

# Bioprocesos de microalgas y cianobacterias para la producción de biofertilizantes con capacidad de fijación de nitrógeno en cultivos de arroz

(PINV01-689)

**Institución Proponente:** Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - FACEN - UNA

**Sitio web:** www.facen.una.py

## Objetivo General del Proyecto

Evaluar el efecto potencial de microalgas y cianobacterias como biofertilizantes con capacidad de fijación de nitrógeno molecular atmosférico en cultivos de arroz con miras a la reducción del uso de fertilizantes sintéticos industriales.

## Resultados Esperados

1. Banco de cepas de microalgas y cianobacterias aisladas de agroecosistemas de arrozales de la región Oriental del Paraguay.
2. Resultados de productividad de los diferentes sistemas de cultivos y eficiencia de recuperación de la biomasa.
3. Valores del nivel de expresión de los genes involucrados en el metabolismo del nitrógeno mediante un RT-qPCR.
4. Valores del rendimiento de cultivos de arroz a escala laboratorio y de campo tras el empleo de los biofertilizantes en el sistema suelo/agua
5. Participación en Congresos y Publicación de los resultados revistas indexadas del área.
6. Gestiones Administrativas vinculadas al proyecto

Monto Financiado por Conacyt (G)	Monto Contrapartida (G)	Monto Total (G)	Monto Transferido (G)	Rendicion Presenta (Monto Conacyt) (G)
500.000.000	0	500.000.000	400.000.000	372.474.014

**Estado del Proyecto:** En ejecución

**Modalidad :** Proyectos de Investigación Aplicada

**Tipo de Organización:** Pública

## Objetivos Socioeconómicos

**Nabs:** 8.1|8.1. FOMENTO DE LA AGRICULTURA, SILVICULTURA, INDUSTRIA PESQUERA E INDUSTRIA ALIMENTARIA|Fomento de la agricultura, silvicultura, industria pesquera e industria alimentaria

**UNESCO:** 2414|2414. MICROBIOLOGIA |Microbiología

**OCDE:** 2.9. Biotecnología Industrial

**ISIC:**

## Contratos/ Adendas

#	Descripción	Firma	Inicio	Fin ejecución	Fin vigencia
1	Contrato Público N° 2024-C1-PINV 01-689	06/02/2024	06/02/2024	06/02/2027	07/05/2027

## Miembros de equipo

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
1	Fernando Jose Mendez Gaona	Director del proyecto	Licenciado en Física por la FACEN-UNA, Dr. en Meteorología por la Universidad de San Pablo-Brasil. Profesor escalafonado y Director de Investigación de la FACEN.
2	Guido Andrés Troche Arias	Investigadores en formación	Licenciado en Ciencias Mención Biología. Cursó el Programa de Capacitación en Evaluación de Impacto Ambiental y Servicios Ambientales; Especialización en Didáctica Universitaria. Actualmente cursa la Maestría - Maestría en Cambio Climático. Se desempeña como Encargado de Laboratorio del Departamento de Biología.
3	Lorenzo López Rosales	Investigadores Asociados	Ingeniero Químico, Máster

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
		(nacionales o extranjeros)	en Biotecnología Industrial y Agroalimentaria, Máster en Ingeniería Química y en Ingeniería de Bioprocesos.37 artículos JCR (27 en revistas Q1)
4	Asterio Sánchez Mirón	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	<p>Doctor en Ingeniería Química (2001) por la Universidad de Almería (UAL). Becario FPU de 1998 a 2001. Profesor Titular en el Dpto. de Ingeniería Química de la UAL de 2001 a 2005. Doctora Profesora Titular de 2005 a 2010. Profesor Titular desde 2010. Mi actividad investigadora se ha centrado en la Ingeniería Bioquímica y Desarrollo de Bioprocesos, con interesantes contribuciones científicas y tecnológicas en las siguientes áreas: (i) microalgas marinas para la producción y purificación de lípidos de interés (p.e. ácidos grasos poliinsaturados) o producción de biodiesel; (ii) cultivo in vitro de esponjas marinas para la producción de moléculas con actividad citotóxica; (iii) dinoflagelados marinos para la producción de toxinas y bioactivos de interés comercial; (iv) hibridomas para la producción de anticuerpos</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>monoclonales; (v) producción de baculovirus a partir de células de insectos, para uso como bioinsecticidas.</p> <p>Actualmente soy el Director del Grupo de Investigación BIO173 "Biotecnología de microalgas marinas". El grupo de investigación ha obtenido importantes avances en bioprocesos basados en dinoflagelados marinos a través de un intenso trabajo en la cuantificación de los sensibilidad a la turbulencia desarrollada en fotobiorreactores (PBR), mitigación de los daños celulares causados por ella, estudios de hidrodinámica de PBR basados en CFD, diseños de fotobiorreactores personalizados para especies sensibles al corte, formulaciones de medios de cultivo basadas en algoritmos genéticos y evaluación y mitigación de bioincrustaciones en PBR.</p> <p>He sido coautor de 76 trabajos de investigación publicados en revistas incluidas en el catálogo Journal Citation Reports (JCR) del Science Citation Index (50 en el primer cuartil), 2 capítulos de libro en editoriales de</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>reconocido prestigio internacional y 3 patentes de invención. He participado en más de 80 comunicaciones a congresos nacionales e internacionales de especial relevancia, con antigüedad y periodicidad.</p> <p>Varias de estas contribuciones han sido ponencias o ponencias invitadas en las que he sido coautor y en cuatro de ellas en congresos internacionales he realizado la presentación oral. El índice h actual es 28. He dirigido 4 Tesis Doctorales. He participado en 20 proyectos de financiación pública competitiva, 4 de financiación pública regional (3 como IP), 10 de financiación Nacional (1 como IP), en 3 proyectos de financiación europea, 2 chilenos y en 3 proyectos de financiación privada. Todos ellos tienen interés industrial</p>
5	Sandra Alvarez Trinidad	Investigadores en formación	Magister en Biotecnología Industrial Licenciada en Biotecnología
6	Elvira Navarro López	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	Ingeniera Química por la Universidad de Almería. Una vez finalizados mis estudios me diplomé en Ingeniería Técnica Industrial (especialidad en Química Industrial) por la

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Universidad de Jaén. A continuación me concedieron una beca FPI MINECO 2011 y fui compaginando mi trabajo en los laboratorios del área de Ingeniería Química de la UAL con la realización de diversos estudios de posgrado como el Máster propio en energía solar (2010), Máster en Biotecnología Industrial y Agroalimentaria (2011), Máster en Prevención de Riesgos Laborales (2013) y Máster interuniversitario en Ingeniería Química (2015), así como con la impartición de docencia en el departamento de Ingeniería de dicha Universidad. Durante los cuatro años de beca se han publicado 7 artículos científicos de los que soy coautora, además de numerosas comunicaciones a congresos y asistencia a jornadas de divulgación científica. Cuatro de los citados artículos publicados componen mi Tesis Doctoral titulada " Producción de biodiesel a partir de lípidos de la microalga <i>Nannochloropsis gaditana</i> mediante reacciones de transesterificación</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>enzimática" defendida el 13 de Mayo de 2016 y por la que obtuve mi título de Doctora en Biotecnología y Bioprocesos Industriales con calificación sobresaliente cum laude.</p> <p>Desde entonces he disfrutado de un contrato postdoctoral asociado al proyecto Europeo SABANA dentro del programa H2020 durante el que se han publicado hasta el momento 10 artículos de investigación, muchos de ellos en colaboración con prestigiosos investigadores extranjeros (J. Appl. Phycol. 31,2019; Algal. Research. 43, 2019; Molecules, 45, 2020; J. Appl. Phycol. 32,2020; Algal. Research. 53, 2021; Biotech. Biofuels, 2021; J.Appl.Phycol. 2021).</p> <p>Actualmente trabajo en el proyecto "Tecnología enzimática aplicado a la producción de nuevos concentrados de lípidos polares de microalgas enriquecidos en EPA y DHA" concedido por el Ministerio de Economía y Competitividad. De forma complementaria, soy profesora ayudante doctor en el departamento de Ingeniería Química y trabajo activamente en proyectos de Innovación</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Docente a partir de los cuales se han realizado tres publicaciones (Educ.Chem.Eng., 29,2019; Comp Appl Eng Educ, 2020; Educ. Che. Eng., 2021) además de numerosas aportaciones a congresos de Innovación docente, tanto Nacionales como Internacionales..</p>
7	María del Carmen Cerón García	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	<p>María del Carmen Cerón García logra ser Catedrática de Ingeniería Química en julio de 2021. En este tiempo ha dirigido 2 tesis doctorales, y está pendiente de defender 4 tesis más. Está contribuyendo a la formación de tres estudiantes mujeres de doctorado. En este tiempo ha publicado 74 artículos, con un total de 3937 citas. Estando el 100% entre el Q1 (&gt;80%) y Q2, siendo el índice h del investigador de 29 (Scopus). Su principal línea de investigación se centra en diversos aspectos de los campos de la ingeniería de bioprocesos, el modelado y la operación, y el procesamiento posterior. Su trabajo ha estado relacionado principalmente con la aplicación de la ingeniería de bioprocesos para el cultivo de microalgas</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>marinas. Lleva más de 15 años investigando la identificación, extracción y producción de carotenoides a partir de microalgas. En los últimos cinco años se ha centrado principalmente en la recuperación de biomasa microalgal, especialmente en la obtención de compuestos de alto valor añadido, mediante el desarrollo de procesos de obtención de fracciones de aceite de microalgas (ácidos grasos poliinsaturados) y carotenoides, y la aplicación en cosmética, farmacia y acuicultura. Además, lleva más de 10 años participando en temas relacionados con el estudio del Biofouling para la construcción de fotobiorreactores productores eficientes de biomasa de microalgas, como investigadora en un primer proyecto, y en un segundo proyecto como investigadora principal. Ha participado en total en 20 proyectos de investigación (un proyecto europeo, en 13 proyectos del plan nacional y 6 autonómicos), ha sido IP en uno del plan nacional y en 3 autonómico. Ha contribuido a la formación</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>organizando e impartiendo cursos específicos de microalgas en el ámbito internacional y nacional e incluso en modalidad MOOC. Por otro lado, ha organizado diferentes congresos de investigación en concreto 13, tanto nacional como internacional. Ha sido Vicedecana de Investigación e Innovación Tecnológica, licenciada en Ingeniería Química por la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería durante cuatro años y Coordinadora del Máster Universitario en Ingeniería Química de la UAL de la Universidad de Almería durante casi 10 años.</p>
8	Juan José Gallardo Rodríguez	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	<p>1. Doctorado Programa de Doctorado: Ingeniería de Bioprocesos y Biotecnología Industrial  Entidad de titulación: UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (INGENIERÍA QUÍMICA)  Fecha de titulación: 2009  Título de la tesis: INGENIERÍA DE BIOPROCESOS EN EL CULTIVO DE DINOFLAGELADOS  Director/a de tesis: Sánchez Mirón, Asterio; García Camacho,  Francisco Premios: Premio Extraordinario de</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Doctorado 2009/2010 otorgado por la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Almería. 2. Licenciatura Ingeniero Químico (1997-2003) Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada (España) 3. Acreditaciones recibidas Acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios (ANECA): Cuerpo Docente: Profesor Titular de Universidad Rama de Conocimiento: Ingeniería y Arquitectura Fecha: 18/11/2021 Acreditación nacional para contratación (ANECA): Puesto: Profesor Contratado Doctor Rama de Conocimiento: Ingeniería y Arquitectura Fecha: 11/03/2015</p>
9	FRANCISCO GARCIA CAMACHO	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	<p>PhD en Química por la Universidad de Granada. Sexenios de investigación: 5. Última concesión: 06/06/2018. Número de tesis doctorales dirigidas: 13. Citas totales: 5.928 (Web of Science), 6773 (Scopus), 11196 (Google Scholar). Publicaciones totales en: Q1 = 82; Q2 = 37; Q3 = 25; Q4 = 5. % publicaciones en Q1 durante los últimos 5 años: 76 %; 46% dentro del primer decil. Índice h:</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>43 (Web of Science). 45 (Scopus), 55 (Google Scholar). Índice i10: 114 (Google Scholar). Doctor en Ciencias Químicas (1991) (Universidad de Granada). Beca PFPI de la Junta de Andalucía de 1988 a 1989 (Campus Universitario de Almería, UGR). Profesor Asociado (tenure track) en el Dpto. de Ingeniería Química de la UGR hasta 1993 (Campus Universitario de Almería) y de la Universidad de Almería (UAL) hasta 1995. Profesor Asociado (titular) de la UAL desde 1995 hasta 2010. Profesor Titular en Ingeniería Química desde 2010. Mi actividad investigadora se ha centrado en Ingeniería Bioquímica y Desarrollo de Bioprocesos, con interesantes contribuciones científicas y tecnológicas en las siguientes áreas: (i) microalgas marinas para la producción y purificación de lípidos de interés (por ejemplo, ácidos grasos poliinsaturados) o producción de biodiesel; (ii) cultivo in vitro de esponjas marinas para la producción de moléculas con actividad citotóxica;</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>(iii) dinoflagelados marinos para la producción de toxinas y bioactivos de interés comercial; (iv) hibridomas para la producción de anticuerpos monoclonales; (v) producción de baculovirus a partir de células de insectos, para uso como bioinsecticidas; (v) Producción de compuestos a base de microalgas con aplicación en medicina (antitumorales) y agricultura (antifúngicos). Es coautor de más de 149 trabajos de investigación publicados en revistas listadas en el JCR del Science Citation Index, 7 capítulos de libro en editoriales de reconocido prestigio internacional y 5 patentes de invención. El índice h actual es 43. Dirigió 13 Tesis Doctorales y lideró 9 proyectos competitivos de financiación pública nacional (9) y autonómicos (1). Ha participado en 7 proyectos competitivos a nivel regional y nacional, 3 europeos, 2 chilenos y colaborado en 7 contratos con empresas nacionales y extranjeras. En los últimos años, el equipo de</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>investigación que lidera ha logrado importantes avances en bioprocesos basados en dinoflagelados marinos a través de un intenso trabajo en la cuantificación de la sensibilidad a la turbulencia desarrollada en fotobiorreactores (PBRs), mitigación de los daños celulares causados por ella, CFD- estudios hidrodinámicos basados en PBR, diseños de fotobiorreactores personalizados para especies sensibles al corte, formulaciones de medios de cultivo basadas en algoritmos genéticos y evaluación y mitigación de bioincrustaciones en PBR.</p> <p>En relación con su capacidad de formación investigadora, desde 1993 ha sido coordinador de varios programas de doctorado de la Universidad de Almería estrechamente relacionados con su actividad científica: (i) "Ingeniería Bioquímica" (desde 1993/94 hasta 2000/01); (ii) "Ingeniería de Bioprocesos: medicamentos, medio ambiente y alimentos" (del 2001/02 al 2003/05); (iii) "Ingeniería de Bioprocesos y</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Biología Industrial" (desde 2005/06 hasta 2010). Fue co-impulsor de la creación del Programa de Doctorado "Biología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medio Ambiente" de la UAL (mención de excelencia Ref. MEE2011-0197), siendo miembro de la Comisión Académica del mismo desde 2011 hasta la fecha. También coordinó el Máster Oficial titulado "Biología Industrial y Agroalimentaria" de la UAL, desde su implantación en 2010 hasta 2015</p>
10	Tomás Rodrigo López Arias	Investigadores Principales (nacionales o extranjeros)	<p>Tomás Rodrigo López Arias posee el grado de Licenciado en Ciencias Mención Biología por la Universidad Nacional de Asunción y un Máster en Gestión y Auditorías Ambientales por la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma de Asunción. Ha realizado varios cursos y estancias en el área de Biología en Brasil, Argentina, Venezuela,</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Colombia, Perú y España. Es Director del Departamento de Biotecnología de la FACEN-UNA desde el año 2015, donde desarrolla sus actividades como docente y tutor de grado y posgrado de universidades nacionales e internacionales. Es investigador Nivel II por el PRONII y desarrolla sus proyectos en las áreas de Biotecnología Industrial y Ambiental. Ha dirigido numerosos proyectos de I+D, como Tutor de iniciación científica y de Fortalecimiento del Equipamiento Tecnológico del CONACYT.</p>
11	Emilio Molina Grima	Investigadores Asociados (nacionales o extranjeros)	<p>Dr. en Química. Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Almería desde marzo de 1993. Sus áreas de especialización son los campos de la Ingeniería de Bioprocesos, el diseño, modelado y operación de reactores Químicos y Bioquímicos y la absorción de gases con reacción química simultánea. La biotecnología de microalgas siempre ha sido mi principal línea de trabajo, especialmente el diseño de fotobiorreactores (PBRs) y el escalado de procesos.</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Nuestro primer PBR piloto de 200 L se construyó en 1992. A la fecha he participado en el diseño y operación de varias plantas industriales con PBR superiores a 100 m3. Durante este camino hemos desarrollado diversas patentes. La investigación actual abarca varios bioprocesos en diferentes etapas de desarrollo: (i) explotación industrial de biotecnología de algas para productos químicos finos (ácidos grasos poliinsaturados, bioactivos de dinoflagelados marinos, carotenoides, ficobiliproteínas), ingredientes de alimentos y piensos de microalgas (ii) sistema integrado para la reducción biológica de gases de combustión, (iii) tecnologías fisicoquímicas y enzimáticas para la recuperación y procesamiento de aceite de algas, (iv) ingeniería PBR y desarrollo de superficies antibioincrustantes, (v) estrategia de producción basada en biorrefinería para una variedad de productos básicos. Coordinador de proyecto europeo de un proyecto de la UE. en la producción</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>y procesamiento de lípidos a partir de microalgas, Investigador Principal de 24 proyectos de investigación a nivel Regional, Nacional y Europeo, y desarrolló 14 contratos de innovación con empresas locales y extranjeras. Profesor invitado de la Universidad Ben-Gurion del Negev, Israel (Beer Sheva, 1-30/11/1994), y de la Universidad de Waterloo, Canadá (abril-junio de 1995). Director del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (1994-2005). Director del Grupo de Biotecnología de Microalgas Marinas de la UAL (1992-). Galardonado (i) con el Premio de Investigación Científica y Tecnológica de Almería (2004) por la Excma. Diputación Provincial de Almería; (ii) otorgado por la Contribución a la Transferencia de la Investigación a las Industrias Biotecnológicas y a las Empresas de reciente creación (2012) de la Real Sociedad Española de Química (iii) su grupo de Investigación ha sido premiado por la Fundación Mediterránea-Consejo Social de la</p>

#	Nombres	Rol	Resumen de Formacion
			<p>Universidad de Almería ( años 2007 y 2016).            Miembro de la junta del "documento blanco" sobre desafíos de investigación en la fabricación de energía a partir de algas.            Fundación Nacional de Ciencias (NSF). Arlington, Virginia (2009). Miembro de la Federación Española de la Industria Química (1973-). Consejero del Instituto Andaluz de Biotecnología (1997-); miembro del Panel de Ciencias de la Vida en los Planes de Investigación de Andalucía (1995-2005); Comité Ejecutivo de la Sociedad Internacional de Ficología Aplicada ISAP (1995-2005, y 2011-20017), Miembro del Comité Ejecutivo de la Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT) (2017-)</p>
12	Andrea Fiorrella Martinetti Gaston	Investigadores en formación	Licenciada en Biotecnología