning of the sparse matrix vector product on GPUs based on the ELLR-T approach". Parallel Computing,38(8):408–420, 2012.

## MUESTREOS ALEATORIOS Y DETERMINISTAS PARA LOS POLINOMIOS DE ZERNIKE Y SU EFECTO EN EL CONDICIONAMIENTO

**D. Ramos López, M. Fernández Martínez y M. A. Sánchez Granero**

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

Para el estudio de la visión humana, donde confluyen los campos de la óptica, oftalmología y matemáticas, una de las herramientas más importantes son los polinomios de Zernike. Ellos forman un conjunto completo de polinomios ortogonales en el disco unidad, con respecto a la medida continua plana de Lebesgue. Debido a la correspondencia de los primeros polinomios de Zernike con las aberraciones ópticas básicas, clasificadas por Seidel, éstos se han convertido en un estándar de facto en muchos problemas.

Sin embargo, en casi la totalidad de sus aplicaciones prácticas, estos polinomios se utilizan de forma discreta, mediante su muestreo en ciertos conjuntos de nodos dentro del disco unidad. En estas circunstancias, se pierden algunas de sus propiedades más interesantes, entre ellas la ortogonalidad. Además, generalmente son utilizados para resolver problemas de mínimos cuadrados a partir de la matriz de sus evaluaciones en los nodos. Este tipo de problemas puede estar mal condicionado numéricamente si los nodos no se escogen con extremo cuidado.

En el trabajo de Navarro *et al.*<sup>1</sup> se analiza el condicionamiento de este problema para distintas elecciones de nodos, incluyendo mallas regulares, pseudo-regulares, aleatorias y un muestreo en espiral. Entre las conclusiones cabe destacar la gran importancia de la elección de nodos para la estabilidad numérica del problema, así como que de los patrones de muestreo elegidos, el espiral es el más adecuado. No obstante, este patrón espiral también presenta limitaciones serias cuando se quiere utilizar una cantidad de polinomios de Zernike relativamente grande, incluso en órdenes medianos.

En un trabajo pendiente de publicación<sup>2</sup>, se ha propuesto un nuevo esquema de muestreo, mediante la colocación de nodos en circunferencias concéntricas dentro del disco unidad, y con densidad de nodos mayor conforme más cerca se está del borde. Este patrón corresponde muy bien al comportamiento general de los polinomios de Zernike, al ser más bien suaves por el centro y más oscilantes en la periferia del disco.

Mediante este nuevo método de muestreo, los resultados son espectaculares, obteniéndose una mejora respecto al resto de técnicas de muestreo, incluyendo el espiral, de bastantes órdenes de magnitud, dependiendo del tamaño de la base de polinomios de Zernike utilizada. Este nuevo esquema también muestra un crecimiento con respecto a dicho tamaño mucho más lento que el resto de muestreos existentes, dando como resultado una gran estabilidad para la resolución de los problemas de mínimos cuadrados.

<sup>1</sup> R. Navarro, J. Arines, R. Rivera. *Direct and inverse discrete Zernike transform*. Optics Express **2009**, 26 (17) 24269-24281.

<sup>2</sup> D. Ramos López, M. Fernández Martínez, M.A. Sánchez Granero, A. Martínez Finkelshtein. *Optimal sampling patterns for Zernike polynomials*. Preprint, **2014**.

## AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO PARA ELABORACIÓN DE INOCULANTES

**M. Alcarraz Curi**

*Laboratorio de Bioprocesos Industriales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Laboratorio de Microbiología. Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería*

Los suelos con baja concentración de fósforo suelen ser suplementados con fosfatos inorgánicos por ser el fósforo un factor limitante del desarrollo vegetal y el elemento más requerido por las plantas después del Nitrógeno; sin embargo, cantidades considerables de fósforo son inmovilizadas en el suelo, haciéndolo no disponible para el aprovechamiento por los vegetales<sup>1</sup>. Por lo tanto se considera, que la solubilización de distintas rocas fosfatadas y de otras fuentes de fósforo inorgánico por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de nutriente disponible para las plantas<sup>3</sup>.

La presente investigación tuvo objetivo primordial aislar microorganismos solubilizadores de fosfato para ser utilizados como parte de los inoculantes en la producción de abonos orgánicos mediante compostaje, para lo cual se tomaron muestras de 2 zonas en los alrededores del recientemente descubierto yacimiento de fosfato más grande de Perú, pues tendría reservas para 376,2 millones de toneladas en la región Junín, provincia de Concepción. Las muestras se transportaron al laboratorio y después de diluirlas, se sembraron en el medio NBRIP2 con 5 g /L de fosfato tricálcico. Se midió el tamaño de los halos de solubilización después de 5 días de incubación a 28°C y se seleccionaron aquellas colonias que mostraron halos mayores a los 4mm.

En la zona A se aislaron 35 cepas solubilizadoras de fosfato, de las cuales 15 mostraron halos mayores de 4 mm. En la zona B se aislaron 29 cepas solubilizadoras de fosfato de las cuales 20 mostraron halos mayores de 4 mm y 5 de ellas desarrollaron halos mayores a 12 mm.

ZONA DE MUESTREO	SOLUBILIZADORES DE FOSFATO	CON HALO DE SOLUBILIZACIÓN MAYOR A 4 mm	PORCENTAJE
A	35	15	42.85
B	29	20	68.96

Se concluye que los ecosistemas alrededor del yacimiento de fosfato albergan una importante biodiversidad de microorganismos solubilizadores de fosfato, siendo la zona B la que presenta microorganismos con mejores capacidades de solubilización potencialmente aplicables en la formulación de inoculantes microbianos para la elaboración masiva de abonos; sin embargo, es necesario continuar las investigaciones para determinar el porcentaje real y las condiciones de solubilización así como la factibilidad de su uso como inoculantes.

<sup>1</sup>Peix, A; AA Rivas-Boyer; PF Mateos; C Rodríguez-Barrueco; E Martínez-Molina & E Velazquez. 2001. Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *Mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biol. Biochem.* 33:103-110.

1. <sup>2</sup>Nautiyal, CS. 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiol. Lett.* 170:265-270.
2. <sup>3</sup>Illmer, P & F Schinner. 1992. Solubilization of inorganic phosphates by microorganisms isolated from forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 24:389-395.

## BACTERIAL COMMUNITY ANALYSIS IN ACIDIC MINE WATERS

**M. Astudillo<sup>a,b</sup>, N. Gelhaar<sup>b</sup> and M. J. López<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Department of Biology and Geology, Higher Polytechnic School and Faculty of Experimental Sciences, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); marina.astu92@gmail.com.*

<sup>b</sup> *Department of Microbiology, Faculty of Chemistry and Physics, Technical University of Freiberg, G09599 Freiberg (Germany).*

From the discovering of the first iron oxidizer microorganisms, bioleaching community has been studied by a great deal of researchers. Nevertheless, the microbial community structure involved in this process is still unknown. The increasing interest to replicate the bioleaching process for environmental bioremediation or as a mineral extraction technique has fostered this topic as the body of many studies nowadays<sup>1</sup>.

In this work advanced techniques for iron oxidizer microorganisms' identification were employed in order to analyze the bacterial diversity of the acidic environment of the Reiche Zeche mine, Freiberg (Germany) as well as to determine which of these microorganisms are the possible key players of the natural bioleaching process. For this purpose seven leaching water samples from different locations in the deep-mine were *in situ* analyzed for pH, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, and redox potential. The samples were collected and filtered through 0.45-0.22µm pore filters. The DNA was extracted from filters by using PowerSoil® DNA or PowerWater® Sterivex (MoBio) kits and the bacterial 16 S DNAr was amplified by PCR. PCR products were subjected to T-RFLP<sup>2</sup> to determine the bacterial biodiversity. In parallel, amplified 16S DNAr from selected samples were cloned into *Escherichia coli* and the clone library was compared according to their fingerprint obtained by ARDRA<sup>3</sup>. The 16 S DNAr fragment from singular clones was sequenced. The sequences were compared for similar nucleotide sequences with the BLAST search of the NCBI. The strains closely related were retrieved to construct the phylogenetic tree by using MEGA6 with the Maximum Likelihood method. The final data was added to the clone-library for further research.

T-RFLP analyses showed that bacterial biodiversity in water samples ranged between 5 and 28 species. Two samples bearing high biodiversity (13-28 species) and having low pH or Fe<sup>3+</sup> concentration were selected for further analysis by ARDRA. Twenty-five and thirty-three different fingerprints were detected in ARDRA analysis, respectively. Common iron oxidizers such as *Acidithiobacillus* sp. or *Leptospirillum* sp. were detected along these groups together with a large list of uncultivated microorganism which made up their own separated group in the phylogenetic tree. Therefore knowledge on the distribution and biodiversity of this group of iron oxidizers is still not completed making necessary deeper analyses.

*Acknowledgements:* This research has been supported by the European Union through the grant Erasmus+ EU, allowed by Herrn Prof. Dr. Michael Schlömann and the Technical University of Freiberg.

<sup>1</sup> S. Hedrich, M. Schlömann, B. Johnson, *Microbiol.* **2011**, *157*, 1551-1555.

<sup>2</sup> M. Osborn, E. Moore, K. Timmis, *Environ. Microbiol.* **2000**, *2*, 39-59.

<sup>3</sup> D. Blaszczyk, G. Machnik, D. Sypniewski, D. Soltysik, T. Loch, S. Galka, *Pol. J. Environ. Stud.* **2011**, *20*, 29-36.

## **GROWTH AND BACULOVIRUS PRODUCTION OF THE SE301 INSECT CELL LINE IN SMALL SCALE BIOREACTORS. INFLUENCE OF DISSOLVED OXYGEN**

**A. Beas-Catena, A. Sánchez-Mirón, F. García-Camacho, A. Contreras-Gómez and E. Molina-Grima**

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

Due to the lytic nature of the baculovirus replication cycle, occlusion body (OB) production has been mainly performed as batch processes. To achieve higher cell densities at the time of the infection (TOI), a two-bioreactor system has been proposed: the first bioreactor will be used for cell proliferation; whereas the second will be used for baculovirus production. However, oxygen is an important nutrient and its lack can greatly affect both cell growth and baculovirus production. It is therefore of vital importance to find the optimal value of the dissolved oxygen (D.O.) needed for each cell line, both for growth and infection.

In previous works, the Se301 cell line was adapted to grow in suspension and partially spent (20%), serum-free medium (ExCell 420, Sigma-Aldrich). In this work, this cell line was cultured in 0.5 L bioreactors (BiostatQ, Sartorius AG), where several % of D.O. (20-100%) were assessed. The highest cell densities ( $N$ ) were reached with a 20% D.O. using an air-O<sub>2</sub> gas current in the headspace. These same conditions were used in the infection of the Se301 cell line with the baculovirus SeMNPV, at a low multiplicity of infection (MOI=0.12) and TOI ( $0.56 \times 10^6$  cells mL<sup>-1</sup>). The OB production yielded  $1.12 \times 10^7$  OBs mL<sup>-1</sup>, which was within the same range of yields obtained in shaken cultures in previous experiments.

*Acknowledgements.* This work has been supported by the Junta de Andalucía project Reference TEP-7737.

## SCREENING OF BACTERIA INVOLVED IN BIOLOGICAL CONTROL PROCESSES PRODUCING SIDEROPHORES, SALICYLIC ACID AND CHITINASES

**I. M. Belda, F. Suárez-Estrella and J. Moreno**

*Department of Biology and Geology. CITE-IIB, Universidad de Almería.  
E04120 Almería (Spain); ibelda@hotmail.es*

The use of compost as organic amendment provides a microorganism colonized material that could avoid the establishment of pathogens in the crop substrates<sup>1</sup>. The current trend in these agronomic practices is in agreement with the progress in methods that could search for microorganisms that are able to protect the crop or to promote plant growth. Some of the mechanisms that these microorganisms use, include siderophores, salicylic acid or chitinase production. The aim of this study was to search and identify bacteria and actinobacteria that could be potentially used as biological control agents against diseases of agronomic importance.

For this study, almost 1200 mesophilic and thermophilic microbial strains were tested. The strains were isolated from a 6 months agricultural waste composting process, following the protocol detailed in Table 1 that includes 19 samples. Several of the isolated analyzed were positive for 2 or even 3 of the studied activities, which results promising from an agronomic point of view. Only two mesophilic strains showed a positive profile for the three activities analyzed, and were identified as *Pseudomonas rhizosphaerae* and *Streptomyces heliomycini*. This profile was observed in 80 of the thermophilic strains analyzed, 50 of them were identified as *Bacillus licheniformis* which was present throughout all the composting process. Other species identified as potential biological control agents were *B. pumilus*, *B. aerius*, *B. thermoamylovorans*, *Chelatococcus daeguensis*, *Geobacillus thermodenitrificans* y *Ureibacillus thermosphaericus*, although these were found sporadically during the process.

**Table 1.** Codes and time scale for the different phases where the samplings were carried out.

Code	Process phases (Sampling order)	Time (days)
MPR	Original raw material (1)	0
MESA	Thermal rising phases (2, 6, 10, 13)	1, 8, 15, 28
TER	Thermophilic phases (3, 4, 7, 8, 11)	2, 5, 9, 12, 16
MESD	Thermal decreasing phases (5, 9, 12)	7, 14, 26
MES	Cooling phases (14, 15, 16)	42, 56, 65
MAD	Maduration phases (17, 18)	119, 168
PRF	Final product (19)	189

*Acknowledgements.* This work has been supported by a project from Spanish “Ministerio de Ciencia e Innovación” (AGL2012-36434).

<sup>1</sup>H.A.J. Hoitink, M.J. Boehm, *Annu. Rev. Phytopathol.* **1999**, 37, 427-446.

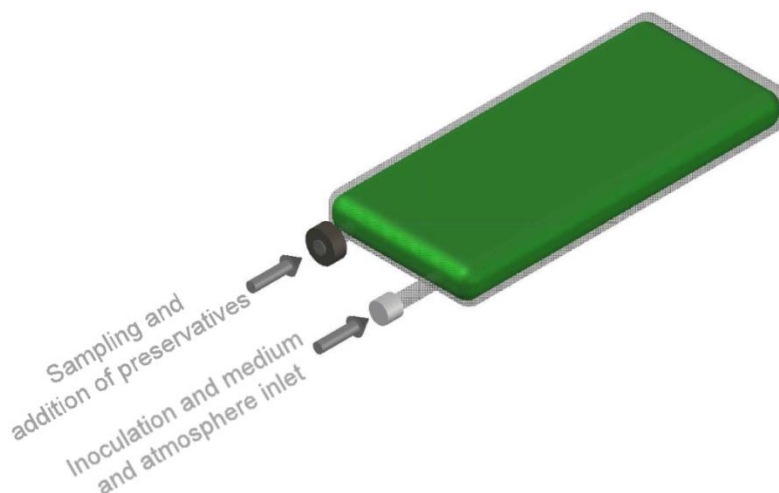


## LONG-TERM PRESERVATION OF CONCENTRATED *Nannochloropsis gaditana* CULTURES FOR USE IN AQUACULTURE

**J. Camacho-Rodríguez, M. C. Cerón-García, M. D. Macías-Sánchez, J. M. Fernández-Sevilla, L. López-Rosales, E. Molina-Grima**

*Chemical Engineering Area, Department of Engineering, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); jcamachorodriguez@ual.es*

The aim of this work is to solve eventual problems that may arise in microalgae cultivation facilities at a hatchery in such a way that its activities are not disrupted. Thus, the effect of storage conditions (time, initial biomass concentration, presence or absence of light, addition of preservatives and conservation atmospheres) on cell viability, evolution of samples concentration, contamination, fatty acids and pigments content for long-term preservation of *Nannochloropsis gaditana* biomass has been studied. The polyunsaturated fatty acids content was maintained and the Eicosapentaenoic acid content was kept stable at 3.6% (dry weight, d.w.). The pigments and antioxidant activity were also preserved at 0.85% (d.w.). The results show that samples with an initial biomass *Nannochloropsis gaditana* concentration of  $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  can be stored for 5 months at  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  with the regular addition of preservative agents, which allowed keeping a low bacterial load, while the use of low incident irradiance during storage allowed preserving the photosynthetic activity of cells. This system can be used as concentrated inoculum ready to run a photobioreactor. In like manner, initial biomass concentration of  $150 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  pastes may be utilized as live food stored up to 4 months under the same preservation conditions. The system (Fig. 1) was designed to ensure that any aquaculturist could easily use and quickly produce voluminous, high quality fresh algae with limited resources and an economical infrastructure.



**Figure 1.** Plastic-made device where the samples were stored.

*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 FEDER funds.



## FIG UN REGULADOR CLAVE EN EL DESARROLLO Y DETERMINACIÓN DEL CARPELO EN TOMATE

**L. Castañeda<sup>a</sup>, E. Gimenez<sup>a</sup>, F. Pérez<sup>a</sup>, J. C. Nieto, S. Sánchez<sup>b</sup>, B. Pineda<sup>b</sup>, J. Capel<sup>a</sup>, V. Moreno<sup>b</sup>, R. Lozano<sup>a</sup> and T. Angosto<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Departamento de Biología y Geología, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); ccl126@ual.es*

<sup>b</sup> *Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (UPV-CSIC), Universidad Politécnica de Valencia, E46022 Valencia (Spain);*

El desarrollo reproductivo de una especie modelo como tomate (*Solanum lycopersicum* L.) incluye distintas fases, desde la identidad del meristemo floral hasta la maduración del fruto, que deben ser reguladas y coordinadas a nivel espacio-temporal. No obstante, la mayoría de los genes implicados en tales procesos permanecen sin ser identificados, si bien esta situación deberá cambiar tras la secuenciación del genoma de esta especie y la generación de herramientas genéticas adecuadas. Al objeto de identificar nuevos reguladores del desarrollo reproductivo del tomate se seleccionó el mutante insertional *fruit indeterminate growth (fig)*, cuyo análisis fenotípico mostró un aumento significativo en el tamaño del gineceo, asociado a un mayor número de carpelos, estilos y estigmas. Tras el cuajado, los frutos del mutante *fig* se desarrollan de forma anómala presentando un fenotipo reiterativo de 'fruto dentro de fruto'. A pesar del crecimiento indeterminado de los frutos mutantes, estos producían semillas fértiles. El fenotipo mutante *fig* mostró una herencia monogénica recesiva, pero el análisis de co-segregación demostró que este no era causado por la inserción de T-DNA sino que tenía un origen somaclonal. En tomate, la determinación del carpelo está regulada por los genes *IMA* y *TAG1*; mientras *IMA* actúa como un represor del gen de identidad meristemática *WUS*<sup>1</sup>, *TAG1* confiere la identidad a los carpelos y es un regulador positivo de la determinación del meristemo floral<sup>2</sup>. Junto a ellos, factores hormonales como las giberelinas, y su interacción con genes *KNOX*, participan en la regulación de la actividad meristemática<sup>3</sup>. En consecuencia, el silenciamiento de *TAG1*<sup>2</sup>, o del gen *SIDELLA*, un represor de la vía de señalización de las giberelinas<sup>4</sup>, muestran indeterminación en el desarrollo carpelar, y lo mismo sucede en líneas de sobreexpresión de *KNOX*<sup>5</sup> e *IMA*<sup>1</sup>. La similitud de estos fenotipos al de plantas mutantes *fig* sugirió una posible interacción del gen *FIG* con estas vías reguladoras del desarrollo. Los análisis de expresión sugieren que *FIG* representa un nuevo factor involucrado en el desarrollo y determinación del carpelo; si bien su papel funcional durante el desarrollo reproductivo del tomate no podrá ser establecido con precisión hasta concluir el clonaje posicional de dicho gen.

*Acknowledgements.* Este proyecto ha sido financiado con fondos de un Programa de Excelencia de la Junta de Andalucía (P10-AGR-06931). Queremos mostrar nuestro agradecimiento al Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeIA3) por el apoyo técnico prestado.

<sup>1</sup> A. Sicard, M. Hernould, C. Chevalier. *Plant Signal Behav.* **2008**, *3*, 908-910.

<sup>2</sup> L. Pnueli, D. Hareven, S.D. Rounsley, M.F. Yanofsky, E. Lifschitz. *Plant Cell.* **1994**, *6*, 163-173.

<sup>3</sup> A. Hay, H. Kaur, A. Phillips, P. Hedden, S. Hake, M. Tsiantis. *Curr. Biol.* **2002**, *12*, 1557-65.

<sup>4</sup> E. Carrera, O. Ruiz-Rivero, L.E. Peres, A. Atares, J.L. Garcia-Martinez. *Plant Physiol.* **2012**, *160*, 1581-96.

<sup>5</sup> Y. Avivi, S. Lev-Yadun, N. Morozova, L. Libs, L. Williams, J. Zhao, G. Varghese, G. Grafí. *Plant Physiol.* **2000**, *124*, 541-551.

## CUANTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PECTINOLÍTICA DE AISLADOS MICROBIANOS PROCEDENTES DE COMPOSTAJE

**M. J. Estrella, M. C. Vargas y J. Moreno**

*Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales,  
Universidad de Almería,  
E04120Almería (España); mjestrellagonzalez@gmail.com*

La capacidad metabólica de los microorganismos, vehiculizada a través de un amplio arsenal enzimático, facilita numerosos procesos de carácter industrial desarrollados por el hombre. Así, la importancia comercial y económica de estas moléculas resulta casi incalculable, y hoy en día se hacen imprescindibles en campos tan variados como el de la alimentación, la producción de insumos químicos, la generación de biocombustibles, la síntesis de fármacos o la biorremediación, por citar sólo algunos ejemplos. Entre las diversas enzimas de interés aplicado, las pectinolíticas, relacionadas con la transformación de las pectinas, suponen el 10% del total del mercado global de enzimas<sup>1</sup>, con aplicaciones mayoritarias en el sector alimentario y la industria textil. Su creciente importancia ha potenciado en los últimos años la búsqueda de nuevas especies productoras, con capacidad para sintetizar pectinasas que muestren propiedades diferenciadoras. El presente trabajo se enmarca en este ámbito, tomando como punto de partida un entorno que, por sus características, acoge potencialmente una amplia y diversa comunidad pectinolítica: pilas de compostaje de residuos de origen vegetal. Los resultados obtenidos avalan tal supuesto, ya que se consiguieron aislar 87 especies diferentes con capacidad para hidrolizar pectinas. Bacterias y hongos fueron los integrantes mayoritarios de la colección de aislados, aunque los niveles máximos de actividad se detectaron en especies pertenecientes al primer grupo y, de forma general, integradas en el género *Bacillus*, ampliamente reconocido en lo que respecta a su actividad pectinolítica y habitualmente utilizado en la producción comercial de este tipo de enzimas, junto a *Aspergillus*. Este aspecto, el carácter bacteriano de un elevado porcentaje de los aislados, muestra especial relevancia, ya que suelen presentar propiedades específicas que diversifican su espectro de actuación y permiten su utilización en mayor rango de procesos y productos. Así sucede en relación con el pH, dado que las pectinasas fúngicas mayoritariamente disponibles ven limitada su acción en ambientes con valores de pH alcalinos, mientras que las de origen bacteriano exhiben niveles de actividad importantes en dichas condiciones<sup>2</sup>. Esta característica resulta de gran importancia en diferentes aplicaciones.

Por otra parte, y a pesar de que los niveles de actividad no fueron mayoritariamente destacables, es digna de mención la presencia de especies no referenciadas hasta el momento como productoras de pectinasas. Tanto en el caso de bacterias (*Rhodococcus indicum*) y actinobacterias (*Chelatococcus daeguensis*), como hongos (*Haematonectria haematococca*) y levaduras (*Sporidiobolus ruineniae*), se encontraron representantes de estas características. En este sentido, resultó de especial interés el caso de *Monographella cucumerina*, hongo que generó el máximo nivel de actividad pectinolítica entre la comunidad fúngica.

Los resultados aquí descritos, especialmente en lo que respecta a las especies de nueva descripción, muestran un amplio potencial de mejora, tanto en lo referente a la optimización de los niveles de producción como a la caracterización del espectro de actuación de la enzima. Una actuación de este tipo puede incrementar de forma notable su nivel de aplicabilidad y, en consecuencia, su interés comercial.

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CICYT AGL2009-08405.

<sup>1</sup> D.B. Pedrolli, A.C. Monteiro, E. Gomes y E.C. Carmona, *Open. Biotechnol.* **2009**, 3, 9-18.

<sup>2</sup> G.S. Hoondal, R.P. Tiwari, R. Tewari, N. Dahiya y Q.K. Beg, *App. Microbiol. Biotechnol.* **2002**, 59, 409-418.

## **ENO (EXCESSIVE NUMBER OF FLORAL ORGANS) REGULA EL TAMAÑO DEL FRUTO DE TOMATE DURANTE EL DESARROLLO DEL MERISTEMO FLORAL**

**A. Fernández-Lozano<sup>a</sup>, F.J. Yuste-Lisbona<sup>a</sup>, B. Pineda<sup>b</sup>, F. Pérez-Martín<sup>a</sup>, R. Nieto<sup>a</sup>, J. Capel<sup>a</sup>, A. Atares<sup>b</sup>, V. Moreno<sup>b</sup>, T. Angosto<sup>a</sup>, R. Lozano<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL), Universidad de Almería. [af1997@ual.es](mailto:af1997@ual.es)

<sup>b</sup> Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (UPV-CSIC), Universidad Politécnica de Valencia.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es, a nivel mundial, la hortaliza de mayor difusión y valor económico. Es por ello que la identificación y caracterización funcional de nuevos genes implicados en el desarrollo del fruto constituye un objetivo de interés agronómico. Se sabe que el tamaño del fruto depende, tanto del número de carpelos que se desarrollan en el ovario (cuarto verticilo floral), como del número de divisiones celulares que acontecen durante el crecimiento del fruto. Este último proceso está principalmente controlado por el gen *FRUIT WEIGHT 2.2 (FW2.2)* [1], si bien es el número de carpelos en la flor y, por ende el número final de lóculos en el fruto maduro, el responsable de aumentos de tamaño de hasta el 50% [2]. Dos genes, *LOCULE NUMBER (LC)* y *FASCIATED (FAS)*, regulan el número de carpelos en el ovario durante la organogénesis floral, siendo *FAS* el factor determinante de los cambios evolutivos ocurridos en el tamaño del fruto durante la domesticación del tomate [3]. Además, el gen *INHIBITOR OF MERISTEM ACTIVITY (IMA)* reprime la proliferación celular a través de la represión de *WUSCHEL (WUS)* determinando el cese de la actividad del meristemo floral. De este modo, plantas en las que *IMA* ha sido silenciado desarrollan frutos de mayor tamaño debido a que sus flores muestran numerosos carpelos fusionados en el cuarto verticilo [4].

Las flores del mutante *excessive number of floral organs (eno)* presentan un mayor número de pétalos, estambres y carpelos, fenotipo que sigue un patrón de herencia monogénico y recesivo. El incremento en el número de órganos florales está promovido por un aumento significativo del tamaño del meristemo floral, que es patente en las primeras etapas del desarrollo y, que a su vez, condiciona otros caracteres reproductivos, entre los que destaca la formación de frutos de gran tamaño, multiloculares y acostillados. El análisis de complementación indica que la mutación *eno* no es un alelo del locus *FAS* y, de hecho, el patrón espacio-temporal de expresión de los genes *IMA* y *WUS* indica que los genes *ENO* y *FAS* participan en rutas independientes que regulan el desarrollo del meristemo floral y que definen el tamaño del fruto de tomate.

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido financiado por el Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2012-40150-C03-01/02). Nuestra gratitud al Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeIA3) por su apoyo a las actividades científicas desarrolladas por los autores.

<sup>1</sup> J. Liu, B. Cong and S.D. Tanksley (2003) *Generation and analysis of an artificial gene dosage series in tomato to study the mechanisms by which the cloned quantitative trait locus fw2.2 controls fruit size*. Plant Physiology 132: 292-299.

<sup>2</sup> S.D. Tanksley (2004) *The genetic, developmental, and molecular bases of fruit size and shape variation in tomato*. Plant Cell 16 (Suppl.): S181-S189.

<sup>3</sup> B. Cong, L.S. Barrero and S.D. Tanksley (2008) *Regulatory change in YABBY-like transcription factor led to evolution of extreme fruit size during tomato domestication*. Nature Genetics 40: 800-804.

<sup>4</sup> A. Sicard, J. Petit, A. Mouras, C. Chevalier and M. Hernould (2008) *Meristem activity during flower development and ovule development in tomato is controlled by the mini zinc finger gene INHIBITOR OF MERISTEM ACTIVITY*. Plant Journal 55: 415-427.

## VEGETATIVE INFLORESCENCE (VIN), UN NUEVO ALELO DE MACROCALYX IMPLICADO EN EL CONTROL GENÉTICO DE LA ARQUITECTURA DE LA INFLORESCENCIA EN TOMATE

**M. García-Alcázar<sup>a</sup>, F. J. Yuste-Lisbona<sup>a</sup>, M. Quinet<sup>b</sup>, A. Fernández-Lozano<sup>a</sup>, R. Nieto<sup>a</sup>, B. Pineda<sup>c</sup>, V. Moreno<sup>c</sup>, T. Angosto<sup>a</sup>, R. Lozano<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL), Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); [mga800@ual.es](mailto:mga800@ual.es)

<sup>b</sup> Groupe de Recherche en Physiologie Végétale, Earth and Life Institute, Université Catholique de Louvain, B1348 Louvain-la-Neuve (Belgium); <sup>c</sup> Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (UPV-CSIC), Universidad Politécnica de Valencia, E46022 Valencia (Spain).

La diversidad morfológica en la inflorescencia de las angiospermas reside en decisiones genéticas que tienen lugar con el inicio de la floración. En especies de crecimiento simpodial como tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el meristemo apical se determina como meristemo reproductivo y el crecimiento de la planta continúa gracias a la actividad del meristemo formado en la axila de la última hoja, ahora denominado meristemo simpodial. A partir de este último se desarrollan 3 nuevas hojas y una inflorescencia, reiterándose este patrón simpodial de manera indeterminada<sup>1</sup>. El control genético de este proceso, que resulta clave para la producción hortícola, es hoy día ampliamente desconocido.

Con el objeto de identificar nuevos reguladores del desarrollo floral, hemos evaluado una colección de líneas de inserción de T-DNA de tomate, lo que nos ha permitido identificar el mutante recesivo vegetative inflorescence (vin). Este presenta flores con sépalos foliares, zona de abscisión incompleta, y lo que es más significativo, la reversión del tercer meristemo floral de la inflorescencia en un nuevo meristemo vegetativo de naturaleza simpodial. Hemos comprobado que el fenotipo mutante se debe a una única inserción de T-DNA, que se localiza en el cromosoma 5, entre los genes MACROCALYX (MC) y RIPENING INHIBITOR (RIN), a 1,4 Kb aguas abajo del primero. El análisis de complementación demostró que vin representa un nuevo alelo del locus MC2, un gen homólogo a APETALA1 de *Arabidopsis*. A fin de profundizar en el la función de MC, hemos analizado la interacción entre MC y los genes JOINTLESS3 y SINGLE FLOWER TRUSS (SFT)<sup>4</sup>. La caracterización de los fenotipos dobles mutantes y los patrones de expresión espacio-temporal de MC indican el papel esencial que este gen desempeña durante el desarrollo de la arquitectura de la inflorescencia de tomate.

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido financiado por el Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2012-40150) y el Programa de Excelencia de la Junta de Andalucía (P10-AGR-06931). Nuestra gratitud al Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeIA3) por su apoyo a las actividades científicas desarrolladas por los autores.

<sup>1</sup>R. Lozano, E. Giménez, B. Cara, J. Capel, T. Angosto. *Genetic analysis of reproductive development in tomato*. Int. J. Dev. Biol. **2009**. 53, 1635-1648.

<sup>2</sup>J. Vrebalov, D. Ruezinsky, V. Padmanabhan, R. White, D. Medrano, R. Drake, W. Schuch, J. Giovannoni. *A MADS-Box gene necessary for fruit ripening at the tomato Ripening-Inhibitor (Rin) Locus*. Science. **2002**. 296: 343-346.

<sup>3</sup>L. Mao, D. Begum, H.W. Chuang, M.A. Budiman, E.J. Szymkowiak, E.E. Irish, R.A. Wing. *Jointless is a MADS-box gene controlling tomato flower abscission zone development*. Nature. **2000**. 206: 910-913.

<sup>4</sup>N. Molinero-Rosales, A. Latorre, M. Jamilena, R. Lozano. *SINGLE FLOWER TRUSS regulates the transition and maintenance of flowering in tomato*. Planta. **2004**. 218: 427-434.

## OPTIMIZATION OF MICROALGAE PRODUCTIVITY COUPLED WASTEWATER TREATMENT IN BUBBLE COLUMNS

**C. Gómez-Serrano, M. M. Morales, E. Molina and F. G. Acién**

*Department of Chemical Engineering, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería, 04120 Almería (Spain).  
cinti4201@hotmail.com*

### Introduction

Bacteria can degrade organic matter in inorganic compounds which are used by microalgae for growth. Microalgae-bacteria consortium has a high potential for wastewater treatment, additionally, biomass can be produced for different purposes. The use of microalgae-bacteria consortium in wastewater treatment with associated biomass production will be studied.

### Methods

Cultures were grown in bubble column-type reactors under controlled pH by CO<sub>2</sub> injection. Cultures were operated in semicontinuous mode. Reactors were inoculated with 25% microalgae inoculums (*Scenedesmus almeriensis*, *Muriellopsis sp.* and *Chlorella sp.*) and 25% sewage sludge. Culture medium was primary-treated wastewater.

### Results

Different dilution rates were experimented: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 day<sup>-1</sup>. Results determined 0.6 day<sup>-1</sup> was the most productive dilution rate, and the depuration rate was above 0.8 for NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> and COD removal. Different pH were also essayed to avoid squandering of CO<sub>2</sub>. Results determined that 7 and 8 was the most productive pH, whereas pH 8 obtained the highest depuration rate, above 0.8 for NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> and COD removal. Analysis of wastewater composition showed that microalgae growth could be limited in nitrogen and micronutrients. Nutrients supply experiment was executed and results showed that cultures with N supply achieved higher biomass productivity, whereas cultures with micronutrients supply did not showed differences.

### Conclusion

The best conditions for growth of microalgae and wastewater depuration in this culture system were dilution rate 0.6 day<sup>-1</sup>, pH 8 and nitrogen supply, however, high biomass productivity and depuration rate were found in all dilution rate and pH tested and without nutrients supply (always up to 0.33 g·l<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup> and 0.8 day<sup>-1</sup> respectively), treating larger wastewater volume at a lower cost.

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

## CULTURE OPTIMIZATION FOR GROWING IN BUBBLE COLUMN PHOTOBIOREACTORS OF DINOFLAGELLATE *Karlodinium veneficum*

**L. López Rosales, A. Sánchez Mirón, J. J. Gallardo Rodríguez, M. C. Cerón García, E. Molina Grima**

*Department of Engineering, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería,  
E04120Almería (Spain); llr288@ual.es*

Dinoflagellates are a major source of molecules of great potential in pharmacology and food safety. Some of the bioactives initially isolated from other marine invertebrates have been shown to actually originate from dinoflagellates<sup>1</sup>. Massive culture of dinoflagellates has not been generally possible because dinoflagellates are a type of microalgae very sensitive to the shear stress produced in photobioreactors<sup>2</sup>.

Microalgae culture in photobioreactors has become the only realistic technology to produce highly valuable substances. However, preventing hydrodynamic damage in sparged photobioreactors is still a challenge for fragile microalgae<sup>2,3</sup>, such as dinoflagellate microalgae.

*Karlodiniumveneficum* was selected as model dinoflagellate. The cultures were grown in L1 medium in 10 identical lab-scale bubble columns (inner diameter 0.044 m and height 2 m). Assays combined different values of gas flow (GF), culture height (H) and nozzle diameter (Dn). It has been used genetic algorithms (GA) to find their optimal combination. This search allows working with a high number of parameters to be optimized simultaneously<sup>4</sup>. Computational fluid dynamics (CFD) was used to calculate local and average shear stress ( $\tau$ ) and rates ( $\gamma$ ).

The multifactorial analysis of variance carried out to determine the influence of GF, H and Dn on cell productivity, relative to static conditions (control), showed that Dn and H are important parameters in the design of bubble columns (F-ratio 20 and 7, respectively). After 6 generations an increase of 100% in cell productivity and 50% in karlotoxins content were obtained with respect to control. CFD analysis confirmed that high  $\tau$  levels implied low cell productivities.

The use of GA and CFD as optimization tools allowed finding the optimal values of GF, Dn and H which provide a microalgae-friendly  $\tau$  distribution and enabling the scale-up of photobioreactors to culture dinoflagellates.

*Acknowledgments.* This research was supported by the Spanish Ministry of Science and Innovation (SAF2011-28883-C03-02) and the European Regional Development Fund Program. Lorenzo

<sup>1</sup>Dunlap WC, Battershill CN, Liptrot CH, Cobb RE, Bourne DG, Jaspars M, et al. Biomedicinals from the phytosymbionts of marine invertebrates: a molecular approach. *Methods* 2007;42:358–76.

<sup>2</sup>F. García-Camacho et al. Determination of shear stress thresholds in toxic dinoflagellates cultured in shaken flasks. Implications in bioprocess engineering, *Process Biochemistry*. 42 (2007) 1506-1515

<sup>3</sup>JJ. Gallardo-Rodríguez et al. Causes of shear sensitivity of the toxic dinoflagellate *Protoceratium reticulatum*, *Biotechnology Progress*. 25(3) (2009) 792-800.

<sup>4</sup>F. García-Camacho, J.J. Gallardo-Rodríguez, A. Sánchez-Mirón, Y. Chistia, E. Molina-Grima. Genetic algorithm-based medium optimization for a toxic dinoflagellate microalga, *Harmful Algae*, 10(6) (2011) 697-701



## USO DE MEMBRANAS PARA EL CULTIVO DE MICROALGAS CON AGUAS RESIDUALES

**M. M. Morales<sup>1</sup>, C. Gómez<sup>1</sup>, F. G. Acien<sup>1</sup>, J. M. Fernández-Sevilla<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Química  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (España); moralesamaral@gmail.com*

El proceso de depuración de aguas que se lleva a cabo en la actualidad consiste en el empleo de bacterias aerobias para la eliminación de la materia orgánica. La depuración de las aguas residuales respecto a los compuestos inorgánicos no es completa, por lo que el nitrógeno y el fósforo restante causa problemas de eutrofización en las zonas de vertido. El nitrógeno y el fósforo contenido en las aguas residuales pueden ser consumidos por las microalgas, aumentando así la calidad del agua de vertido. El objetivo de este estudio es la utilización de agua residual de secundario como medio de cultivo para la producción de microalgas en reactores abiertos.

Para la realización de los ensayos se utiliza un reactor abierto, tipo raceway, de 4400 L de volumen y 33 m<sup>2</sup> de superficie. El reactor consta de un foso, en el que se burbujea CO<sub>2</sub> para el control de pH, en su interior se encuentra un módulo de membranas de ultrafiltración (0.02 micras, BC-10), que permite la retirada de sobrenadante de cultivo libre de células. Además parámetros como el oxígeno disuelto, la radiación solar y la temperatura son monitorizados. La cepa utilizada es *Scenedesmus almeriensis*.

**Tabla 1.** Composición elemental del agua residual y del medio con fertilizantes.

Componente	Biomasa	Medio con Agua residual de fertilizantes secundario	
	%	%	%
Nitrógeno	5	56	18
Fósforo	1	21	9
Carbono	50	23	73

En la tabla 1 se muestra el contenido en nutrientes del agua residual de secundario, procedente de la planta depuradora de “El Bobar” con el medio tradicional empleado con fertilizantes<sup>1</sup>. Comparando las composiciones de los medios de cultivo con la composición elemental de la biomasa se pueden observar limitaciones en nitrógeno en el agua residual de secundario. Se realizan distintos ensayos con una velocidad de dilución de 0.2 días<sup>-1</sup> con medio con fertilizantes y con agua residual de secundario, igualmente se emplea la misma velocidad de dilución y una tasa de permeado de 0.4 días<sup>-1</sup>. Las productividades no se ven afectadas por el empleo de agua residual, el uso de la membrana de permeado permite obtener productividades algo más elevadas comparadas las obtenidas solamente con el agua residual. Por lo tanto es posible el empleo de agua residual de secundario como medio de cultivo para la producción de microalgas, incrementando la calidad del agua de vertido.

*Agradecimientos:* Este proyecto ha sido financiado por ACCIONA S.A. y el Ministerio de Industria a través del PlanE, y se ha llevado a cabo con la colaboración de Aqualia S.A., Cajamar, el proyecto EnerBioAlgae (SOE2/P2/E374) SUDOE INTERREG IVB, y la Junta de Andalucía Plan Andaluz de Investigación (BIO 173).

<sup>1</sup>C. Gómez, R. Escudero, M. M. Morales, F. L. Figueroa, J. M. Fernández-Sevilla, F. G. Acien. (2013): “Use of secondary-treated wastewater for the production of *Muriellopsis* sp.”, Appl Microbiol Biotechnol (2013) 97:2239–2249.

## DIRECT TRANSESTERIFICATION OF MICROALGAE LIPIDS FROM *N. GADITANA* TO PRODUCE BIODIESEL

**E. Navarro López, A. Robles Medina**

*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 *Nannochloropsis gaditana* wet microalgal biomass (25wt% dry biomass and 12% w/w of saponifiable lipids) by (1) homogenization of wet microalgal biomass from *N. gaditana* (2) in situ transesterification of saponifiable lipids (3) extraction of methyl esters with hexane. In step (1) wet microalga from *N. gaditana* was firstly homogenized at a pressure of 1200 bar and then, used to produce methyl esters by in situ enzymatic methylation of saponifiable lipids. The experiments were carried out in a batch reactor and it was studied the effect of reaction time, lipase/oil ratio, solvent/oil ratio and methanol/oil molar ratio (w/w). Biodiesel yield was 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 56 h, 10 mL of tert-butanol/g saponifiable lipids, lipase/oil ratio 22.5% (w/w), methanol/oil molar ratio 22:1 and addition of methanol in three steps at 0, 10 and 24 h. These results demonstrate that enzymes could be a promising catalyst for production of microalgal biodiesel.

*Acknowledgements.* This research was supported by grants from the Ministerio de Ciencia e Innovación (Spain), Project CTQ2010-16931. This project was co-funded by the FEDER (European Fund For Regional Development).



## LA CARACTERIZACIÓN DEL MUTANTE INSERCIONAL *SUCCULENT STAMENS (SUS)* REVELA LA EXISTENCIA DE UN NUEVO REGULADOR DEL DESARROLLO FLORAL DE TOMATE

**F. Pérez-Martín<sup>a</sup>, J. F. Campos<sup>b</sup>, E. Giménez<sup>a</sup>, J. C. Nieto<sup>a</sup>, B. Pineda<sup>c</sup>, T. Antón<sup>c</sup>, J. Capel<sup>a</sup>, V. Moreno<sup>c</sup>, M. C. Bolarín<sup>b</sup>, T. Angosto<sup>a</sup> y R. Lozano<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Dpto. Biología y Geología. Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (BITAL). Universidad Almería. 04120 Almería. <sup>b</sup> Dpto. Biología del Estrés y Patología Vegetal, CEBAS-CSIC. Apdo. 164, 30100 Murcia. <sup>c</sup> Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas. Univ. Politécnica Valencia – CSIC. 46022 Valencia; rlozano@ual.es

Los genes homeóticos de clase B pertenecientes a la familia MADS-box están implicados en el control del desarrollo de pétalos y estambres de la flor a través de la formación de complejos multiméricos<sup>1</sup>. Así, los genes *TAP3* y *TM6* de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) participan en el desarrollo de la flor confiriendo la identidad de pétalos (verticilo 2) y estambres (verticilo 3)<sup>2,3</sup>. Por otro lado, y a pesar de las notables diferencias existentes en la morfología floral, se ha demostrado la homología funcional de los genes de clase B entre especies de angiospermas. Por tanto, las singularidades del desarrollo floral entre especies podría deberse no sólo a la diversificación de genes reguladores, sino también a funciones específicas de otros genes que integran las vías reguladoras.

Con el propósito de aislar nuevos reguladores del desarrollo floral, hemos analizado una colección de mutantes de inserción tipo *enhancer trapping*. Como resultado, hemos identificado un nuevo mutante de tomate, al que denominamos *succulent stamens (sus)*, que muestra cambios homeóticos que afectan al desarrollo de pétalos y estambres, en concreto pétalos sepaloideos y conversión de los estambres en estructuras suculentas que maduran de forma similar a los carpelos del fruto. Los análisis mediante microscopía electrónica de barrido han confirmado los cambios de identidad en las células epidérmicas de pétalos y estambres de flores *sus*.

La caracterización molecular del mutante *sus* indica que éste es portador de 2 inserciones de T-DNA, habiendo sido posible aislar la inserción responsable del fenotipo mutante en poblaciones segregantes. Este resultado nos ha permitido identificar la región genómica flanqueante a dicha inserción mediante anchor PCR. El análisis de la secuencia de esa región indica que la inserción del T-DNA en una región reguladora disminuye significativamente la expresión de dos genes contiguos, a saber, un gen que codifica para un factor de transcripción de la familia Zinc-finger y, en la orientación contraria, para un mediador de la RNA Polimerasa II. Además, la mutación *sus* modifica los niveles de expresión de genes que controlan la identidad de estambres (*TAP3*, *TM6* y *Le-PI*) y carpelos (*TAG* y *TAGL1*), lo que indica que *SUS* representa un nuevo regulador del desarrollo floral de tomate. La generación de líneas transgénicas de silenciamiento de los dos genes afectados por la inserción nos ayudará a dilucidar la función génica del gen responsable de la mutación *sus*.

*Acknowledgements.* Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación AGL2009-13388 y BIO2009-11484 del Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN).

<sup>1</sup> E. S. Coen and E. M. Meyerowitz. *The war of the whorls: Genetic interactions controlling flower development.* Nature 353: 31-37. **1991**.

<sup>2</sup> S. Pelaz, G.S. Ditta, E. Baumann, E. Wisman and M. F. Yanofsky. *B and C floral organ identity functions require SEPALLATA MADS-box genes.* Nature 405: 200-203. **2000**.

<sup>3</sup> G. De Martino, I. Pan, E. Emmanuel, A. Levy and V. F. Irish. *Functional analyses of two tomato APETALA3 genes demonstrate diversification in their roles in regulating floral development.* Plant Cell 18, 1833-1845. **2006**.

## CO<sub>2</sub> CAPTURE AND PURIFICATION SYSTEM FROM BIOMASS COMBUSTION FOR ENRICHMENT INSIDE GREENHOUSES

**J. V. Reinoso<sup>1,2</sup>, M. D. Fernández<sup>3</sup>, J. A. Sánchez<sup>4,2</sup>, J. C. López<sup>3</sup>, F. G. Acién<sup>1,2</sup>**

1. Department of Engineering, Faculty of Experimental Sciences,  
Universidad de Almería,

E04120 Almería (Spain); rmj519@ual.es

2. The Agrifood Campus of International Excellence (ceiA3), Andalucía, Spain

3. Experimental Station of Cajamar Foundation, "Las Palmerillas"

E04710 Santa María del Águila, Almería, Spain

4. Department of Informatics, Faculty of Experimental Sciences,

Universidad de Almería,

E04120 Almería (Spain)

CO<sub>2</sub> and temperature control are important growing conditions for crops grown inside greenhouses<sup>1</sup>. In this work a system able to satisfy both control requirements was tested. For this goal, this system use biomass combustible to supply thermal energy and to purify and store CO<sub>2</sub> produced. Between thermal energy and CO<sub>2</sub> storage, the last one was the most cost-effective option for the zone where this study is focussed on (to the southwest of Spain) considering climatic conditions.

CO<sub>2</sub> capture method performed thanks to this system is based on physical adsorption employing active carbon. This material is able to selectively retain CO<sub>2</sub>, extracting it from flue gas and purifying it. This selectivity is explained from polar interactions between CO<sub>2</sub> molecules and active carbon<sup>2</sup>. CO<sub>2</sub> affinity increase with pressure and decrease with temperature. Optimal working pressure was founded to be  $2.02 \cdot 10^5$  Pa (relative pressure) while flue gas temperature was lowered as closer as possible to ambient temperature introducing two heat exchangers. Active carbon CO<sub>2</sub> capture capacity managed with this system was 42.9 g CO<sub>2</sub>/ kg active carbon. This capacity was enough to satisfy the CO<sub>2</sub> requirements ( $6 \text{ g CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ ) of a 900 m<sup>2</sup> greenhouse employing a 1200 kg active carbon tank.

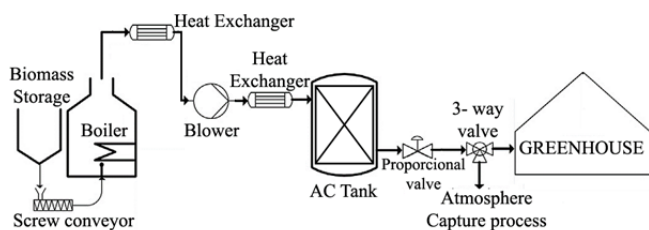


Figure 1. Block diagram of CO<sub>2</sub> capture process. AC: Active carbon

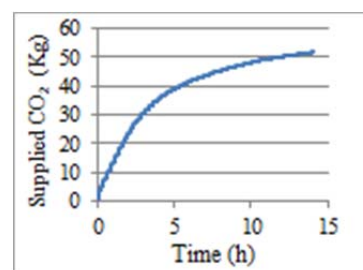


Figure 2. CO<sub>2</sub> supplied during enrichment

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

<sup>1</sup> Sánchez- Guerrero, M. C. *Effect of variable CO<sub>2</sub> enrichment on greenhouse production in mild winter climates.* Agricultural and Forest Meteorology. Volume 132, Issues 3–4, Pages 244–252, 2005.

<sup>2</sup> Kumar Mondal, M. *Progress and trends in CO<sub>2</sub> capture/separation technologies: A review.* Energy Volume 46, Pages 431- 441, 2012

## PRODUCCIÓN DE CELULASAS POR MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL PROCESO DE COMPOSTAJE

**M. C. Rodríguez, M. J. López, J. Moreno**

*Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales,*

*Universidad de Almería,*

*E04120 Almería (Spain); marili.rosal@hotmail.com*

Las celulasas son un complejo enzimático capaz de transformar la celulosa en monómeros de glucosa, mediante la hidrólisis de los enlaces  $\beta(1\rightarrow4)$  glucosídicos entre dos restos de glucosa. Dicho complejo está compuesto por tres tipos enzimáticos: endoglucanasa [Cx]; exoglucanasa [C1] y glucosidasa [Cb], que operan de forma secuencial y sinérgicamente. Este complejo es producido por un reducido grupo de microorganismos (hongos y bacterias) entre los que destacan hongos pertenecientes al phylum *Ascomycota* y bacterias pertenecientes a los phyla *Actinobacteria* y *Firmicutes*<sup>1</sup>. La mayoría de los cuales se han aislado de suelos forestales, fuentes termales, estiércol y rumen animal, aguas residuales y del compost<sup>2</sup>. Éste último permite obtener microorganismos que tengan una elevada versatilidad metabólica y plasticidad fisiológica, al ser capaces de soportar las condiciones ambientales y nutricionales cambiantes que se suceden durante el proceso de compostaje<sup>3</sup>. La importancia industrial de las celulasas radica en su amplia aplicabilidad, que implica a una gran variedad de industrias; alimentaria, cervecera y vinícola, agrícola, papelera y textil, la de detergentes y, más recientemente y con gran auge, la de los biocombustibles<sup>2</sup>. Esta última, especialmente, ha incrementado la demanda de enzimas más robustas y termoestables.

En este trabajo se analizó la producción de celulasa por 25 aislados (23 fúngicos y 2 bacterianos) obtenidos del compost que fueron cultivados en un medio que contenía carboximetilcelulosa (CMC) al 1% como inductor, en condiciones de 30 °C ó 50 °C (mesófilos o termófilos). En la reacción enzimática se empleó como sustrato una solución de CMC al 1% a pH 5, y se realizó en agitación durante 2h a 40 °C ó 50 °C (mesófilos o termófilos). La glucosa liberada se cuantificó mediante espectrofotometría utilizando el reactivo DNS (Miller, 1950). Adicionalmente, se cuantificó la proteína soluble en los extractos acelulares. La actividad enzimática se expresó en  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (AE) y como actividad enzimática específica (AEe) en  $\mu\text{g}$  de proteína- $1\text{min}^{-1}$ . La identificación molecular de los aislados se determinó mediante la amplificación total o parcial del gen 16S rARN (bacterias) y la región 5.8S-ITS (hongos).

Los resultados de la identificación molecular de los aislados demostró que el 78% pertenecían al phylum *Ascomycota* y el resto en igual porcentaje (5%) a los phyla *Basidiomycota*, *Proteobacteria* y *Firmicutes*, quedando sin identificar un 7% de los aislados. El 48% del total de aislados de la colección produjo cantidades detectables de celulasas. Los mejores productores mostraron una tasa de producción enzimática superior a 2  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Los microorganismos de interés biotecnológico de acuerdo con su capacidad para producir celulasa fueron *Penicillium spinulosum* 4268, *Galactomyces candidum* 4278 y *Fusarium equiseti* 4439 y los hongos termófilos *Aspergillus fumigatus* 5731 y *Thermomyces lanuginosus* 5722, por sus posibles enzimas termoestables y sus buenas producciones de celulasas en condiciones optimizadas<sup>4</sup>

*Agradecimientos.* Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto AGL2012-36434.

<sup>1</sup>Lynd, L. R., Weimer, P. J., Van Zyl, W. H., & Pretorius, I. S. *Microbiol and Mol Biol Rev.* **2002**, 66 (3), 506-577.

<sup>2</sup>Juturu, V., & Wu, J. C. *Biotech. Advan.* **2012**, 30(6), 1219-1227.

<sup>3</sup>Jurado, M., López, M. J., Suárez-Estrella, F., Vargas-García, M. C., López-González, J. A., & Moreno, J. *Bioresour. Technol.*, **2014**, 162, 283-293.

<sup>4</sup>Lee, H., Lee, Y. M., Jang, Y., Lee, S., Lee, H., Ahn, B. J., & Kim, J. J. *Mycobiol.* **2014**, 42(2), 181-184.

## IMMOBILIZATION OF AN ENZYMATIC CASCADE FOR THE PRODUCTION $\beta$ -AMINO ACIDS

**M. J. Rodríguez Alonso<sup>1,2</sup>, P. Madrid Romero<sup>1,2</sup>, F. Rodríguez Vico<sup>1,2</sup>, F. J. Las Heras Vázquez<sup>1,2</sup> and J. M. Clemente Jiménez<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Chemistry and Physics, University of Almería, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3,* <sup>2</sup>*Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria, BITAL, University of Almería, 04120, Almería, (Spain); mra956@ual.es*

$\beta$ -Amino acids have attracted increasing attention over recent years as they play a key role in chemical biology, the synthesis of natural products and the manufacture of drugs. They are constituents of several natural products such as taxol, dolastatins, jasplakinolide, theopalauamide, and many others and also they have been used as building blocks of peptides, peptidomimetics and many other physiologically active compounds.<sup>1</sup> Furthermore,  $\beta$ -amino acids show interesting pharmacological properties in their free form, or as their cyclized ( $\beta$ -lactam) derivatives.<sup>1</sup> Recently, our group has developed a mimetic tandem, as biotechnological tool, for the preparation of different  $\beta$ -amino acids in an environmentally friendly way.<sup>2</sup> This tandem is formed by a dihydropyrimidinase from *Sinorhizobium meliloti*<sup>3</sup> and a *N*-carbamoyl- $\beta$ -alanine amidohydrolase from *Agrobacterium tumefaciens*.<sup>4</sup>

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.<sup>5</sup> 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 tandem has been immobilized for the production of  $\beta$ -amino acids from dihydrouracils. We have studied several commercial resins for enzyme immobilisation, proteins ratio in the tandem, 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. M.J.R.-A. was supported by Spanish Ministry of Education and Science.

<sup>1</sup> Weiner, B., Szymański, W., Janssen, D.B., Minnaard, A.J., Feringa, B.L. Recent advances in the catalytic asymmetric synthesis of  $\beta$ -amino acids. *Chem Soc Rev*, **2010**, 39: 1656–1691.

<sup>2</sup> Martínez-Gómez A.I., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., Kanerva L., Li X-G, Las Heras-Vázquez F.J., Martínez-Rodríguez S. New biocatalytic route for the production of enantioenriched  $\beta$ -alanine derivatives starting from 5- and 6-monosubstituted dihydrouracils. *Proc Biochem*, **2012**, 47: 2090-2096.

<sup>3</sup> Martínez-Rodríguez S., Martínez-Gómez A.I., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., García-Ruiz J.M., Las Heras-Vázquez F.J., Gavira J.A. Structure of dihydropyrimidinase from *Sinorhizobium meliloti* CECT4114: new features in an amidohydrolase family member. *J Struct Biol*, **2010**, 169: 200-208.

<sup>4</sup> Martínez-Gómez A.I., Martínez-Rodríguez S., Pozo-Dengra J., Tessaro D., Servi S., Clemente-Jiménez J.M., Rodríguez-Vico F., Las Heras-Vázquez F.J. Potential application of *N*-carbamoyl- $\beta$ -alanine amidohydrolase from *Agrobacterium tumefaciens* C58 for  $\beta$ -amino acid production. *Appl Environ Microbiol*, **2009**, 75: 514-520.

<sup>5</sup> Hanefeld U., Gardossi L., Magner E. Understanding enzyme immobilisation. *Chem Soc Rev*, **2009**, 38: 453-469.

## PRODUCCIÓN DE LIPASAS DE INTERÉS AMBIENTAL POR MICROORGANISMOS AISLADOS A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL SOMETIDO A COMPOSTAJE

**A. Ruiz, M. J. López, J. Moreno**

*Dpto. Biología y Geología, Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales.  
Universidad de Almería,  
E04120 Almería (Spain); ruizarcosandres@gmail.com*

Los materiales sometidos a compostaje y en su conjunto, la pila de compostaje, constituye una fuente potencial de microorganismos capaces de producir enzimas de interés industrial y ambiental<sup>1</sup>. El objetivo principal de este trabajo fue identificar microorganismos asociados al compostaje con capacidad lipolítica y cuantificar su capacidad para producir lipasas. Estas enzimas hidrolizan compuestos lipídicos y presentan numerosas aplicaciones ambientales en procesos de biodescontaminación, y biotecnológicas tales como la producción de biodiesel o de polímeros biodegradables<sup>2</sup>.

Para la realización de este trabajo se partió de una colección de 21 bacterias aisladas en trabajos anteriores a partir de restos vegetales hortícolas sometidos a compostaje y seleccionadas por expresar la lipasa. La colección de cepas lipolíticas fue identificada mediante secuenciación del gen 16S ADNr, para lo cual se construyó el fragmento de aproximadamente 1,5 kb a partir de las secuencias sentido (Forward) y antisentido (Reverse). El fragmento obtenido fue comparado con las secuencias depositadas en la base de datos del NCBI. Para determinar la cantidad de enzima que producían las cepas en estudio se realizaron cultivos de las mismas en medios líquidos en los que se estimuló la producción de lipasa con tributirina 1%. A partir de estos medios se obtuvieron extractos acelulares mediante centrifugación que fueron empleados para la cuantificación de la actividad lipasa utilizando p-nitrofenil-laurato como sustrato. La reacción se desarrolló a 37 °C durante 2 horas y el producto de reacción (p-nitrofenol) se analizó espectrofotométricamente a 400 nm.

La mayoría de bacterias de la colección estudiada pertenecieron al género *Bacillus* (71,42%) con presencia de otros géneros como *Chryseomicrobium*, *Staphylococcus*, *Chelatococcus*, *Brevundimonas*, *Parapusillimonas* y *Citrobacter*, representando cada uno aproximadamente un 5% de la colección. Los valores de producción obtenidos estuvieron en torno a 0,04 U/mL (o 0,03 U/mg de biomasa). Destacaron tres cepas por sus niveles de producción, *Bacillus altitudinis* 975 y *Staphylococcus equorum* 557, ambas con una producción de alrededor de 0,1 U/mL, y *Parapusillimonas granuli* 701 con 0,13 U/mL. Estas cepas presentan un gran potencial para la producción de lipasas de interés ambiental e industrial.

El estudio realizado contribuirá en el avance del conocimiento de los microorganismos presentes en el compostaje permitiendo la selección y utilización de estos para su aplicación en biotecnología dado el potencial existente demostrado.

*Acknowledgements.* Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto AGL2012-36434.

<sup>1</sup> M. Jurado, M.J. López, F. Suárez-Estrella, M.C. Vargas-García, J.A. López-González, J. Moreno, *Bioresour. Technol.* **2014**, *162*, 283-293.

<sup>2</sup> R. Gupta, N. Gupta, P. Rathi P., *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2004**, *64*, 763-781.



## UTILIZACIÓN DE MICROALGAS EN PIENSOS DE PRIMERA EDAD PARA DORADA (*Sparus aurata*)

**M. I. Sáez<sup>2\*</sup>, A. Vizcaíno<sup>1</sup>, G. López<sup>1</sup>, A. Barros<sup>1</sup>, L. Hidalgo<sup>2</sup>, M.C. Cerón<sup>3</sup>, T. F. Martínez<sup>2</sup>, E. Abellán<sup>4</sup>, M. Arizcun<sup>4</sup>, B. Llamas<sup>5</sup> y F. J. Alarcón<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Lifebioencapsulation S.L. Almería.* <sup>2</sup> *Dpto. Biología y Geología y <sup>3</sup> Dpto. Ingeniería. Universidad de Almería-CEIA<sub>3</sub>* <sup>4</sup> *IEO. Planta de Cultivos Marinos de Mazarrón. Murcia.* <sup>5</sup> *Algaenergy S.A. Alcobendas. Madrid; msc880@ual.es*

Existen varios antecedentes de la utilización de algas en alimentos inertes para acuicultura pero son pocos los estudios que evalúan su idoneidad para ser utilizadas en piensos de primera edad para peces marinos. En este contexto, se ha realizado un ensayo con postlarvas de dorada alimentadas durante 55 días con 4 piensos experimentales que incluyen biomasa liofilizada de *Tetraselmis suecica* e *Isochrysis galbana* a un 5 y 10% de inclusión (T5, T10 e I5, I10, respectivamente), una dieta control sin microalgas (CT) y un pienso comercial (COM). Las postlarvas de dorada de 43 días de edad fueron repartidas al azar en 18 tanques de 170 litros (10 larvas/L) distribuidos en 6 lotes por triplicado. En distintos momentos del ensayo (43, 64, 82 y 98 días de edad) se tomaron muestras al azar y se pesaron en una balanza de precisión para determinar distintos parámetros de crecimiento. Adicionalmente, el último día de muestreo (98 días) se tomaron muestras del digestivo para visualizar la mucosa intestinal mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de barrido (SEM). Respecto al crecimiento de los peces, se observó una clara influencia de la edad, así como de los factores relacionados con la presencia de microalga en la dieta (M, E y N). En general, el crecimiento no se vio afectado en los peces alimentados con *T. suecica* pero sí en los grupos alimentados con *I. galbana*. Por su parte, la Tabla 1 muestra como la presencia de microalga (especialmente T5) induce un incremento significativo en la longitud y diámetro de las microvellosidades respecto al grupo control que se traduce en un incremento de la superficie de absorción intestinal. Los resultados obtenidos indican que la inclusión de *T. suecica* al 5% produce un efecto positivo sobre el crecimiento y la integridad de la mucosa intestinal apreciándose una clara relación entre ambos parámetros.

**Tabla 1.** Resultados del análisis morfométrico realizado en la mucosa intestinal (media  $\pm$  DS).

I. Proximal	TEM			SEM	
	L.M. ( $\mu\text{m}$ )	D.M. ( $\mu\text{m}$ )	A.E. ( $\mu\text{m}^2$ )	S.A.E. ( $\mu\text{m}^2 \times 10^3$ )	
CT	1,94 $\pm$ 0,33 a	0,11 $\pm$ 0,01 b	23,11 $\pm$ 2,90 a	1,17 $\pm$ 0,30 a	
COM	2,77 $\pm$ 0,43 b	0,09 $\pm$ 0,01 a	27,12 $\pm$ 4,67 bc	1,80 $\pm$ 0,44 b	
T5	2,91 $\pm$ 0,84 c	0,12 $\pm$ 0,01 c	23,95 $\pm$ 4,75 ab	1,62 $\pm$ 0,50 b	
T10	2,70 $\pm$ 0,83 b	0,11 $\pm$ 0,01 b	25,66 $\pm$ 2,48 b	1,71 $\pm$ 0,45 b	
I5	2,22 $\pm$ 0,31 a	0,10 $\pm$ 0,01 b	24,67 $\pm$ 2,29 ab	1,57 $\pm$ 0,29 b	
I10	2,10 $\pm$ 0,26 a	0,11 $\pm$ 0,01 b	28,57 $\pm$ 4,46 c	1,63 $\pm$ 0,28 b	
<b>Factores</b>					
M	ns	**	ns	**	
E	**	**	**	**	
N	ns	**	**	**	

Presencia de microalga (M) especie de microalga (E) y nivel de inclusión (N). Efectos: L.M. y D.M.: Longitud y diámetro del microvilli; A.E. y S.A.E: área y superficie de absorción por enterocito. \*\* P < 0.05.

*Agradecimientos:* Parte de la investigación ha sido financiada por los proyectos AGR5334, AGL2010-20052 y los fondos FEDER. Los piensos fueron elaborados en el servicio de piensos experimentales UAL-CEIA3.

## UTILIZACIÓN DE UN PROBIÓTICO BIOENCAPSULADO EN EL CULTIVO LARVARIO DEL LENGUADO SENEGALÉS: EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA INTESTINAL

**M. I. Sáez<sup>2\*</sup>, G. López<sup>1</sup>, A. J. Vizcaíno<sup>1</sup>, A. Barros<sup>1</sup>, T. F. Martínez<sup>2</sup>, C. Lobo<sup>3</sup>, I. García de la Banda<sup>3</sup>, M. A. Moriñigo<sup>4</sup>, F. J. Alarcón<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Lifebioencapsulation S.L. Almería.* <sup>2</sup> *Dpto. de Biología y Geología. Universidad de Almería.* <sup>3</sup> *IEO, Promontorio San Martín s/n 39080 Santander.* <sup>4</sup> *Dpto. Microbiología, Universidad de Málaga; msc880@ual.es*

El lenguado senegalés, *Solea senegalensis*, es una especie prometedora en el campo de la acuicultura, especialmente en la zona sur de Europa. Uno de los factores clave para llevar a cabo con éxito el cultivo a escala industrial es la optimización de su alimentación, especialmente durante su desarrollo larvario. En este contexto, existen numerosos estudios que han demostrado que la administración de probióticos con el alimento ejerce un efecto positivo en el crecimiento de los peces, como consecuencia de una mejora directa de la eficiencia del proceso digestivo. Los efectos beneficiosos de los probióticos durante la ontogenia del lenguado senegalés también son conocidos pero existe muy poca información sobre qué efecto ejercen en la actividad de las enzimas digestivas de las larvas durante sus primeras fases de vida. En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio es analizar qué influencia tiene un probiótico sobre las enzimas digestivas de las larvas de lenguado senegalés, cuando éste se administra bioencapsulado en las presas vivas que consumen los peces.

Para ello se establecieron tres grupos experimentales: a) larvas control sin probiótico (CCC), b) larvas alimentadas con dos pulsos de probiótico encapsulado en rotífero y *Artemia* (PPC), y c) larvas alimentadas con un solo pulso de probiótico encapsulado en *Artemia* (CPC). A distintos días (10, 16, 32, 48, 66 días) se tomaron muestras de larvas, y se cuantificaron las actividades proteasa alcalina, tripsina, quimotripsina, amilasa, aminopeptidasa y fosfatasa alcalina. También se estudió si el probiótico modulaba las actividades enzimáticas de las presas vivas, rotífero y *Artemia*.

Respecto a las presas vivas, tanto en rotíferos como en *Artemia* se encontró un patrón similar de actividades enzimáticas, caracterizado por una notable contribución de las actividades proteasa alcalina y fosfatasa alcalina. El enriquecimiento de las presas vivas con probiótico no modificó el nivel de actividad de las distintas enzimas analizadas, ni el patrón de enzimas proteolíticas en ninguna de ellas. Por su parte, las larvas de lenguado senegalés mostraron un patrón similar de actividad sin diferencias significativas entre grupos experimentales durante el periodo en el que se administró el probiótico (días 2 a 21). Sin embargo, una vez interrumpida su administración, y coincidiendo con el momento del destete (los peces se alimentan exclusivamente con pienso a los 48 días), los niveles de actividad tripsina, amilasa y fosfatasa alcalina fueron significativamente mayores en el grupo CPC. Este hecho parece indicar que la estrategia de administración de un solo pulso de probiótico bioencapsulado en *Artemia* adelanta la maduración del sistema digestivo durante el desarrollo larvario del lenguado senegalés.

*Agradecimientos:* El presente estudio ha sido financiado en parte por los proyectos de investigación AGL2011-30381-CO3 y AGL2010-20052.



## OPERATION MODES ANALYSIS OF A BIOMASS-BASED HYBRID SYSTEM FOR GREENHOUSE HEATING AND CO<sub>2</sub> ENRICHMENT

**J. A. Sánchez-Molina, J. L. Guzmán, F. Rodríguez, F. G. Ación and J. V. Reinoso**

*Department of computer science. Department of Engineering.  
Higher Polytechnic School and Experimental Science College,  
Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain); jorgesanchez@ual.es*

Greenhouses are productive systems characterized by an intensive but efficient use of primary resources. Such processes can receive important energy contributions from renewable sources, thereby helping to reduce external fossil fuel dependence, increasing the added horticultural production value, and improving sustainability. It is well known that CO<sub>2</sub> enrichment increases the photosynthesis rates in plants and thus reducing environmental contamination. However, in countries with mild climates, the use of heating and CO<sub>2</sub> is reduced due to the cost of traditional systems, along with lower heating requirements. In this work, a biomass-based boiler system with CO<sub>2</sub> recovery from flue gases is used, which is installed in a multi-span ‘Almería-type’ greenhouse located at the Experimental Station of Cajamar Foundation, in El Ejido, Almería (Spain). This kind of systems presents several operational restrictions, making it necessary to include a heat water buffer and, in this case, a backup to save the CO<sub>2</sub> in active carbon. The advantages are twofold: firstly, the cost savings from using chipper fuel as pellets for heating; secondly, from the carbon dioxide stored during combustion being supplied during daylight hours inside the greenhouse for CO<sub>2</sub> enrichment. The inclusion or exclusion of these elements during operation produces changes in the energy which feeds the main process, resulting in changes in the process dynamics. For this reason, adequate tools to analyze and predict the continuous system behavior must be available in order to maximize the benefits of applying renewable resources. In this context, hybrid modeling is selected since it fits the main operational objectives of greenhouse heating and enrichment. A hybrid system is the one with a different nature subsystems that interact with each other, which can be modeled by equations describing the continuous dynamic what are initiated by discrete transitions. In this work, the hybrid system is modeled based on first-principle equations. Then, the discrete dynamics are also included in order to develop a hybrid model of the whole biomass-based system. The resultant hybrid model is able to simulate the different configuration modes of the system, being highly useful for both simulation and control design purposes. The main contribution of this work is the development of a parameterizable non-linear dynamical hybrid model for greenhouse heating facilities and CO<sub>2</sub> enrichment.

*Acknowledgements.* This research has been funded by the ‘Controlcrop’ Project, P10-TEP-6174, project framework, supported by the Andalusian Ministry of Economy, Innovation and Science (Andalusia, Spain), and by the Spanish Ministry of Science and Innovation and EUERDF funds under grant DPI2011-27818-C02-01.

## DEVELOPMENT OF AN OPTIMIZED TRANSFORMATION METHOD FOR AN INDUSTRIALLY PROMISING MICROALGA- *Tetraselmis chuii*

**P. Úbeda-Mínguez, T. Chileh, Y. Dautor, F. García Maroto, D. López Alonso**

*Grupo de investigación "Biotecnología de Productos Naturales", Universidad de Almería, E04120 Almería (Spain), pum927@ual.es*

Currently, microalgae have been proposed for several applications such as the production of recombinant proteins and as a source for biofuels. However, this requires the development of genetic engineering tools in microalgae<sup>1</sup>. *Tetraselmis* sp. is widely used in aquaculture and has been suggested as a suitable organism for carbon fixation and biofuel production<sup>2</sup>. Different transformation methods have been used in microalgae but the *Agrobacterium*-mediated procedure offers several well recognized advantages such as high efficiency, easy implementation and frequent integration of transgene in transcriptionally active regions. Here, we report the establishment of an easy and reliable method for stable genetic transformation of *T. chuii* via *A. tumefaciens*<sup>3</sup>.

Using Statgraphics Centurion XVI software, transformation methodology was optimized in two steps. First, seven critical factors were screened following a Plackett-Burman experimental design. The factors were: acetosyringone (AS) concentration, pH, OD<sub>600</sub> of *A. tumefaciens* culture, co-culturing temperature, co-culturing period, light period during co-culture and post-harvest treatment. Temperature, pH and AS were found to be critical for the efficiency of the process. In a second step, these factors were optimized through a Box-Behnken experimental design. The optimized values suggested were: 27 °C co-culturing temperature, pH 5.0 and 150 µM AS. The transformation efficiency was  $1.50 \pm 0.93 \times 10^{-4}$ , similar to others microalgae transformed via *A. tumefaciens* and more efficient than other transformation methods.

Putative transformed colonies (phleomycin resistant, Phl<sup>R</sup>) were verified by PCR on genomic DNA for the reporter (*GUS*) and marker (*Shble*) genes. Most of Phl<sup>R</sup> colonies gave the expected amplicons. GUS activity was also shown by specific histochemical staining of transformed cells and β-glucuronidase enzymatic activity on the crude protein extracts from these cells.

These results open the way for genetic improvement of this industrially useful microalgae.

*Acknowledgements.* This work was supported by the EnerGeticAL project (IPT-2011-0842-920000) funded by the Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) of the Spanish Government.

i

## 8. Lista de los autores principales

<i>Póster</i>	<i>Autor</i>	<i>Pág.</i>	<i>Póster</i>	<i>Autor</i>	<i>Pág.</i>
1	Berlanga <i>et al</i>	15	37	Nahim <i>et al</i>	51
2	Campoy <i>et al</i>	16	38	Nieto-García <i>et al</i>	52
3	Carrasco <i>et al</i>	17	39	Plaza <i>et al</i>	53
4	Chamizo <i>et al</i>	18	40	Ponce <i>et al</i>	54
5	de la Cruz Guzmán <i>et al</i>	19	41	Raya-Barón <i>et al</i>	55
6	García <i>et al</i>	20	42	Ruiz-Baños <i>et al</i>	56
7	Guirado <i>et al</i>	21	43	Ruiz-Muelle <i>et al</i>	57
8	Hernández <i>et al</i>	22	44	Suárez Sierra <i>et al</i>	58
9	Ibaseta <i>et al</i>	23	45	Blanco-Claraco	59
10	López	24	46	Contreras <i>et al</i>	60
11	Lourenço <i>et al</i>	25	47	Fernández Martínez <i>et al</i>	61
12	Martín <i>et al</i>	26	48	Gutiérrez <i>et al.</i>	62
13	Mendoza-Fernández <i>et al</i>	27	49	Ramos López <i>et al</i>	63
14	Morales <i>et al</i>	28	50	Alcarraz Curi	64
15	Ortiz	29	51	Astudillo Pascual <i>et al</i>	65
16	Pozo de la Hoz <i>et al</i>	30	52	Beas Catena <i>et al</i>	66
17	Quintas-Soriano <i>et al</i>	31	53	Belda García <i>et al</i>	67
18	Requena-Mullor <i>et al</i>	32	54	Camacho Rodríguez <i>et al</i>	68
19	Reyes <i>et al</i>	33	55	Castañeda Cruz <i>et al</i>	69
20	Rodríguez Caballero <i>et al</i>	34	56	Estrella González <i>et al</i>	70
21	Rubio <i>et al</i>	35	57	Fernández Lozano <i>et al</i>	71
22	Ruiz-Lupián <i>et al</i>	36	58	García Alcázar <i>et al</i>	72
23	Sahouli <i>et al</i>	37	59	Gómez Serrano <i>et al</i>	73
24	Salinas <i>et al</i>	38	60	López Rosales <i>et al</i>	74
25	Sánchez <i>et al</i>	39	61	Morales Amaral <i>et al</i>	75
26	Sebihi <i>et al</i>	40	62	Navarro López <i>et al</i>	76
27	Ait Hami <i>et al</i>	41	63	Pérez Martín <i>et al</i>	77
28	Arrabal <i>et al</i>	42	64	Reinoso Moreno <i>et al</i>	78
29	Bacarizo <i>et al</i>	43	65	Rodríguez <i>et al</i>	79
30	Belmonte <i>et al</i>	44	66	Rodríguez Alonso <i>et al</i>	80
31	Cámara-Artigas	45	67	Ruiz Arcos <i>et al</i>	81
32	Cutillas <i>et al</i>	46	68	Sáez Casado <i>et al</i>	82
33	García Martínez <i>et al</i>	47	69	Sáez Casado <i>et al</i>	83
34	González-Ramírez <i>et al</i>	48	70	Sánchez Molina <i>et al</i>	84
35	Martínez Duarte <i>et al</i>	49	71	Úbeda Mínguez <i>et al</i>	85
36	Martínez-Piernas <i>et al</i>	50			