

## **Biotecnología azul y acuicultura vegetal marina en Gran Canaria: potencial tecnológico e industrial para el desarrollo socioeconómico del territorio desde la protección del medio ambiente.**

**Tonia Principe<sup>1,\*</sup>, Begoña Bustamante<sup>1</sup>, Flavio Guidi<sup>1</sup>, Marianna Venuleo<sup>1</sup>, Eduardo Portillo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnología, Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), Pozo Izquierdo, Gran Canaria, España

### **Las Islas Canarias: lugar idóneo para la acuicultura vegetal marina**

El Archipiélago canario no es solo un destino elegido por millones de turistas por su clima agradable y por sus paisajes naturales inigualables, sino que también se presenta como un entorno propicio para el desarrollo de la bioeconomía azul basada en la acuicultura vegetal marina, con enorme potencial y medioambientalmente sostenible. La alta radiación solar, la temperatura estable y las diferentes tipologías y calidad de sus aguas son factores que favorecen el cultivo de micro y macroalgas en este paraíso atlántico [1,2].

La geografía de Canarias ofrece una amplia disponibilidad de suelos donde el cultivo extensivo de algas –dirigido a la producción de biomasa y productos derivados de alto valor añadido– representa una prometedora y estratégica actividad complementaria a la agricultura tradicional, con potenciales beneficios sobre la economía local. Además de lo anterior, la ubicación de las Islas, por su situación geográfica estratégica y ruta comercial tricontinental, junto con la presencia en el Archipiélago de centros tecnológicos especializados en acuicultura vegetal marina, favorecen el desarrollo de este sector.

### **Acuicultura vegetal marina en Canarias: estado actual y avances recientes**

Un marco regulatorio complejo respecto a la compatibilidad de los terrenos para la actividad acuícola vegetal y a la especificación de los organismos marinos que se pueden cultivar en ellos, representa hoy en día uno de los cuellos de botella que ralentiza el desarrollo de la bioeconomía azul en el Archipiélago canario. A esto se suman los tiempos de tramitación de los expedientes necesarios para la autorización del suministro de aguas para los cultivos y la gestión de los vertidos procedentes de la actividad acuícola.

Un análisis DAFO del 2015 realizado en el marco del proyecto Algabiomac<sup>a</sup> [3], centrado en el estudio de la producción y procesado de microalgas con fines biotecnológicos en la Macaronesia, destaca que la mayor debilidad intrínseca en el desarrollo del sector en la región reside en la complejidad administrativa para la regulación y catalogación de los productos. Además, el estudio llevado a cabo con la colaboración de 22 entidades, incluidas empresas y centros de investigación, reveló que el sobrecoste debido al transporte de mercancías, los gastos de aduana y la disponibilidad de terrenos compatibles con la actividad acuícola vegetal son otras cuestiones que afectan a la explotación de esta actividad en la región macaronésica [3].

El desarrollo de esta industria, vinculada directa o indirectamente a la biotecnología y a la acuicultura vegetal, tiene el potencial de impulsar ulteriormente la producción de microalgas en la Macaronesia, reduciendo enormemente la dependencia del exterior y los costes asociados a la importación de recursos. Todo esto se fundamenta en una estrategia de economía circular, con la posibilidad de realizar *in-situ* desde el post-procesado de la biomasa hasta la elaboración de productos.

En Gran Canaria, la publicación del nuevo Plan Insular de Ordenación (PIOGC), que planifica y reglamenta los destinos de uso del suelo, está pendiente desde hace varios años. Esta circunstancia, que ha ralentizado hasta ahora la presentación de proyectos de implantación de nuevas empresas en la isla, parece estar próxima a su resolución.

Por otro lado, se ha dado un paso adelante hacia la definición de los organismos que pueden ser cultivados en territorio canario, gracias a la publicación en 2018 del Plan Regional de Ordenación de la Acuicultura en Canarias (PROAC) [4]. A partir a la tramitación de solicitudes de inclusión por parte de los miembros de la plataforma BIOASIS y, tras sucesivas actualizaciones del listado de especies de interés para la acuicultura [5,6], se ha ampliado el rango de especies de microalgas de interés comercial autorizadas para el cultivo en Canarias; si bien, a día de hoy, existen varias especies nativas todavía pendientes de ser incluidas en el PROAC.

### La plataforma BIOASIS Gran Canaria

La plataforma 'BIOASIS Gran Canaria' <https://bioasisgrancanaria.com/en/bioasis-gran-canaria/> (Fig. 1), integrada por la Sociedad de Promoción Económica de Gran Canaria (SPEGC), el Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (ITC; ente instrumental del Gobierno de Canarias), el Banco Español de Algas (BEA), la Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (FPCT-ULPGC) y el Instituto Universitario de Investigación en Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos (IU-ECOQUA) de la ULPGC, pretende identificar e impulsar proyectos de excelencia y ofertar distintos servicios tecnológicos a las empresas emergentes y a aquellas que quieran diversificar y desarrollar nuevas líneas de investigación en biotecnología azul y acuicultura terrestre en Gran Canaria.

Dicha plataforma ofrece una cartera completa de servicios a las empresas del sector, prestando asistencia técnica, asesoramiento y acceso a servicios, equipamiento, tecnología y formación con un menor coste de tiempo e inversión. De esta manera, se pretende resolver las principales cuestiones que obstaculizan la implantación de empresas de biotecnología y acuicultura en Gran Canaria, minimizando los costes de instalación.



**Figura 1.** La Plataforma de Biotecnología Azul y Acuicultura, denominada BIOASIS Gran Canaria, nace como iniciativa conjunta de instituciones públicas insulares y regionales, con el objetivo de promover el sector de la biotecnología azul y la acuicultura en la isla.

### El Área de Desarrollo Tecnológico Industrial de Pozo Izquierdo

Las localidades grancanarias de Pozo Izquierdo y Arinaga, por sus condiciones climatológicas, disponibilidad de aguas de insumo y suelos compatibles con actividades de acuicultura vegetal marina, se convierten en sitios atractivos para aquellas empresas en búsqueda de ubicaciones para implantarse o desarrollar sus proyectos experimentales y novedosos en este sector.

El área en la que se ubican las instalaciones del ITC en Pozo Izquierdo (**Fig. 2-3**) se ha establecido como un polo de desarrollo tecnológico-industrial de biotecnología azul dentro de la plataforma BIOASIS. El refuerzo y la consolidación de esta zona como un espacio singular de experimentación para prestación de servicios en desarrollo tecnológico-industrial a empresas en las áreas de biotecnología azul y acuicultura, subsector en auge en el ámbito del crecimiento azul, se centrará principalmente en la biotecnología de algas. Esto ha sido posible gracias a las subvenciones recibidas en los últimos tres años para inversiones, de importe cercano a los 10 millones de euros (más de 4,1 M€ por el Cabildo de Gran Canaria a través de la SPEGC<sup>b,c</sup> y casi 6 M€ por el Gobierno de Canarias a través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, ACIISI<sup>d</sup>).



**Figura 2.** Vista aérea de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) en Pozo Izquierdo (Santa Lucía de Tirajana, Gran Canaria, España).

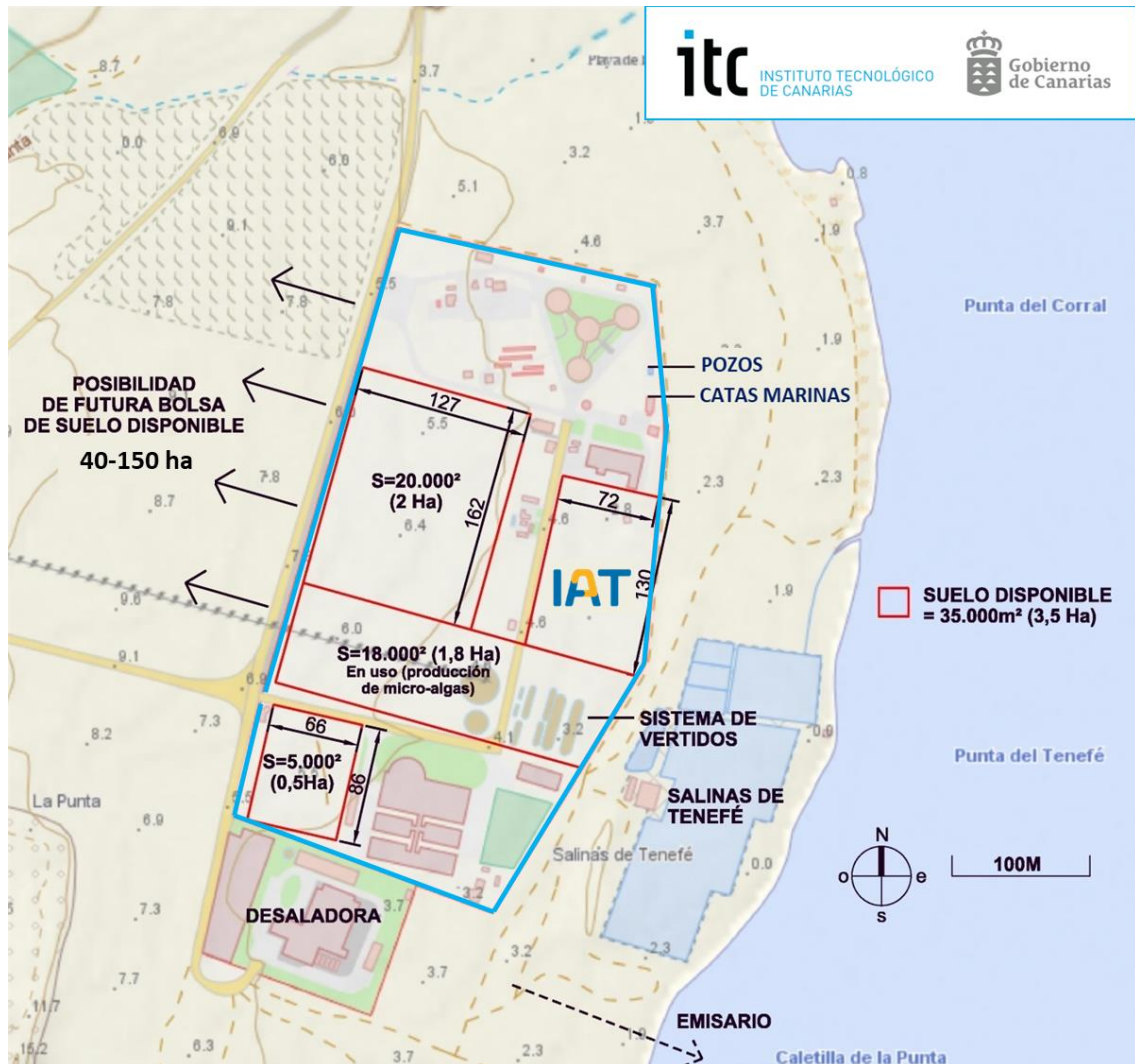
El Área de Desarrollo Tecnológico-Industrial de Pozo Izquierdo se desarrollará en tres distintas fases de escalado y ampliación, con una superficie total estimada de más de 75 hectáreas. En la actualidad, se está desarrollando la fase 1 que cubre 6 ha, mientras que la fase 2 supondrá una ampliación de otras 15 ha.

Las actuaciones se han contemplado con un claro enfoque de economía circular requeridas para optimizar, de manera mancomunada, las capacidades de infraestructuras y equipamientos. Todo esto con el objetivo de prestar y garantizar un mejor soporte y apoyo logístico, científico y tecnológico a las empresas del sector, y apoyar a la generación y testeo de nuevos desarrollos tecnológicos en sistemas de producción y procesado en el sector de la biotecnología azul.

### **La Incubadora de Alta Tecnología en Biotecnología Azul y Acuicultura (IAT)**

Dentro de la iniciativa BIOASIS, con el objetivo de fomentar una infraestructura singular de apoyo a proyectos empresariales, en fases iniciales, que pretenden implantarse en Gran Canaria, nace la Incubadora de Alta Tecnología en Biotecnología Azul y Acuicultura (IAT) <https://bioasisgrancanaria.com/incubadora/>. El proyecto está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través de la SPEGC, como entidad beneficiaria de la Fundación INCYDE<sup>c</sup>.

El proyecto de incubación se desarrolla en varios espacios localizados en la isla de Gran Canaria y se ha identificado en las instalaciones del ITC de Pozo Izquierdo un espacio destinado a la incubación física de proyectos de I+D, con una parcela de 7.000 m<sup>2</sup> (Fig. 3).



**Figura 3.** Planta actual de la parcela dedicada a Biotecnología (bordeada en azul) en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias en Pozo Izquierdo (Santa Lucía de Tirajana, Gran Canaria, España). En su interior aparece indicada la ubicación de la parcela destinada a la incubación física de proyectos de I+D vinculados a la Incubadora de Alta Tecnología en Biotecnología Azul y Acuicultura (IAT).

La IAT se encuentra en fase de desarrollo y acondicionamiento de las instalaciones y, a su finalización, prevista para finales del 2023, contará con laboratorios especializados, salas y equipamiento de procesado y post-procesado, área de producción experimental y espacios de coworking. Los usuarios tendrán acceso al equipamiento de producción, procesado, post-procesado y a los servicios de apoyo científico-técnico del Departamento de Biotecnología del ITC <https://www.itccanarias.org/web/es/areas/biotecnologia> y de los demás miembros de la plataforma BIOASIS.

La IAT representa también una ocasión única de interacción entre diferentes iniciativas empresariales para que, en su fase experimental, puedan crear sinergias fomentando el desarrollo del sector con un enfoque circular. Esto podrá ocurrir a través del uso de subproductos de una actividad acuícola para que se conviertan en un recurso para otros cultivos (p.ej. aprovechamiento del vertido de acuicultura animal para cultivos vegetales) o mediante la

interacción entre actividades productivas y empresas que ofrecen servicios transversales; por ejemplo, cultivos acuícolas que se benefician de la asociación con tecnologías TIC, las cuales a su vez encuentran en la IAT un entorno operativo de testeo.

Además, la IAT se complementará con otras actividades dentro de la iniciativa BIOASIS, a través de la interacción con centros de I+D existentes en la Isla, el acceso a instrumentos de financiación y programas de formación especializada, la contratación de personal investigador y la creación de un área experimental. Será una figura clave para impulsar las iniciativas emprendedoras y micropymes del sector para que, una vez consolidadas, tengan la capacidad de acceder a otras ventajas que ofrece la plataforma BIOASIS.

### **Cultivos a escala piloto semi-industrial de microalgas nativas en el área de Pozo Izquierdo: Casos de estudio**

En el área de desarrollo científico e industrial de Pozo Izquierdo, el Departamento de Biotecnología del ITC, cogestor de la IAT, cuenta con infraestructuras y equipamiento de nueva generación (**Fig. 4-5**). Las instalaciones disponen de diferentes tipologías de aguas de insumo y sistemas de tratamiento específicos para la gestión, tanto de las aguas de insumo como de los vertidos líquidos procedentes de la actividad acuícola. Además, la localidad de Pozo Izquierdo, con más de diez horas de luz diarias, temperaturas constantes (18-25 °C) y precipitaciones limitadas (<100 mm/año), representa un lugar estratégico en Europa para el cultivo de algas.



**Figura 4.** Imágenes de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias en Pozo Izquierdo (Santa Lucía de Tirajana, Gran Canaria, España). De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Cámara de cultivo para el mantenimiento y el escalado 'indoor' de las microalgas; fotobiorreactor de cultivo del tipo raceway de 300 m<sup>2</sup> de superficie al exterior; raceways de 80 m<sup>2</sup> bajo invernadero de 1500 m<sup>2</sup>; nave de procesamiento y post-procesado de la biomasa, con cubierta fotovoltaica conectada a batería como parte del sistema de integración de la microrred eléctrica inteligente.

Según un reciente estudio llevado a cabo por el Departamento y publicado en la revista *Processes*, el cultivo en semicontinuo a largo plazo de la cepa nativa *Arthrospira platensis*, conocida como Spirulina (BEA 1257B), resulta técnicamente viable para la producción de biomasa de uso alimentario [7]. El estudio financiado por el proyecto REBECA<sup>e</sup> y realizado a escala piloto en un entorno operacional, empleando sistemas de cultivo abiertos (raceway) de 8 m<sup>3</sup> bajo invernadero (**Fig. 6**), ha destacado no solo por conseguir elevadas productividades a lo largo de todo el ensayo, con una media anual de 22 ton/ha en biomasa seca, sino también por obtener una biomasa de alta calidad. La composición de dicha biomasa, caracterizada por un 60% de proteína, más del 7% de C-ficocianina, bajo contenido en metales pesados y la ausencia de patógenos, se mantuvo estable a lo largo del proceso del estudio en el que se utilizó la recirculación del medio de cultivo procedente del proceso de cosecha. Con el objetivo de desarrollar procesos que valoricen los recursos disponibles en la isla, y contribuir a la sostenibilidad económica y medioambiental, tanto el cultivo de *A. platensis* (BEA 1257B) como el de la cepa nativa *Chlorella vulgaris* (BEA 0441B) se encuentran en proceso de optimización por parte de los investigadores. Más en detalle, se están llevando a cabo estrategias de aclimatación de estas cepas dulceacuícolas al agua de mar y a la reducción de nitrógeno en el medio de cultivo, en el marco del proyecto REBECA-CCT<sup>f</sup> (consolidación del proyecto REBECA) [8].



**Figura 5.** Imágenes del equipamiento en la sede del Instituto Tecnológico de Canarias en Pozo Izquierdo (Santa Lucía de Tirajana, Gran Canaria, España). De izquierda a derecha: sistema de microfiltración contenerizado para aguas de insumo; centrifugas para la separación sólido-líquido de la biomasa de microalgas desde el medio de cultivo; atomizador giratorio para el secado en forma de polvo de la biomasa húmeda.

Paralelamente, gracias a los recursos de los proyectos previamente referenciados<sup>e,f</sup>, el ITC ha realizado otro estudio de cultivo, desde la escala piloto hacia la semi-industrial, protagonizado por la cepa marina nativa *Tetraselmis striata* (BEA 1978B). Según los recientes resultados publicados en la revista *Processes*, el cultivo en semicontinuo a largo plazo de esta microalga en sistemas abiertos (raceways), de volumen desde 8 hasta 45 m<sup>3</sup>, ha generado productividades con valores anuales hasta las 38,8 ton/ha [9]. Entre los aspectos más interesantes de este estudio, destaca la capacidad de la cepa para crecer con una fuente de nitrógeno barata como la urea y resistir a la contaminación biológica. Además, los datos han revelado que la biomasa producida representa una valiosa fuente de proteína y ácidos grasos, tales como  $\alpha$ -linolénico (ALA) y eicosapentaenoico (EPA).

Seguidamente, sucesivas investigaciones han demostrado que la productividad y la composición de la biomasa de *T. striata* no resulta afectada a largo plazo al emplear medio de cultivo

recirculado procedente de la cosecha por centrifuga [10]. Este dato obtenido al cultivar la microalga en ciclos de semicontinuo en raceway de 10 m<sup>3</sup> de volumen, prepara el camino para el desarrollo de nuevos procesos de cultivo enfocados a un menor consumo de los recursos hídricos y energéticos, con la consiguiente reducción de su impacto ambiental.



**Figura 6.** Imágenes del equipamiento en la sede del Instituto Tecnológico de Canarias en Pozo Izquierdo (Santa Lucía de Tirajana, Gran Canaria, España). De izquierda a derecha: raceway de 80 m<sup>2</sup> bajo invernadero de 1500 m<sup>2</sup>; tamizadora vibratoria empleada en la separación de la biomasa de microalgas desde el medio de cultivo.

## FINANCIACIONES

<sup>a</sup> Proyecto ALGABIOMAC “Desarrollo de industrias biotecnológicas a partir de la explotación de macro y micro algas marinas de las regiones de la Macaronesia (y país tercer vecino)” PCT-MAC 2007-2013, MAC/3/C217.

<sup>b</sup> Convenio entre el Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades y el Cabildo de Gran Canaria (Nº Expediente: Economía Azul (MINECO – Convenio 2017) subvención nominativa al Instituto Tecnológico de Canarias S.A. (ITC), para el desarrollo de actuaciones en el marco de un programa experimental e integral de actividades de investigación y económicas ligadas a la explotación de recursos marinos insulares: SEIDI resolución 8/19, SEIDIAMP res. 47/19, SEIDI2P res. 68/20.

<sup>c</sup> SPEGC-IAT: Fundación INCYDE, Proyecto “Incubadoras de alta tecnología para el fomento de la innovación y la transferencia de la tecnología a las micropymes”, en la Comunidad Autónoma de Canarias, estando cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional dentro del Programa Operativo Plurirregional de España FEDER 2014-2020 PO “Una manera de hacer Europa” con la operación denominada “Incubadora Alta Tecnología en Biotecnología Azul y Acuicultura” con un presupuesto total de 1.308.621,63€ y una ayuda FEDER del 85%

<sup>d</sup> Proyectos BLUEACT “Consolidación del área experimental de biotecnología azul y acuicultura de Pozo izquierdo” y DESALRO 2.0 “Plataforma experimental de tecnología de desalación de agua de mar por ósmosis inversa de elevada eficiencia energética” otorgados al ITC por la Consejería de Economía, Conocimiento y Empleo del Gobierno de Canarias a través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI), financiado en su totalidad por el P.O. FEDER Canarias 2014-2020 y, concretamente, por su Eje prioritario 20 REACT-UE “EP 20: Favorecer la reparación de la crisis en el contexto de la pandemia de COVID- 19 y sus consecuencias sociales y preparar una recuperación verde, digital y resiliente de la economía”; Objetivo Específico “OE.20.1.4 - OE REACT UE 4. Apoyo a las inversiones que contribuyan a la transición hacia una economía verde”. La actuación forma parte de la ITI (Inversión Territorial Integrada) Azul, prioridad OEA0203 “Gestión sostenible de los recursos marinos”.

<sup>e</sup> Proyecto REBECA “Red de Excelencia en Biotecnología Azul”, Interreg MAC 2014-2020, MAC/1.1A/060.

<sup>f</sup> Proyecto REBECA-CCT “Red de Excelencia en Biotecnología Azul: Consolidación, Certificación y Transferencia”, Interreg MAC 2014-2020, MAC2/1.1b/269.

## REFERENCIAS

1. Mazorra Aguiar, L.; Lauret, P.; Díaz, F.; Ortegón, A.; Pérez-Suárez, R. Daily Global Solar Radiation Estimation for Gran Canaria Island Using Artificial Neural Networks. *REPQJ* 2016, 992–996, doi:10.24084/repqj14.546.
2. Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria Precipitation Chart.
3. Portillo, E., Mendoza, H., de La Jara, A., Assunção, P., Freijanes, K., Carmona, L., Zárate, R., Ramírez, R., Tavares, M. 2015. La Producción de Microalgas En La Región Macaronésica¿una Realidad a Corto o Medio Plazo? REVISTA AICA “Número Especial Proyecto ALGABIOMAC” (Outubro 2015) ISSN 1647-3531.Sadhvani, J.J.; Veza, J.M. Desalination and Energy Consumption in Canary Islands. *Desalination* 2008, 221, 143–150, doi:10.1016/j.desal.2007.02.051.
4. *Decreto 102/2018, de 9 de Julio Por El Que Se Aprueba Definitivamente El Plan Regional Ordenacion Acuicultura de Canarias – PROAC. Boletín Oficial de Canarias Núm. 146/2018;*
5. *ORDEN de 1 de Abril de 2021, Por La Que Se Aprueba La Modificación Del Listado de Especies de Interés Para La Acuicultura, Conforme a Lo Establecido En El Decreto 102/2018, de 9 de Julio, Que Aprueba El Plan Regional de Ordenación de La Acuicultura de Canarias (PROAC). Boletín Oficial de Canarias Núm. 79/2021;*
6. *ORDEN de 5 de Agosto de 2021, Por La Que Se Aprueba La Modificación de La Relación de Especies de Interés General Para La Acuicultura, Conforme a Lo Establecido En El Decreto 102/2018, de 9 de Julio, Por El Que Se Aprueba El Plan Regional de Ordenación de La Acuicultura de Canarias (PROAC). Boletín Oficial de Canarias Núm. 169/2021;*
7. Guidi, F.; Gojkovic, Z.; Venuleo, M.; Assunção, P.A.C.J.; Portillo, E. Long-Term Cultivation of a Native *Arthrospira Platensis* (Spirulina) Strain in Pozo Izquierdo (Gran Canaria, Spain): Technical Evidence for a Viable Production of Food-Grade Biomass. *Processes* 2021, 9, 1333, doi:10.3390/pr9081333.
8. Alemán, M.; Guidi, F.; Venuleo, M.; Portillo, E. Adaptation to Seawater of *Arthrospira Platensis* and *Chlorella Vulgaris* Native Strains and Optimization of Cultivation and Downstream Process: A Case Study in Gran Canaria. In Proceedings of the Book of Abstract. Algaeurope 2021; Online, December 7 2021.
9. Gojkovic, Z.; Guidi, F.; Bustamante, B.; Venuleo, M.; Assunção, P.A.C.J. de; Portillo, E. Scaling-Up and Semi-Continuous Cultivation of Locally Isolated Marine Microalgae *Tetraselmis Striata* in the Subtropical Island of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Processes* 2021, 9, 1326, doi:10.3390/pr9081326.
10. Bustamante, B.; Aleman, M.; Venuleo, M.; Portillo, E. Optimization of industrial cultivation in the native strain *Tetraselmis striata* and wastewater revaluation: a case study in Gran Canaria. In Proceedings of the Book of Abstract. Algaeurope 2021; Online, December 7 2021.