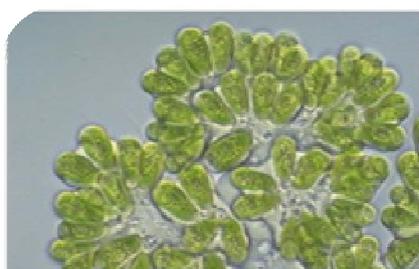
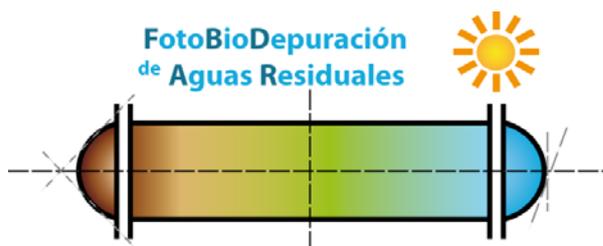


FotoBioDepuración de Aguas Residuales

TEP-181, Tecnologías del Medio Ambiente
Universidad de Cádiz



FOTOBIODEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES





Presentación

La línea de **FOTOBIODEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES** pertenece al **Grupo de Investigación de Excelencia "TEP-181, Tecnologías del Medio Ambiente (TMA)"** de la Universidad de Cádiz, primer grupo de la rama de las Ingenierías y Arquitecturas (TEP) del Plan Andaluz de Investigación.

Esta línea de investigación surge en el año 2007 aunando los esfuerzos, capacidades y conocimientos de tres investigadores del Grupo TMA al objeto de dar respuesta integrada a tres temáticas ambientales de actualidad.

1. Como consecuencia de los cada vez más frecuentes problemas de eutrofización en los sistemas hídricos naturales, son mayores las exigencias en materia de eliminación de nutrientes de las aguas residuales urbanas

- El **Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015**:
 - ▶ Se amplía el catálogo de nuevas zonas sensibles
 - ▶ Implantación de más tratamientos terciarios
- Las **tecnologías** actualmente utilizadas para eliminar nutrientes suponen:
 - ▶ Elevados costes de instalación y mantenimiento
 - ▶ Procesos muy complejos
 - ▶ Mano de obra especializado
 - ▶ Un incremento en la producción de lodos

2. El desarrollo de las fuentes renovables de energía es uno de los aspectos claves de la política energética nacional

- Contribuyen a la **reducción** de los impactos que genera sobre el medio ambiente las **emisiones de CO₂**
- **Menor dependencia** de los productos derivados del **petróleo**
- Aumenta la diversificación de las **fuentes energéticas**

3. En los últimos años el crecimiento del consumo de biocarburantes ha aumentado y aumentará considerablemente

- La **Directiva 2003/30/CE (Decreto 1700/2003)** sobre fomento del uso de biocarburantes fija como valores de referencia para el establecimiento de objetivos indicativos nacionales una proporción mínima de biocarburantes y de otros combustibles renovables del 5,75% del consumo de gasolina y gasoil para el año 2010



En Resumen, las principales fuerzas motrices de la línea de investigación en fotobiodepuración serían:

- ▶ La necesidad de reducción del contenido de **nutrientes** en las **aguas residuales urbanas**
- ▶ La reducción de **gases de efecto invernadero** de instalaciones industriales
- ▶ Las **microalgas** como materia prima alternativas a los cultivos tradicionales para la producción de **biodiesel**

También relacionada con la temática de depuración de efluentes con microalgas, recientemente se han comenzado a estudiar en esta línea de investigación, la viabilidad de **depuración de efluentes industriales con alto contenido en metales pesados** con microalgas y la posible valorización de la biomasa obtenida.

Objetivo

El objetivo principal de esta línea es por tanto,

...Estudiar las posibilidades de implantación (económicas y ambientales), dentro del sistema habitual de tratamiento de aguas residuales urbanas (e industriales), de una tecnología como son los **FOTOBIOREACTORES DE MICROALGAS**, que permita no solo un mayor grado de depuración, incluso el reciclado, de las aguas residuales sino también la fijación de importantes cantidades de CO₂ y la generación de una biomasa de alto valor como materia prima para la generación de biocombustible u otros usos...

Objetivos Específicos

- Evaluar la **tratabilidad de aguas residuales** urbanas e industriales mediante tecnología con microalgas
- **Seleccionar la especie de microalga** o mezcla de éstas más idónea para el proceso de depuración de un agua residual
- **Optimizar las principales variables de operación de los fotobiorreactores** a nivel de laboratorio mediante el estudio de la cinética de crecimiento de la biomasa, del consumo de nutrientes y de la producción de compuestos de interés, p.e. lípidos para la producción de biocarburantes
- **Evaluar la variabilidad de la productividad, el consumo energético y los costes de operación** del proceso trabajando en continuo bajo condiciones reales a escala piloto

Personal y Localización

Actualmente, esta línea de investigación la forman **tres investigadores doctores** del Grupo TMA y **tres investigadores predoctorales** en formación, y varios **colaboradores temporales o externos** al grupo.

INVESTIGADORES RESPONSABLES

José Antonio Perales Vargas-Machuca. Licenciado en Ciencias Químicas y Doctor Ingeniero Químico (UCA). Profesor del Departamento de TMA desde 1995 en la Escuela Politécnica Superior de Algeciras (UCA). **Temática: modelización cinética de procesos biológicos.**

joseantonio.perales@uca.es

M^a Carmen Garrido Pérez. Licenciada en Ciencias del Mar y Doctora Ingeniera Química (UCA). Profesora Contratada del Departamento de TMA desde 2001 en la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, UCA. **Temática: calidad ambiental y ecotoxicología con microalgas marinas.**

carmen.garrido@uca.es

Jesús Barragán Sánchez. Licenciado en Ciencias del Mar y Doctor Ingeniero Químico (UCA). Profesor Asociado del Departamento de TMA en la Facultad de Ciencias del Mar y Jefe de Servicio de la Empresa Municipal de Aguas de Chiclana de la Frontera y antiguo Jefe de la EDAR de Arcos de la Frontera. (Cádiz). **Temática: estabilización biológica de lodos de depuradora.**

jesus.barragan@uca.es

INVESTIGADORES EN FORMACIÓN

Pablo Álvarez Díaz. Licenciado en Ciencias Ambientales (UCA). Máster en Oceanografía. Universidad de Cádiz.

Zouhair Arbib. Ingeniero Técnico Industrial, Especialidad en Química Industrial (UCA). Máster en Gestión Integral del Agua, Universidad de Cádiz.

Jesús Ruiz González. Licenciado en Ciencias Ambientales (Universidad Pablo Olavide). Máster en Gestión Integral del Agua. Universidad de Cádiz.

Fátima Zahra Menna. Licenciada en Ciencias y Técnicas en Protección del Medio Ambiente. Universidad HASSAN II Facultad de Ciencias y Técnicas -Mohammadia-Marruecos. Máster en Gestión Integral del Agua. Universidad de Cádiz.



Arriba de izda. a dcha., Zouhair Arbib, Jesús Ruiz y Pablo Álvarez
Debajo de izda a dcha. Carmen Garrido, J.A. Perales y Jesús Barragán



Esta línea de investigación actualmente desarrolla su actividad en **dos sedes**:

CENTRO ANDALUZ DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA MARINAS (CACYTMAR), en el Campus Universitario de Puerto Real

TEMÁTICA: Depuración de Aguas Residuales Urbanas



Dirección: Instituto de Investigación CACYTMAR, Campus Universitario de Puerto Real, Cádiz, CP.: 11510 (Spain). Tffno.: 00 34 956 016739

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALGECIRAS, en las dependencias de la Escuela Politécnica Superior de Algeciras

TEMÁTICA: Depuración de Aguas Residuales Industriales



Dirección: Instituto Tecnológico de Algeciras, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, Av. Ramón Puyol s/n, Algeciras, Cádiz, CP.: 11202 (Spain)

Contacto:

José Antonio Perales Vargas Machuca (joseantonio.perales@uca.es)
Carmen Garrido Pérez (carmen.garrido@uca.es)

Proyectos

Aun siendo un grupo de investigación relativamente joven, actualmente contamos con la financiación de varios proyectos y contratos de investigación de convocatoria pública, de ámbito tanto internacional, nacional como regional.



Título del Proyecto: **VIABILIDAD DEL USO DE MICROALGAS PARA LA ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES EN AGUAS RESIDUALES**

Entidad Financiadora: **Agencia Española de Cooperación Internacional**

Duración: desde julio de 2007, hasta marzo de 2009

Investigador Responsable: **José Antonio Perales Vargas-Machuca**



Título del Proyecto: **PRODUCCIÓN Y VALORIZACIÓN DE BIOMASA A PARTIR DE MICROALGAS. SUBPROYECTO A3: AGUAS RESIDUALES COMO FUENTE DE NUTRIENTES**

Entidad Financiadora: **Proyecto Singular Estratégico, Subcontrato con Aurantia 2003 S.L., socio del proyecto**

Duración: desde septiembre de 2008, hasta marzo de 2010

Investigador Responsable: **José Antonio Perales Vargas-Machuca**



Título del Proyecto: **UTILIZACIÓN DE MICROALGAS CON ALTO CONTENIDO EN ACEITES PARA LA ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES DE AGUAS RESIDUALES, PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES Y BIOFIJACIÓN DE CO₂**

Entidad Financiadora: **Plan Nacional I+D+I (2008-2011). Ministerio de Ciencia e Innovación**

Duración: desde diciembre de 2008, hasta junio de 2012

Investigador Responsable: **José Antonio Perales Vargas-Machuca**



Título del Proyecto: **ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL USO DE MICROALGAS EN LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES: BIOFIJACIÓN DE CO₂ Y PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES**

Entidad Financiadora: **Proyectos de Investigación de Excelencia (Convocatoria 2008), Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (Junta de Andalucía)**

Duración: desde enero de 2009, hasta septiembre de 2012

Investigador Responsable: **Carmen Garrido Pérez**



Título del Proyecto: **ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALTO CONTENIDO EN METALES PESADOS Y COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES CON MICROALGAS DE INTERÉS ECONÓMICO. APLICACIÓN A AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE TANGER**

Entidad Financiadora: **Agencia Española de Cooperación Internacional**

Duración: desde enero de 2010, hasta enero de 2012

Investigador Responsable: **José Antonio Perales Vargas-Machuca**



Título del Proyecto: **APROVECHAMIENTO DE NUTRIENTES DE AGUAS RESIDUALES DE EDAR PARA EL CULTIVO DE MICROALGAS (SUBPROYECTO INCLUIDO EN EL CENIT VIDA: VALORACIÓN INTEGRAL DE ALGAS)**

Entidad Financiadora: **Aqualia S.A.**

Duración: desde noviembre de 2009, hasta diciembre de 2010

Investigador Responsable: **José Antonio Perales Vargas-Machuca**



Título del Proyecto: **OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DESARROLLO DEL SECADO Y ALMACENAMIENTO DE MICROALGAS A ESCALA PRE-INDUSTRIAL: DOWNSTREAM-ALGAE**

Entidad Financiadora: **Plan Nacional I+D+I (2008-2011): Subprograma INNPACTO. Convocatoria 2011. Ministerio de Ciencia e Innovación.**

Duración: 2012 a 2014

Publicaciones y trabajos destacadas

PUBLICACIONES EN REVISTAS DE IMPACTO

EFFECT OF NITROGEN AND PHOSPHORUS CONCENTRATION ON THEIR REMOVAL KINETIC IN TREATED URBAN WASTEWATER BY CHLORELLA VULGARIS

Ruiz-González, Jesús; Álvarez-Díaz, Pablo David; Arbib, Zouhayr; Garrido-Pérez, Carmen, Barragán-Sánchez, Jesús; Perales Vargas-Machuca, José Antonio

INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYTOREMEDIATION. 2011, VOL 13, NÚM. 9, P. 884-896

DOI: 10.1080/15226514.2011.573823

CHLORELLA STIGMATOPHORA FOR URBAN WASTEWATER NUTRIENT REMOVAL AND CO₂ ABATEMENT

Arbib, Zouhayr; Ruiz-González, Jesús; Álvarez-Díaz, Pablo David; Garrido-Perez, Carmen, Barragan-Sánchez, Jesús; Perales Vargas-Machuca, José Antonio

INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYTOREMEDIATION. 2011

DOI: 10.1080/15226514.2011.619237

Equipamiento

Para el desarrollo de los proyectos de investigación que actualmente se están desarrollando en esta línea de investigación se cuenta con un equipamiento completo propio en las dos sedes de investigación y equipamiento perteneciente a las instalaciones del CACYTMAR.

● CÁMARAS DE INCUBACIÓN

Se cuenta con cámaras con control de temperatura e iluminación y con posibilidades de programación de fotoperiodo:

- ▶ Una cámara pequeña de 250 litros de capacidad, para el mantenimiento de cepas y para cultivos iniciales de microalgas.
- ▶ Una cámara de 10 metros cuadrados con un pequeño laboratorio en su interior. Instalación de aire enriquecido con CO₂ y luz para ensayos con reactores. (CACYTMAR)



Cámara de inóculos



Cámara para ensayos con reactores

● CEPAS DE MICROALGAS EN MANTENIMIENTO



En las cámaras de cultivo se mantienen cultivos axénicos y monocultivos de diversas especies de microalgas de aguas continentales y marinas para la realización de ensayos con fotobiorreactores.

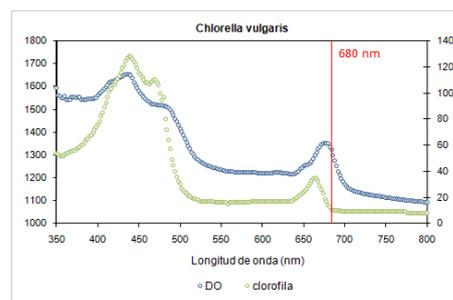
● AUTOCLAVE Y MATERIAL ESTERILIZABLE

Se cuenta con autoclaves para esterilizar el material necesario para el mantenimiento de cepas y cultivos iniciales: recipientes y matraces de vidrio para cultivos iniciales, reactores de baja capacidad (hasta 2,5 litros), pipetas, puntas, etc.



● ESPECTROFOTÓMETRO, COLORÍMETRO Y FLUORÍMETRO

Este equipamiento es básico para el seguimiento de la biomasa y para la determinación del balance y contenido en nutrientes mediante métodos colorimétricos. Otras medidas: clorofila, lípidos mediante fluorometría.



AUTOANALIZADOR DE NUTRIENTES

Equipo perteneciente al CACYTMAR para análisis en paralelo de NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SiO_2 para el análisis del balance de nutrientes en los cultivos.



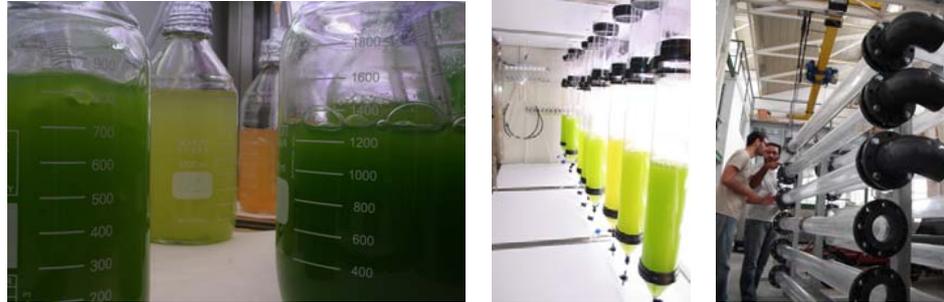
ANALIZADOR ELEMENTAL CHNS-932 LECO

Equipo perteneciente a los Servicios Centrales de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Cádiz. Determinación de C,H,N,S Precisión: C 1 sigma 0.001; H 1 sigma 0.01; N 1 sigma 0.02; S 1 sigma 0.02. Rango (sobre 2 mg): C de 0.001 a 100% H de 0.1 a 100% N de 0.01 a 100% S de 0.01 a 100%



OTROS EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

- EQUIPO JAR-TEST** para ensayos de floculación-coagulación
- EQUIPO SOXHLET** de 4 puestos para extracción de hidrocarburos y lípidos
- ULTRA-TURRAX**
- MICROSCOPIO** para control de cultivo y recuento de células (biomasa)
- ESTUFA** a 110°C y **HORNO MUFLA** a 550°C para análisis de sólidos (biomasa)
- BAÑO ULTRASONIDO**
- MATERIAL GENERAL DE LABORATORIO:** equipo Milli-Q®, balanza analítica de precisión, reactivos, material de vidrio, micropipetas de precisión, etc.
- REACTORES DE DIVERSA CAPACIDAD, DISEÑO Y MATERIAL** para el crecimiento de microalgas (1, 5 a 300 litros)



Imágenes de reactores para ensayos de fotobiodepuración



Plantas piloto instaladas en la EDAR de Arcos de la Frontera, Cádiz



Plantas piloto instaladas en la EDAR de Arcos de la Frontera, Cádiz

Dossier actualizado a Julio de 2012