

Guía: Oportunidades de negocio alrededor de las microalgas

malgas

OPORTUNIDADES EMPRESARIALES ALREDEDOR
DE LAS MICROALGAS EN EL LITORAL CANTÁBRICO

Acción gratuita cofinanciada por el FSE



GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



PROGRAMA
eemplea
verde
2007-2013



UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE contribuye a la cohesión

ast INGENIERÍA

Guía: Oportunidades de negocio alrededor de las microalgas



OPORTUNIDADES EMPRESARIALES ALREDEDOR
DE LAS MKROALGAS EN EL LITORAL CANTÁBRICO

Edición: AST Ingeniería S.L.

Parque Científico y Tecnológico de Gijón

C/ Los Prados 166, Ofics. 5-14

Cabueñes, 33203 Gijón, Asturias

Tlf.: (34) 985 09 92 11 Fax: (34) 985 09 12 13

www.ast-ingenieria.com

Marzo 2014



Oportunidades de negocio alrededor de las microalgas por AST Ingeniería, S.L. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Prólogo

Esta guía se enmarca en el proyecto **MALGAS** “Oportunidades empresariales alrededor de las MicroALGAS en el litoral Cantábrico”, que persigue promover el emprendimiento en el sector de las microalgas en este litoral, identificando oportunidades de negocio que propicien una economía sostenible.

El proyecto **MALGAS**, ha sido aprobado en la Edición de 2012 Línea II del Programa empleaverde, en el marco del Programa Operativo Adaptabilidad y Empleo del FSE para el periodo 2007-2013.

En particular, el Programa empleaverde 2007-2013 tiene como finalidad promocionar y mejorar el empleo en general y el empleo en el sector ambiental en particular; aumentar las competencias y la cualificación de los trabajadores en temas ambientales y de sostenibilidad; fomentar la modernización de empresas en sectores de actividad; promover la creación de empresas en el sector ambiental; adaptar las actividades económicas a la normativa ambiental; e impulsar la sostenibilidad de las actividades económicas.

Índice de contenidos:

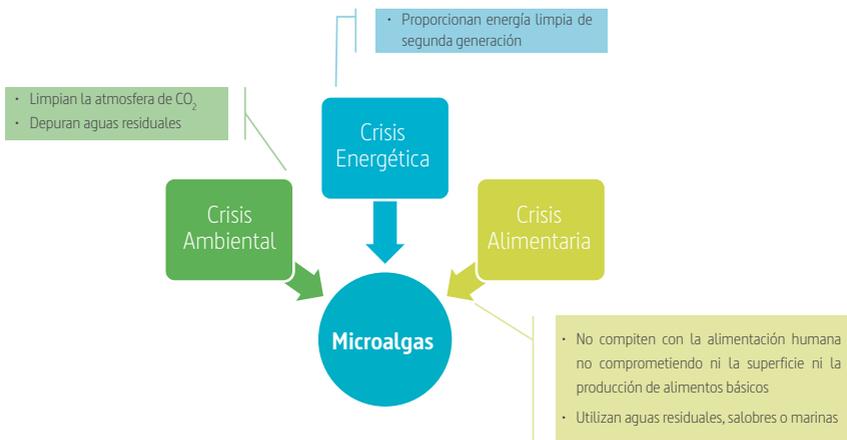
Prólogo	3
Índice	5
Introducción	6
Objetivos	7
Primeros pasos	8
Oportunidades de Negocio	14
Biocombustibles	14
Nutrición	23
Depuración de aguas	32
Biofijación de CO ₂	42
Cosmética	49
Escenario del Sector de las microalgas	55
Empresas	55
Redes de conocimiento	57
I+D+i	61
Bioemprende	68
Hacer de la idea un negocio	68
Plan de empresa	68
Trámites Generales	69
Apoyo público	70
Fuentes de Financiación	72
Asociaciones Empresariales	74
Recomendaciones y consejos	74
Casos de éxitos	74
Entrevista con bioemprendedores	80
Conclusiones	82
Referencias	84

Introducción

Este documento pretende servir de guía para facilitar a profesionales interesados en actividades económicas sostenibles, un instrumento que les aproxime de forma práctica a aquellos aspectos generales de las oportunidades de negocio que existen alrededor de las microalgas.

A lo largo de este documento se establecen los factores más importantes a tener en cuenta en la explotación de microalgas y los pasos a seguir para la puesta en marcha de una actividad económica beneficiosa tanto en criterios económicos como medioambientales, poniendo de relieve que el desarrollo industrial y empresarial de las microalgas contribuyen a paliar tres de las principales crisis que sufre la humanidad: Energética, Ambiental y Alimentaria.

El resultado final es un estudio exhaustivo reunido en la primera guía “Aplicaciones de las microalgas: estado de la técnica” que ha servido como base a esta segunda guía, que desde una óptica más aplicada, permite desgranar los diferentes modelos de negocio que pueden emprenderse en torno al cultivo de microalgas.



Esquema 1. Contribución de la industria microalgal a la lucha contra tres de las grandes crisis que afectan a la humanidad

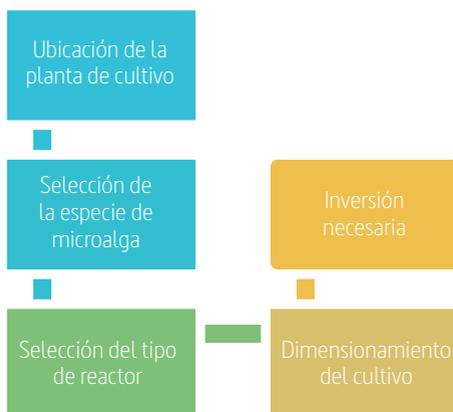
Objetivos

Los objetivos de esta guía son:

1. Facilitar información práctica a emprendedores y empresas acerca de las oportunidades de negocio relacionadas con la explotación de estos microorganismos.
2. Identificar desde una perspectiva técnico-económica las particularidades de los proyectos.
3. Dotar al emprendedor de un conocimiento básico acerca de los pasos necesarios para la puesta en marcha del proyecto empresarial.
4. Dar a conocer iniciativas empresariales que han tenido éxito alrededor de las microalgas.
5. Incentivar una economía verde en el marco de un desarrollo sostenible que permita combinar beneficios económicos con beneficios medioambientales.

Primeros pasos

A continuación se describen los aspectos más importantes a tener en cuenta antes de iniciar cualquier producción de biomasa a partir de microalgas:



Paso 1. Ubicación de la planta de cultivo

Se debe tener especial atención a dos aspectos que delimitan la capacidad de producción de biomasa algal, como son:

1. La luz y más en concreto la **tasa de irradiación diaria** (PAR).
2. El **nivel térmico** medio de la ubicación pretendida.

Consideraciones:

- Una ubicación adecuada debe ser aquella que permita mantener producciones máximas de las cepas seleccionadas, durante todos los días del año.
- Idealmente las plantas de producción no deberían pararse nunca por influencia de luz, ni por excesos o carencias de temperatura.
- Si la ubicación obliga a parar la producción solamente durante un mes por falta de luz o por bajas temperaturas, se estarán perdiendo unos tres meses de producción.

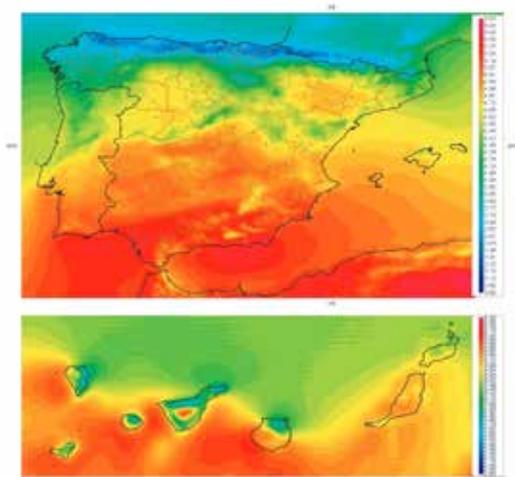


Imagen 1. Irradiación global media (Kwh m-2 día-1). Fuente: Atlas de radiación solar en España de la AEMET (utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT)

Un tercer factor a tener en cuenta es el **tipo de terreno**, que en líneas generales debe cumplir las siguientes características:

- No destinado a usos agrícolas;
- Planos o con muy ligera pendiente;
- Preferentemente reflectante (suelo carbonatado, costras salinas, etc.) con la finalidad de generar un efecto multiplicador por irradiación reflejada;
- No debe tener contaminación por metales pesados ni radioactividad, y ausencia total de sulfatos de cobre.

Paso 2. Selección de la especie de microalga y tipo de reactor

Tanto la selección de la especie de microalga como del tipo de reactor a emplear como sistema de cultivo, dependerán en gran medida de qué tipo de actividad será dirigida la producción (biocombustibles, biofijación, depuración, nutrición, etc.). Por tanto estos aspectos se mostrarán con más detalle en cada caso en los capítulos referidos a las oportunidades de negocio detectadas.

Paso 3. Dimensionamiento de la planta de cultivo

Las dimensiones de la planta de cultivo se deben determinar en base a criterios técnicos como:

- La producción anual de biomasa deseada.
- Índice de productividad volumétrica promediado que rige a los reactores.
- Días operativos de la planta.
- Tipo de mercado hacia el cual va dirigida la biomasa.

A continuación se ejemplifica a groso modo el procedimiento para dimensionar una planta de cultivo para la obtención de biocombustible con una producción anual de biomasa de 100 t estando operativa 320 días (considerando las operaciones mantenimiento y limpieza) mediante un sistema de cultivo cerrado, teniendo en cuenta las siguientes especificaciones técnicas:

Sistema de cultivo	Cerrado - Fotobiorreactores
Tipología de los PBR's	Tubular
Disposición de los PBR's	Inclinada
Longitud tubular individual	15 m
Diámetro interno de la tubería	9,5 cm
Diámetro externo de la tubería	10 cm
Productividad volumétrica (PV)	$1,47 \frac{g}{(l \times día)}$ (Ugwu <i>et al.</i> , 2002)
Separación entre tubos	15 cm (que permita operaciones de mantenimiento, etc)

Tabla 1. Especificaciones técnicas del sistema de cultivo seleccionado

<p>Volumen total:</p> $Vt = \frac{\text{Producción Anual}}{\text{Tiempo operativo} \cdot PV} = \frac{100.000 \text{ Kg}}{320 \text{ días} \cdot 1,47 \text{ Kg/m}^3 \text{ día}}$	212,585m ³
<p>Longitud tubular:</p> $LT = \frac{Vt}{\pi \cdot R_{int}^2} = \frac{212,585 \text{ m}^3}{\pi \cdot (0,0475)^2}$	29.991,343 m ≈ 30.000 m
<p>Nº de tubos:</p> $N^{\circ} \text{ tubos} = \frac{LT}{L_{tubo}} = \frac{30.000 \text{ m}}{15 \text{ m}}$	2.000 tubos
<p>Área PBR's¹:</p> $A = LT \cdot (2 \cdot R_{ext} + \text{separación tubos}) = 3 \cdot 0.000 \cdot (2 \cdot 0,05 + 0,15)$	7.500 m ²
<p>La superficie de 7.500 m² se refiere exclusivamente al espacio necesario para la instalación de los PBR's para la producción algal propuesta; aunque en realidad las dimensiones del terreno deberán alojar tanques y demás elementos necesarios, por lo que será preciso aproximadamente un 30% más de superficie.</p>	10.000 m ² = 1 ha

El proceso estará en consonancia con los estándares de sostenibilidad con cifras de productividad en torno a 100 t/ha-año.

¹ PBR's = Fotobiorreactores

Paso 4. Determinación de la Inversión inicial

SISTEMA ABIERTO²

El siguiente procedimiento abarca la construcción y equipamiento de un pequeño laboratorio para el seguimiento, control y mantenimiento de los cultivos, de una planta basada en dos tanques tipo raceway de doble calle de 100 m². El presupuesto planteado corresponde a una planta a escala experimental pudiendo servir de guía para el cultivo a gran escala, teniendo presente que las economías en escala reducen considerablemente los costes.

Equipamiento laboratorio	60.000 €
Equipamiento planta de cultivo	205.000 €
Terrenos	18.000 €
Tuberías	11.000 €
Electricidad	20.000 €
Mejora del terreno	10.000 €
Ingeniería y supervisión	18.000 €
Gastos de construcción	55.000 €
Honorarios del contratista	13.500 €
Contingencias (0,06 del capital fijo de inversión)	24.630 €
Total	435.130 €

² Todos los presupuestos reseñados tiene carácter estimativo pudiendo variar en relación al valor de adquisición del terreno, sistemas de cultivo empleados, escalado del cultivo, etc.

SISTEMA CERRADO

En el caso de los sistemas cerrados, la inversión necesaria es muy heterogénea dependiendo fundamentalmente del tipo de PBR, ya que establecerá entre otras cosas, la superficie de terreno necesaria; otros parámetros condicionantes serán la situación geográfica de la planta, la especie de microalga y el uso al que estará dirigida la biomasa obtenida.

En cuanto al factor más determinante, los PBR's, se ofrecen a continuación presupuestos orientativos de un PBR de 540 l compuesto por 12 tubos, así como de las instalaciones asociadas para su funcionamiento (hidráulica, aire comprimido y CO₂, y analítica y control):

PBR de 540 l control tubo a tubo	PBR de 540 l control cada 2 tubos	PBR de 540 l control cada 3 tubos
25.500,00 €	19.500,00 €	18.500,00 €

Tabla 2. Presupuesto de un PBR de 540 l.

Oportunidades de negocio

BIOCOMBUSTIBLES

OPORTUNIDAD

El calentamiento global está provocado por la emisión de gases de efecto invernadero, siendo el CO₂ el principal causante al generarse en elevadas cantidades, sobre todo, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles como el petróleo, gas natural, gasolina, etanol, etc.

Ciertas microalgas, además de constituir una fuente alternativa de bioenergía, también pueden capturar CO₂. La capacidad de estos microorganismos para convertir el dióxido de carbono en lípidos con alto contenido en carbono (precursor del biodiesel) es considerablemente superior a la de los cultivos oleaginosos, y al mismo tiempo, no compiten ni con tierras de cultivo ni con la producción de alimento, en contraste con los biocombustibles de primera generación obtenidos a partir de cultivos agrícolas, de forma que permiten reducir este importante impacto ambiental y social, al mismo tiempo que no generan una demanda de agua al poder utilizar su proceso productivo aguas residuales, salobres o marinas. Además de estas ventajas poseen un proceso de producción más eficiente y suponen un mayor rendimiento energético por hectárea. Esto es debido a que las microalgas son capaces de producir 30 veces la cantidad de lípidos por unidad de superficie de la tierra, en comparación con los cultivos de semillas oleaginosas terrestres.

En España, el 93% del biodiesel consumido se genera a partir de aceites de monocultivos agroalimentarios tipo a la palma y la soja que implican emisiones por cambios indirectos de uso del suelo. En este sentido, el Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible ha publicado un reciente estudio sobre biocarburantes, en el que estiman, que lejos de reducir emisiones de gases efecto invernadero, los agrocombustibles que se consumieron en 2011 supusieron un incremento de 6,5 millones de toneladas de CO₂ emitidas. ¿Por qué ocurre esto? Porque

el uso de tierras agrícolas para producir biocombustibles reduce la superficie disponible para los cultivos alimentarios y a esto se suma, la presión para liberar más tierra, por ejemplo a través de la deforestación, para cultivar más alimentos. Es lo que se conoce como «cambio de uso indirecto», esa es la razón de que este proceso en sí mismo aumente las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contrarresta parte de los efectos beneficiosos del uso de biocombustibles.

Por ello, la producción de biocombustibles a partir de ciertas microalgas se presenta como la solución con más aprobación en cuanto a su producción; el Gobierno Español ya ha adoptado medidas que limitan el uso de biocombustibles de primera generación como el fin de la exención fiscal a los agrocombustibles o la reducción sustancial en los objetivos obligatorios de consumo para 2013 y ha apoyado la inclusión de la variable «cambio de uso indirecto del suelo» a la hora de valorar la apuesta por los biocombustibles.

Para la CE, el objetivo es acelerar la transición hacia una nueva generación de biocarburantes compuestos con algas y residuos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.



Imagen 2. Biomasse algale por Microphyt. Creative Commons by-nc-sa
<https://www.flickr.com/photos/microphyt/6130281958/in/photostream/>

Por tanto, los biocombustibles constituyen una fuente de energía renovable clave en el cumplimiento de las metas energéticas que se han fijado tanto en España como en Europa (Horizonte 2020). De este modo la Directiva Europea de Energías Renovables 2009/28/CE propone las siguientes metas:

- Reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2020 (en relación a los niveles de 1990).
- Incremento del 20% en la eficiencia energética.
- Utilización del 20% de energías renovables en el total de producción energética europea.
- El 10% del total de la energía consumida por el sector transporte deberá proceder de fuentes de energía renovable.

DAFO

Debilidades

- Sector reciente
- Escasez de conocimiento en el sector
- Baja rentabilidad
- Dificultad de encontrar proveedores de materiales necesarios para la instalación de una planta de microalgas
- Falta de personal cualificado y formado en la materia
- Contenido energético del biodiesel algo menor que el diesel
- Problemas de fluidez y congelamiento a bajas T^m

Amenazas

- Precio de otros combustibles
- Reducción precio glicerina
- Reducción exención Impuesto Especial de Hidrocarburos (IEH)
- Disponibilidad de vehículos de carburantes flexibles
- Reducción del objetivo de biocombustible del 6,5% al 4,1%

Fortalezas

- Mayor conciencia social
- Programas importantes de I+D
- Beneficios medioambientales
- Creación de empleo
- Aumento de independencia en el abastecimiento
- Mayor lubricidad y mejor combustión de los biocombustibles a partir de microalgas
- Alta degradabilidad

Oportunidades

- Mercado en expansión
- Aplicación del protocolo de Kyoto al sector del transporte
- Introducción de una cuota de obligatoriedad de uso de biocarburantes

MERCADOS Y CLIENTES

Los biocombustibles de primera generación, que tal y como aclaramos anteriormente, se producen a partir de materias primas de origen comestible, hace ya 20 años que están en el mercado y por tanto, el mercado de los biocombustibles está copado por ellos.

El mercado de biomasa algal se orienta al abastecimiento de plantas de biodiesel; actualmente en España hay 23 plantas de biodiesel en producción que se indican a continuación junto con su producción anual:

Nombre	Localidad	Provincia	Prod. (T)
Albatio	Níjar	Almería	6.000
Bgal Carburantes de Galicia	Begonte	Lugo	35.000
Biocarburentes Almadén (Grupo Activos)	Almadén	Ciudad Real	32.000
Biocarburentes de Castilla (Biocast)	Valdescorriel	Zamora	20.000
Biocom Energía	Algemesí	Valencia	110.000
Biocom Pisuerga	Castrojeriz	Burgos	8.000
Biocombustibles de Zierbana (BZ)	Zierbena	Vizcaya	200.000
Biodiesel Caparroso EHN (Acciona Energía)	Caparroso	Navarra	70.000
Biodiesel Castilla La Mancha (Biodiésel CLM)	Santa Olalla	Toledo	45.000
Biodiesel de Aragón (Bioarag)	Altorricón	Huesca	50.000
Biodiesel De Los Arcos (Solartia)	Los Arcos	Navarra	35.000
Bioenergética Extremeña (Bionex)	Valdetorres	Badajoz	250.000
Bionor Transformación	Berantevilla	Álava	30.000
BioTeruel	Albale del Arzobispo	Teruel	10.000
Combunet	Monzón	Huesca	50.000
Grupo Ecológico Natural (GEN)	Llucmajor	Baleares	33.000
Infinita Renovables Castellón	Castellón	Castellón	300.000
Linares Biodiesel Technologies	Linares	Jaén	100.000
Recycoil (Antes Idae)	Alcalá de Henares	Madrid	15.000
Saras Energía	Valle de Escombreras	Murcia	200.000
Seneca Green Catalyst	Córdoba	Córdoba	1.500
Stocks del Vallés BDP	Barcelona	Barcelona	31.000
UTE Isolux Infinita Renovables Corsan Covian	Fuentes de Andalucía	Sevilla	150.000
Total			1.781.500

Tabla 3. Plantas de biodiesel en producción en España. Fuente: BioDieselSpain (<http://www.biodieselpain.com>)

Debido a las medidas que limitan el uso de biocombustibles de primera generación derivadas de las tendencias normativas dictadas por Europa, las empresas productoras de biodiesel se hallan inmersas en colaboraciones con centros de investigación y Universidades que tienen por objeto la transición de materia prima de las semillas alimentarias hacia las microalgas. Los mayores esfuerzos científicos se centran en mejorar la biosíntesis de lípidos. Y para ello, sin duda, la biotecnología promete ser un fuerte aliado.

ASPECTOS TÉCNICOS

SELECCIÓN DE LA ESPECIE DE MICROALGA

La elección de la especie de cepa es fundamental en el éxito del proceso productivo.



Imagen 3. Les microalgues por Microphyt. Creative Commons by-nc-sa
<https://www.flickr.com/photos/microphyt/6129734529/in/photostream/>

CRITERIOS DE SELECCIÓN

1. Producción volumétrica total;
2. Tolerancia térmica;
3. Resistencia a condiciones de cultivo adversas;
4. Multiutilidad potencial de la biomasa: gama de mercados complementarios, biorrefinerías (obtención de subproductos destinados a la obtención de energía, como bioetanol, biogás, etc.).
5. Menor adherencia al material del fotobiorreactor;
6. Facilidad de cosechado;
7. Las especies o cepas de microalgas deben ser preferentemente las locales, para evitar problemas de competencia con otras especies.



Imagen 4. Photobioréacteur por Microphyt. Creative Commons by-nc-sa.
<https://www.flickr.com/photos/microphyt/6129739361/in/photostream/>

SELECCIÓN DEL TIPO DE REACTOR

Los criterios a tener en cuenta en la elección del fotobiorreactor:



ASPECTOS LEGALES

- Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos. Incluye una primera definición legal de biocombustibles (y su corrección de errores publicada en BOE núm. 29, de 3 de febrero de 1999).
- ORDEN ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.
- Resolución de 27 de diciembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se actualiza el anexo de la Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Ley Orgánica 16/2007, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para Desarrollo Sostenible del Medio Rural.

ASPECTOS ECONÓMICOS

- Hay que tener en cuenta que las instalaciones de fotobiorreactores deben presentar producciones por encima de las 100 t/ha anuales (cifra en consonancia con los estándares productivos), de no cumplir este aspecto, la viabilidad económica se encontrará comprometida.
- En las plantas basadas en sistemas de producción abierta hay que tener en cuenta que la relación óptima entre la superficie ocupada por tanques y la superficie operativa es 3:1.

CLAVES

Teniendo en cuenta la situación actual tanto del sector como del mercado, los objetivos esperados para la producción de biomasa algal con fines energéticos, son:

- Producciones continuadas del orden de 100 t por hectárea al año.
- Costes de inversión inferiores a los 40 €/m².
- Consumos de energía inferiores a 50 W/m³.
- Costes de producción de biomasa menores de 500 €/t.

DIRECCIONES DE INTERÉS

- Ministerio de Industria, Energía y Turismo (<http://www.minetur.gob.es>)
- Agencia estatal de meteorología (<http://www.aemet.es>)
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (<http://www.bioplat.org>)
- BioDieselSpain (<http://www.biodieselspain.com>)
- Banco Español de Algas (<http://marinebiotechnology.org/es/>)
- Tecnia. División Energía y Medio Ambiente (<http://www.tecnia.com/es/energia-medioambiente/index.htm>)

NUTRICIÓN

OPORTUNIDAD

Las microalgas proporcionan importantes aplicaciones en el campo de la nutrición tanto humana como animal.

Podemos encontrarlas como materia prima para el consumo humano en la industria de helados y repostería, productoras de colorantes de uso alimentario, como espesante (agar), suplementos alimenticios, adicionándose a fórmulas para lactantes ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs). También son habituales en piensos para animales, en los que la inclusión de microalgas es cada vez más frecuente, ya que aumenta la palatabilidad y digestibilidad al tiempo que aporta una calidad nutricional extra y evita las fluctuaciones del precio de las harinas de pescado y aceites tradicionales al no depender de la pesca extractiva; en acuicultura se utilizan para alimentar los estadios larvales de organismos destinados a la engorda, para el cultivo integral de moluscos y también como alimento de especies intermedias (como rotíferos o copépodos) que forman parte de la cadena alimentaria que se forma en los criaderos de acuicultura.

Ciertas especies microalgas son una fuente de sustancias con alto valor nutritivo como vitaminas, ácidos grasos, polisacáridos inmunoestimulantes o aminoácidos esenciales, que son complementos excepcionales para la alimentación y pueden aportar efectos beneficiosos para las personas. Estos Compuestos Activos de Alto Valor Añadido (CAVA) con propiedades beneficiosas para la salud, pueden ser obtenidos a partir microalgas.

Sin embargo, en el mercado europeo todavía no hay productos que den respuesta a la llamada **“inmunonutrición”**, si bien países como Corea del Sur y Japón encabezan la innovación en esta materia desarrollando productos diferenciados que cumplen con los principales objetivos de la alimentación como mejorar la salud y prevenir enfermedades. En España se están iniciando investigaciones lideradas por centros tecnológicos: Ainia, Azti Tecnalia, Fundación Leia y el Centro Inbiotec, que resaltan el futuro de las microalgas como “fuente natural, sostenible e inagotable”.

Los estudios de inmunonutrición que se están llevando a cabo en nuestro país, se dirigen hacia la producción de alimentos funcionales ricos en selenio; este elemento tiene demostradas propiedades terapéuticas en la prevención del cáncer, las enfermedades cardiovasculares, el sistema inmune, y los problemas neurológicos.

Por su inocuidad, su adaptabilidad a distintas condiciones de crecimiento, y sus propiedades nutritivas, ciertas especies de microalgas son particularmente aprovechables en el sector agroalimentario.



Imagen 5.

DAFO

Debilidades

- Producto poco conocido
- Reglamentaciones restrictivas
- Nivel de desarrollo industrial bajo
- Bajo apoyo gubernamental para introducir nuevas materias primas
- En fase de experimentación y de estudio

Amenazas

- Reducido número de empresas pero con vinculación a grandes multinacionales
- Existencia de productos sustitutivos
- Sector industrial inexistente

Fortalezas

- Valoración del consumidor por los productos naturales y ecológicos
- Capacidad de sustitución de alimentos habituales en nuestra dieta
- Existencia de importantes Centros Tecnológicos
- Disminución de la dependencia de pesca extractiva y tierras de cultivo

Oportunidades

- Mercado inmaduro con potencial de expansión
- Alto potencial en países en vías de desarrollo
- Número de competidores limitado

MERCADOS Y CLIENTES

El panorama económico internacional actual ha afectado a las principales potencias mundiales, incluida España, inmersa en una profunda crisis económica, sin embargo, el sector agroalimentario se encuentra entre los menos afectados.

En España existe un mercado incipiente e inmaduro, siendo un mercado en desarrollo en países europeos. Su producción suele asociarse a gastronomías orientales como China, Japón y Corea del Sur, especialmente a estos dos últimos.

Existe una tendencia en el consumidor actual por una alimentación saludable dando valor a la alimentación funcional que es capaz de mejorar la salud y prevenir ciertas enfermedades reforzando el sistema autoinmune. De hecho, el 90% de los hogares españoles afirma consumir productos relacionados con la salud, tanto para prevenir enfermedades como para mantener el estado de salud, en contraposición, el 80% de los hogares españoles exponen que algún miembro tiene alguna dolencia.

	Producto	US \$ kg ⁻¹	Tamaño de mercado (US \$ • 10 ⁶)
Biomasa	Comida natural	15-28	180-200
	Alimentos funcionales	25-52	En aumento
	Aditivos	10-130	Rápido crecimiento
	Acuicultura	50-150	Rápido crecimiento
	Aplicaciones Agrícolas	>10	Desarrollo incipiente
Colorantes	Astaxantina	>3000	>50
	Phycocianina	>500	>10
	Phycocitrina	>10000	>2
Antioxidantes	β-caroteno	>750	>25
	Superóxido dismutasa	>1000	Desarrollo incipiente
	Tocoferol	30-40	Mercado estancado
	Extractos - AO	20-35	10-20
Ac. Grasos	ARA		20
	EPA		>500
	DHA		30
	Extractos	30-80	10
Productos Especiales	Toxinas		1-3
	Isótopos		5

Tabla 4. Estimación de mercado para productos obtenidos a partir de microalgas (Pulz y Gross, 2003)

ASPECTOS TÉCNICOS

ACTIVIDAD

Actividad del sector primario (agrícola/acuícola), totalmente sostenible porque:

- No requiere demanda suelo fértil
- Limitado consumo de agua dulce
- Bajo impacto ambiental

SELECCIÓN CEPAS DE CULTIVO

Las especies con alta relevancia en fines nutricionales son:

Spirulina es rica en minerales y vitaminas, aporta proteínas de alta calidad y baja toxicidad y ácidos grasos esenciales. Destaca como fuente de hierro, que se absorbe mejor que el que se encuentra en los productos vegetales y en la mayor parte de las carnes. El cultivo de esta especie en España es meramente residual, sin embargo en el mundo es la microalga más consumida y su comercialización está totalmente consolidada.

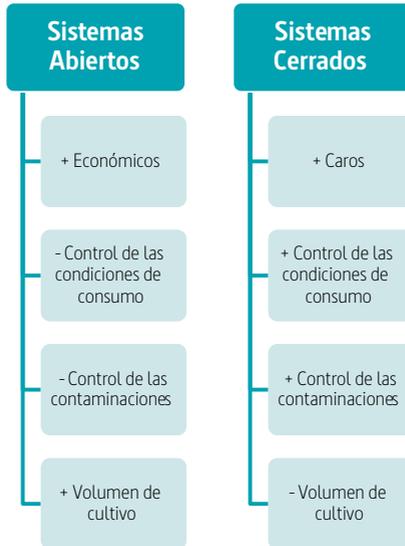
Chlorella contiene aproximadamente un 40-50 % de proteínas, 18 aminoácidos (incluidos todos los aminoácidos esenciales), vitaminas y minerales.

Isochrysis especie productoras de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (DHA y EPA). Tradicionalmente se ha consumido como alimento de larvarios en acuicultura por sus altos niveles de ácidos grasos.

Dunaliella salina especie productora de Betacaroteno. Los contenidos de este antioxidante natural son superiores al 10% del peso seco del alga. En comparación con la zanahoria los contenidos de este compuesto difícilmente superan el 2% del peso seco.

SISTEMA DE CULTIVO

Normalmente se cultiva en reactores abiertos “raceway”, donde se logra tener un medio ambiente controlado, lo cual permite actuar sobre las temperaturas y los nutrientes adicionados, sin embargo pueden utilizarse otros sistemas teniendo en cuenta los siguientes criterios:



UBICACIÓN

Se recomienda la ubicación de la planta en:

- Zonas próximas al mar (con el objeto de reducir al máximo los costes en la producción del medio de cultivo).
- Zona no batida por el viento.
- Terreno preferiblemente llano.
- Temperatura media anual no superior a los 30° C y poca exposición a zonas de sombra.

ASPECTOS LEGALES

- **Reglamento (CE) n° 258/97** del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 1997 donde se recogen nuevos alimentos e ingredientes alimentarios, entre ellos las algas, en concreto se incluyen en la categoría **Alimentos o ingredientes que se componen o se han obtenido a partir de microorganismos, hongos o algas. Este reglamento ha sido modificado por la siguiente normativa:**
 - Reglamento (CE) no 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003.
 - Reglamento (CE) no 1882/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de septiembre de 2003.
 - Reglamento (CE) no 1332/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008.
 - Reglamento (CE) no 596/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2009.
- **Legislación específica para la industria agroalimentaria.** Los Principios Generales de la Legislación Alimentaria, están recogidos en los artículos 5 a 10 del Reglamento 178/2002 del Parlamento europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. En España tiene su correspondencia en la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. **Este reglamento ha sido modificado por la siguiente normativa:**
 - Reglamento (CE) no 1642/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 2003.
 - Reglamento (CE) no 575/2006 de la Comisión de 7 de abril de 2006.
 - Reglamento (CE) no 202/2008 de la Comisión de 4 de marzo de 2008.
 - Reglamento (CE) no 596/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2009.
- **Reglamento (CE) n° 2230/2004** de la Comisión, de 23 de diciembre de 2004, por el que se establecen las normas de desarrollo del Reglamento (CE) n° 178/2002

del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a la interconexión de las organizaciones que actúan en los ámbitos comprendidos en el cometido de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

- **Decisión 2004/478/CE** de la Comisión, de 29 de abril de 2004, relativa a la adopción de un plan general de gestión de crisis en el ámbito de los alimentos y de los piensos.
- **Reglamento (CE) nº 854/2004** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano.
- **Registro sanitario.** En primer lugar, la empresa deberá ser inscrita en el Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias según lo establecido en el artículo 2 del Real Decreto 191/2011 del 18 de Febrero.
- **Trazabilidad.** “Trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas de la producción, transformación y distribución”. Se encuentra regulada por el Real Decreto 178/2002. ***Este reglamento ha sido modificado por la siguiente normativa:***
 - Reglamento (CE) 1642/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 2003.
 - Reglamento (CE) 575/2006 de la Comisión de 7 de abril de 2006.
 - Reglamento (CE) 202/2008 de la Comisión de 4 de marzo de 2008
- **Certificaciones.** Existen estándares de certificación relacionados con la calidad y la seguridad alimentaria, entre ellos los de mayor reconocimiento internacional se encuentran la Norma IFS, la BRC, la FSSC 22000 y la GLOBALGAP. Las empresas voluntariamente pueden certificarse comprometiéndose a mantener los elevados niveles de exigencia en la calidad y la seguridad alimentaria que estas normas tienen estandarizados.

ASPECTOS ECONÓMICOS

La reducción en costes asociada al tamaño de la planta de cultivo es cercana a 0.001€ por kg de biomasa producida por cada m² de incremento en la superficie total de explotación, lo que puede llegar a representar un ahorro de casi el 79% sobre el coste total de producción en el punto óptimo de escala (Borowitzka, 1999). La dificultad es que para alcanzar grandes volúmenes de cultivo, los costes de manejo de planta aumentan y se requiere personal altamente cualificado que permita optimizar todos los parámetros físicos, químicos y los más importantes, los biológicos.

CLAVES

Otros factores a tener en cuenta para el buen desarrollo de la actividad:

- Reducción de costes de producción a través del empleo de energías renovables en todas las etapas del proceso → planta autosuficiente con energías renovables.
- La depuración terciaria de aguas residuales y la desalación de aguas son actividades que se pueden asociar a la explotación de las microalgas.
- Colaboración con centros de investigación en los aspectos de I+D con el fin de explotar las especies locales de forma sostenible y encontrar nuevos usos, formas óptimas de explotación, etc.

DIRECCIONES DE INTERÉS

- Agencia española de consumo, seguridad alimentaria y nutrición (<http://www.aecosan.msssi.gob.es>)
- Centro Tecnológico Ainia (<http://www.ainia.es/web/guest/inicio>)
- Centro Tecnológico Azti Tecnalia (<http://www.azti.es/es>)
- Instituto Tecnológico de Canarias (<http://www.itccanarias.org>)
- Fundación Leia (<http://www.leia.es>)
- Centro Inbiotec (<http://inbiotec.com>)
- Visita planta de cultivo de *Spirulina* de una empresa Marroquí (Dakhla) Vita Spiruline (<http://www.vitaspiruline.com>)

DEPURACIÓN DE AGUAS

OPORTUNIDAD

El agua de calidad es esencial para la salud humana, la protección del medio ambiente y el desarrollo económico, por ello, la depuración de las aguas residuales es una necesidad ineludible. Los sistemas de tecnologías convencionales requieren de grandes inversiones, un costoso proceso de mantenimiento y explotación, además de exigir recursos humanos altamente especializados.

En concreto, los investigadores han hallado la fórmula de optimizar este proceso y para ello se han centrado en el uso de *Muriellopsis sp*, una microalga capaz de producir grandes cantidades de biomasa que resulta útil en la alimentación de animales o peces de granja. Además, también permite la depuración de este tipo de aguas gracias a su capacidad de consumir como nutrientes aquellas sustancias que aparecen disueltas en estas zonas residuales como contaminantes.

Existen múltiples proyectos de investigación con nuevas cepas de microalgas para la depuración asociadas a sistemas biológicos de depuración convencionales incluyendo a las microalgas como una tercera fase. Las estimaciones indican que este área de interés es uno de los puntos dónde se podría obtener rendimiento económico real a medio plazo.

En la actualidad, numerosos estudios apuntan a la capacidad de las microalgas para consumir como nutrientes aquellas sustancias contaminantes disueltas en el agua, como pueden ser los compuestos de fósforo y nitrógeno. De esta forma se alcanzarían grandes rendimientos con muy bajas inversiones y además proporcionarían beneficios colaterales por la posibilidad de generar energía, capturar CO₂ y producir biomasa que puede ser utilizada como materia prima en otras aplicaciones.



Imagen 6

DAFO

Debilidades

- En fase de desarrollo

Amenazas

- Consolidación de sistemas convencionales
- Arbitrio de las instituciones

Fortalezas

- Proceso natural sin perjuicio mediambiental
- Menor coste de mantenimiento y menor control de procesos
- Se reduce la producción de residuos (lodos)

Oportunidades

- Triple beneficio: depuración + elaboración de biocombustible + Fijación de CO₂

MERCADOS Y CLIENTES

En España, al igual que a nivel mundial, existe una preocupación creciente sobre la escasez de recursos hídricos y la importancia de la gestión integral del ciclo del agua. De hecho, España por sus características climáticas es uno de los países de la Unión Europea con mayor estrés hídrico. Además el agua tiene la peculiaridad de ser un bien de primera necesidad, así como elemento clave en el ciclo medioambiental. Cualquier mejora o proceso que permita recuperar caudales contaminados repercutirá tanto en términos económicos como medioambientales y será muestra de desarrollo de un país.

El agua como bien básico no sólo está dirigido al consumo humano sino que está presente en todas las actividades que realizamos. En la figura siguiente podemos observar cómo se relaciona la cantidad de agua utilizada con el tipo de actividad en España:

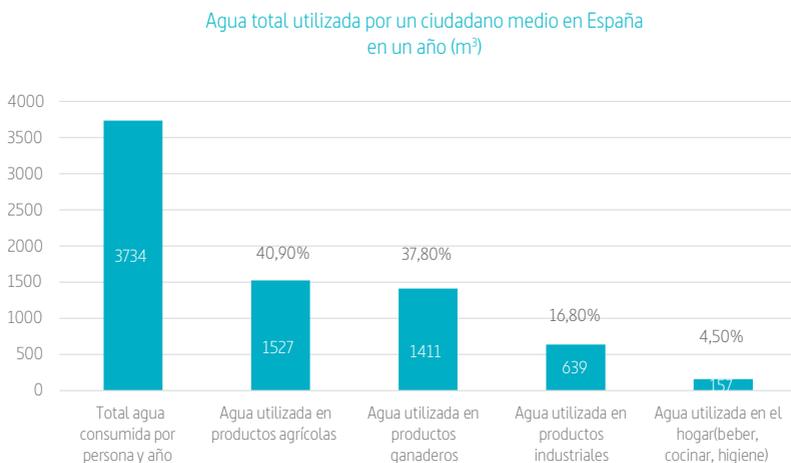


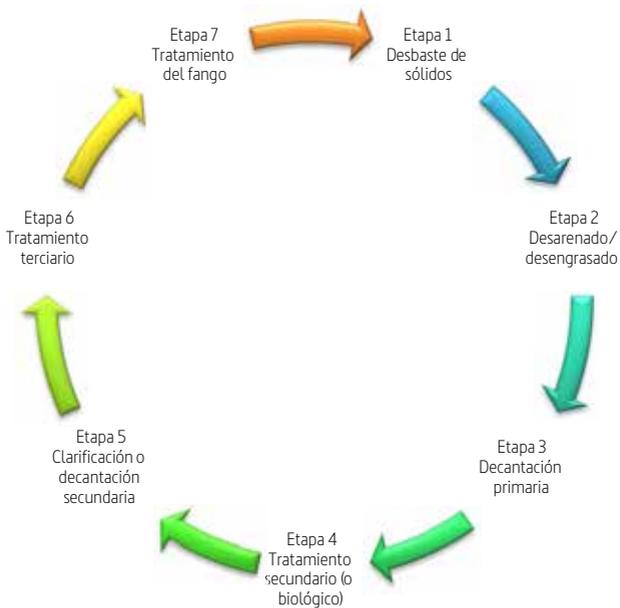
Gráfico 1. Fuente: ONU: *Managing Water under Uncertainty and Risk*, 2012 y *WaterFootPrint Network*, 2005

ASPECTOS TÉCNICOS

ACTIVIDAD

A gran escala, el tratamiento de aguas residuales se realiza a través de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). Según los procesos que disponen, se dividen en tratamiento primario, secundario y terciario.

El primario se fundamenta en la sedimentación; en el secundario (si lo hay) se añade una etapa biológica; y el tratamiento terciario se sucede si el agua tratada se incorpora a un cauce receptor catalogado como sensible y/o protegido, o va a ser reutilizada con fines agrícolas (riego).



Esquema 2. Procesos de una EDAR

DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS CONVENCIONALES Y SISTEMAS DE FOTOBIODEPURACIÓN

Tratamientos convencionales

- **Requerimiento elevado de energía:** los sistemas convencionales tienen un elevado consumo energético debido fundamentalmente a los procesos de aireación.
- **Elevada producción de lodos.**
- **Costes elevados** tanto de instalación como de mantenimiento.

Sistemas de fotobiodepuración

- **Bajos costes de operación.**
- No hay requerimientos de **carbono orgánico** en el proceso.
- Obtención de un **efluente oxigenado** para su descarga.
- Posibilidad de producir **biomasa** para ser utilizada para **biocombustible y fijación de CO₂ atmosférico**.
- Posibilidad de reducir la producción de **fangos** en el proceso de tratamiento de aguas en torno al 50-60%.

SELECCIÓN CEPAS DE CULTIVO

Los cultivos de microalgas más utilizados para la eliminación de nutrientes son especies de los géneros:

Microalgas	Autores
<i>Chlorella</i>	Lee y Lee, 2001; Gonzales y col., 1997
<i>Scenedesmus</i>	Martínez y col., 1999, 2000
<i>Spirulina</i>	Olguín y col., 2003
<i>Nannochloris</i>	Jiménez-Pérez y col., 2004
<i>Botryococcus braunii</i>	An. y col., 2003
<i>Phormidium</i>	Laliberte y col., 1997; Dumas y col., 1998
<i>Murellopsis</i>	R+D CSIC ³

Tabla 5 Microalgas más idóneas para la depuración de aguas residuales

³ R+D CSIC es una publicación electrónica de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) para dar a conocer la investigación de los centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Está elaborada por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de la Delegación del CSIC en Cataluña.

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN

Los sistemas desarrollados para la depuración de aguas residuales en base a la actividad de microalgas se pueden clasificar en dos grupos: sistemas abiertos y sistemas cerrados.

De los abiertos, el más eficaz es el sistema artificial de lagunaje de estabilización que consiste en lagunas aerobias mediante el almacenamiento de aguas residuales de forma que consiguen una decantación física de materia sedimentable y que la materia orgánica contenida resulte degradada mediante la actividad de los microorganismos presentes en el medio.

En cuanto a sistemas cerrados se tiende al uso de fotobiorreactores cerrados desarrollados para los cultivos industriales de microalgas.

La elección de un sistema u otro puede realizarse en función de los siguientes factores:

Fotobiorreactores cerrados	
Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Previenen problemas de contaminación de núcleos cercanos • Evitan la aparición de malos olores • Mayor eficiencia a la actividad fotosintética • Mayores rendimientos de depuración y desinfección • Eliminan los riesgos producidos por la volatilización de compuestos • Minimizan la evaporación de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de construcción • Operación y mantenimiento • Limitaciones en cuanto a la relación volumen/iluminación

Tabla 6. Ventajas e inconvenientes de los sistemas cerrados

Lagunaje	
Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Integración en el medio natural • Bajo coste de construcción y explotación • Bajos costes de energía • Facilidad de explotación y mantenimiento • Producción baja de fangos • Elevada reducción de microorganismos patógenos • Altos rendimientos de eliminación de carga orgánica y sólidos en suspensión • Permite reutilización del agua • Producción de biomasa potencialmente aprovechable 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas considerables de agua por evaporación • Aparición de malos olores • Presencia de altas concentraciones de microalgas en los efluentes de salida • Grandes extensiones de terreno requerido • Posibilidad de contaminación del subsuelo por impermeabilización defectuosa • Aparición de mosquitos y roedores • Dependencia climatológica

Tabla 7. Ventajas e inconvenientes del sistema de lagunaje

ASPECTOS ECONÓMICOS

Es importante señalar, que alguna de las especies que, potencialmente pueden asimilar como nutrientes los contaminantes de las aguas, pueden ser utilizadas en otras aplicaciones, tal y como ya se ha visto anteriormente, con lo que la obtención de biomasa de estas especies, con alto valor económico, podría cubrir la totalidad o una parte importante de los gastos del proceso, haciéndolo más rentable.

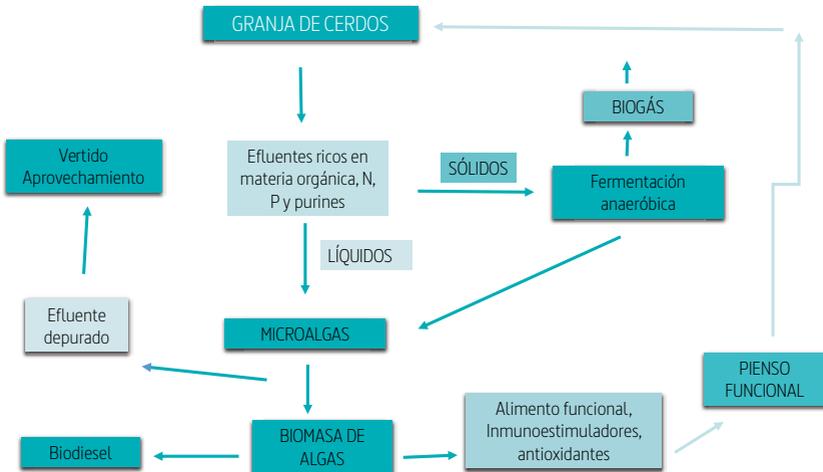
En nuestro país, la gestión del agua pertenece al ámbito público (19 provincias están gestionadas por empresas municipales y el resto por empresas mixtas y privadas), aunque los modelos de gestión tienden a una colaboración público-privada.

En el ámbito público, el uso de microalgas como tratamiento de aguas residuales, estaría especialmente indicado para el caso de núcleos de población pequeños, que no cuentan

todavía con ningún sistema de depuración, o bien los sistemas que poseen están basados en tecnologías no convencionales.

Sin embargo, los nichos de negocio relacionados con tratamientos fotobiodepuradores podrían estar relacionados con el ámbito privado, como pueden ser actividades económicas en las que se requieran caudales de agua importantes, de modo que se pueda reutilizar el agua permitiendo adecuar su calidad al uso al que se destina.

Un ejemplo de ello lo podemos encontrar en las **granjas porcinas**, donde la combinación de microalgas filtradoras y fermentación anaerobia podrían proporcionar un efluente depurado que puede ser aprovechado en la propia granja para riego agrícola, biomasa para uso ganadero como alimento funcional o bien para uso energético para la producción de biodiesel y biogás, así como se recoge en el siguiente esquema:



Esquema 3. Uso combinado de microalgas-bacteria para la depuración de purinas de cerdo. Fuente: Figueroa, F. L.; Gil Jerez, C.; Rico, R. M.; Moriñigo, M. A.; Gómez-Pinchetti, J. L.; Abdala Díaz, R. Biofiltración de efluentes mediante algas: valorización de la biomasa (alimentos funcionales y biodiesel)

En España están regulados los usos del agua regenerada en: agricultura, ambiental, industrial, recreativo y urbano.

Agricultura	Ambiental	Industrial	Recreativo	Urbano
<ul style="list-style-type: none"> • Productos de consumo humano en fresco • Productos de consumo humano no fresco • Pastos • Acuicultura • Cultivos leñosos • Cultivos ornamentales • No alimentarios, viveros, forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Recarga indirecta de acuíferos • Recarga directa de acuíferos • Riego de bosques, zonas verdes • Silvicultura • Mantenimiento de humedales, caudales mínimos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas de proceso y de limpieza • Torres de refrigeración • Condensadores evaporativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Riego de campos de golf • Estanques, Caudales ornamentales (sin acceso al público) 	<ul style="list-style-type: none"> • Residencial <ul style="list-style-type: none"> • Riego de jardines privados • Descarga de aparatos sanitarios • Servicios <ul style="list-style-type: none"> • Riego de zonas verdes urbanas • Baldeo de calles • Sistemas contra incendios • Lavado industrial de coches

OPORTUNIDADES DE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS

- **Uso industrial:**
 - La penalización de los consumos elevados en las nuevas tarifas del agua potable abre una vía para el uso de agua regenerada en la industria.
 - Uso en aguas de refrigeración.
 - Limpieza.
- **Uso agrícola:**
 - Asegura la garantía de suministro, especialmente, en época estival.
 - Evita el consumo de fertilizantes (NPK).
- **Uso urbano:**
 - Limpieza.
 - Riego jardines.
- **Uso recreativo:**
 - Se extiende el carácter obligatorio del uso de agua regenerada en el riego de campos de golf.
 - Estanques ornamentales.

ASPECTOS LEGALES

- Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015.
- **Directiva 91/271/CEE** del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.
- **Directiva 98/15/CE** de la Comisión, de 27 de febrero de 1998, por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE del Consejo en relación con determinados requisitos establecidos en su anexo I.
- **Real Decreto-Ley 11/1995**, de 28 de diciembre, de trasposición de la Directiva 91/271/CEE, por el que se establecen normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.
- **Real Decreto 509/1996**, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. Modificado por Real Decreto 2116/1998.
- **Resolución de 30 de junio de 2011** de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, por la que se declaran las zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias.
- **Real Decreto 1620/2007** sobre reutilización aguas depuradas.

CLAVES

- La productividad de las algas es un parámetro fundamental para la viabilidad del proceso y que este sea energéticamente sostenible.

DIRECCIONES DE INTERÉS

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (www.magrama.gob.es)
- CENTA – Fundación Centro de las Nuevas Tecnologías (www.centa.es)

BIOFIJACIÓN DE CO₂

OPORTUNIDAD

La biofijación del CO₂ es en estos momentos centro de atención de numerosos estudios y proyectos, ya que la viabilidad técnico-económica de un proceso de captura y fijación biológica de CO₂ mediante microalgas en plantas industriales permitiría al sector energético seguir empleando combustibles fósiles durante los próximos años, sin contribuir al calentamiento global del planeta.

De entre las distintas tecnologías de captura existentes (post-combustión, pre-combustión y oxi-combustión), es la de post-combustión la que constituye la mejor alternativa; ésta consiste en separar el CO₂ de la corriente de gases de combustión para su posterior fijación en microalgas, que pueden ser usadas en distintas aplicaciones como biomasa y/o biodiesel, cosméticos, fertilizantes, industria farmacéutica...

La fijación mediante microalgas o biofijación, se posiciona con fuerza dado que es el proceso natural que se sigue de manera espontánea desde los orígenes de la vida (la fotosíntesis), para devolver el carbono a la materia orgánica viva formando las células y los tejidos.

“Dicho de forma simple las microalgas son increíbles fábricas biológicas capaces de tomar los desechos de CO₂ y convertirlos en una fuente líquida de energía de alta densidad (aceite natural)”

D.O.E National Renewable Energy Laboratory



Imagen 7. CO₂ emissions por Ian Britton. Creative Commons by-nc
<https://www.flickr.com/photos/freefoto/2759629888/in/photostream/>

DAFO

<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limitado a grandes compañías energéticas (ENDESA, IBERDROLA,...) • Escala demostrativa 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de grandes inversiones
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos niveles de seguridad • Doble beneficio: \uparrow CO₂ y \downarrow biomasa • Apoyo institucional • Demostrada la viabilidad de la fijación de CO₂ a escala de laboratorio 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legislación con restricciones cada vez mayores en emisiones de CO₂ • Mayor aprovechamiento del CO₂ inyectado

MERCADOS Y CLIENTES

La biofijación de CO₂ es una tecnología de interés público que resulta especialmente interesante para plantas productoras de electricidad o aquellas industrias generadoras de altos volúmenes de CO₂, puesto que poseen una fuente ingente de gas que puede redirigirse hacia la planta de cultivo de microalgas, integrando la tecnología en el proceso industrial y de esta manera lograr beneficios medioambientales que son favorecidos económicamente mediante los llamados derechos de emisión (en 2010 el volumen de las transacciones alcanzó las 5.473 millones de toneladas de CO₂ por un valor de 70.000 millones de euros).

Desde la tesis de captar emisiones atmosféricas de CO₂ en ausencia de fuente antropogénica, la tecnología de eliminación de CO₂ mediante microalgas no tiene viabilidad económica, sino que debe servir de apoyo a la actividad de transformación en biocombustibles. Es decir, la biofijación es rentable para aquellas industrias energético-intensivas, en las que el cultivo de microalgas puede ser un paso estratégico hacia su independencia energética. Existen ejemplos de ello en la industria cementera que está empleando esta tecnología capturando el CO₂ para producir biomasa de alto valor.

Se trata de una técnica de gran proyección ya que permite compatibilizar necesidades que históricamente han sido opuestas: la producción de energía por un lado y la disminución de gases de efecto invernadero por el otro.

ASPECTOS TÉCNICOS

VENTAJAS

- La fijación fotosintética de CO_2 con microalgas es un sistema relativamente simple, ya que consiste en inyectar directamente el gas de combustión en el cultivo.
- La productividad media de una masa forestal puede alcanzar las 10 toneladas anuales de biomasa por hectárea, lo que supone una fijación de CO_2 de 17 t/ha·año. Sin embargo, la utilización de micro-organismos fotosintéticos puede alcanzar una productividad de 75 t/ha·año en reactores abiertos con una superficie de 10 ha (Benemann, 1987).
- Los cultivos son capaces de aprovechar eficientemente hasta el 90% del CO_2 inyectado.
- No compiten por los recursos propios de la agricultura ya que no requieren terrenos ni aguas de buena calidad.

DESVENTAJAS

- Los cultivos de microalgas para fijación de CO_2 , actualmente están orientados a captar volúmenes importantes provenientes de procesos industriales y de generación de energía eléctrica por lo que no se trata de actividades aisladas sino como mejora de procesos industriales grandes emisores de CO_2 :
 - Endesa ha construido una planta piloto con tecnología nacional en la central térmica Litoral de Almería de captura de CO_2 con microalgas, la más grande de Europa en su género que puede llegar a capturar hasta 20 toneladas de CO_2 al año.
 - Iberdrola está construyendo en su central de ciclo combinado de Arcos de la Frontera, una planta de 10.000 m² para aprovechar directamente el CO_2 de

la misma. Así, la multinacional eléctrica calcula que se utilizarán unas 200 toneladas de CO_2 al año para el cultivo de las microalgas con la intención de producir biocombustibles y aprovechar la biomasa obtenida, también, para acuicultura, cosmética, alimentación y fertilizantes, entre otros.

- Los cultivos requieren un aporte continuo de agua, lo que restringe su localización.

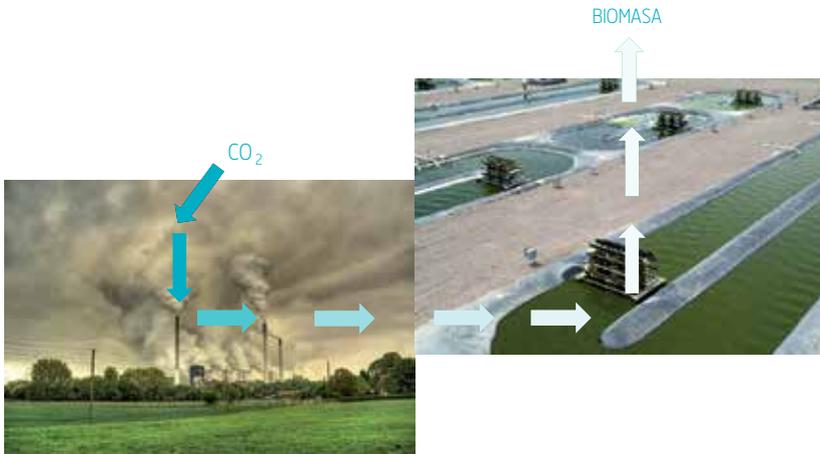


Imagen 8. (Izquierda) Gelsenkirchen por Guy Gorek. Creative Commons by-nc-nd.

<https://www.flickr.com/photos/derguy/4586888887/in/photostream/>

(Derecha) AgriLife-Algae-Facility Raceways por Texas A&M AgriLife. Creative Commons by-nc-nd

<https://www.flickr.com/photos/agrilife/4642647565/in/photostream/>

MICROALGAS MÁS APROPIADAS

Microalga	Fuente
<i>Botryococcus braunii</i>	Henneberg, 2009 Pribaldi, 2009 Atehortua, 2008
<i>Chlorella sp</i>	
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	
<i>Cylindrotheca sp</i>	
<i>Dunaliella primolecta</i>	
<i>Euglena gracilis</i>	
<i>Isochrysis sp</i>	
<i>Monallanthus salina</i>	
<i>Nannochloris sp</i>	
<i>Nannochloropsis sp</i>	
<i>Neochloris oleoabundans</i>	
<i>Nitzschia sp</i>	
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	
<i>Schizochytrium sp</i>	
<i>Spirulina sp</i>	
<i>Tetraselmis sueica</i>	
<i>Scenedesmus sp</i>	

Tabla 8. Microalgas más destacadas para Biofijación de CO₂

ASPECTOS LEGALES

- Protocolo de Kyoto.
- Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. Modificada por la Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- La Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible crea, en su artículo 91, el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO₂).

- Real Decreto 1494/2011, de 24 de octubre, por el que se regula el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible.

ASPECTOS ECONÓMICOS

- Se estima que el coste trabajando con sistema de tanque abierto sencillo por hectárea sería de aproximadamente 80.000 €, además habría que sumar los costes de operación, localización, disponibilidad de agua y una fuente de CO₂ (Beneman, 2008).
- Para hacer rentable su aplicación se deben obtener productos de valor como suplementos alimenticios, biocombustibles, fertilizantes, etc., dependiendo del microorganismo empleado.

CLAVES

- Existen ayudas de apoyo al sector privado para emprender actividades bajas en carbono, propiciando el clima de inversión necesario para impulsar el desarrollo de tecnologías limpias que contribuyan a la mitigación del cambio climático:
 - **Proyectos Clima**, promovidos a través del FES-CO₂, están concebidos para marcar una senda de transformación del sistema productivo español hacia un modelo bajo en carbono:

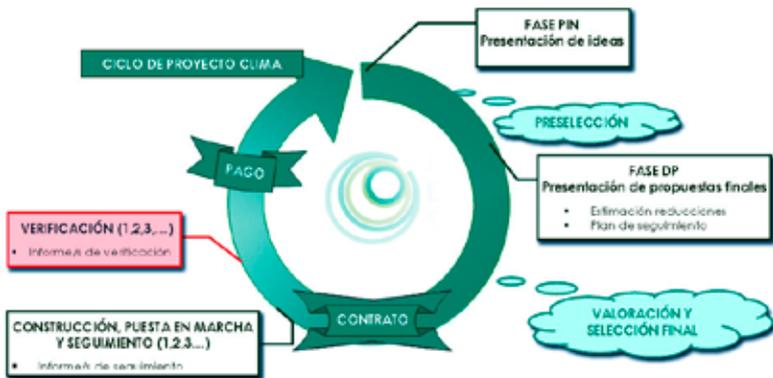


Imagen 9. Etapas Proyectos Clima. Fuente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente.

- **El programa LIFE+** es uno de los pocos programas de I+D, que ponen el foco en escalar tecnologías relacionadas con la lucha contra el cambio climático (y otras tecnologías medioambientales).

DIRECCIONES DE INTERÉS

- Ministerio de Agricultura, alimentación y Medioambiente: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/Convocatoria-2014-proyectos-clima.aspx>
- Endesa: <http://www.endesa.com/es/conoceendesa/lineasnegocio/principalesproyectos/CapturadeCO2>
- Iberdrola: <http://multimediaprofesionales.iberdrola.es/Noticias/IBERDROLA,LI DERA,PROYECTO,VIDA,PARA,DESARROLLAR,NUEVAS,TECNOLOGIAS,SOSTENIBLE S,MICROALGAS,540.html>
- Comisión Europea. Programa LIFE: <http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>

COSMÉTICA

OPORTUNIDAD

Las microalgas absorben y concentran elementos muy importantes para la salud y en concreto para mantener el buen aspecto externo de la piel del ser humano; su biomasa contiene antioxidantes, pigmentos, aminoácidos, vitaminas, polisacáridos y otras sustancias de gran interés para la industria cosmética.

El aprovechamiento industrial de las microalgas comienza en la segunda mitad del siglo XX con su introducción en jabones, cremas de afeitar, champús, tintes, productos de baño... etc. Su utilización en formulación cosmética se realiza fundamentalmente en dos líneas principales:

- Preparados de extractos fundamentalmente glicólicos con efectos tonificante, tensor, limpiador, desecante o antioxidante.
- Preparados de ficocoloides, que son polisacáridos extraídos de la pared celular, que aportan una textura suave y untuosa a los diferentes cosméticos.

Las microalgas han sido aceptadas gracias a la eficacia de numerosas moléculas, figurando como materia prima de grandes marcas de la cosmética internacional, evolucionando hacia una cosmética de tratamiento y prevención. La oportunidad de negocio puede derivar de la posibilidad de actuar como proveedor de componentes para la elaboración de cosmética tanto tradicional como natural.

Los extractos de microalgas son indicados para ser utilizados como productos anti-aging, regenerantes y anti-irritantes). Existen ejemplos de productos comerciales disponibles: una proteína rica en extracto de *Arthrospira* repara los signos de la edad (Protulines, Exsymol S.A.M., Monaco); y un extracto de *Chlorella vulgaris* estimula la síntesis de colágeno regenerando y reduciendo las arrugas (Dermochlorella, Codif, St. Malo, France).

Igualmente se pueden encontrar en cremas relacionadas con la higiene, la protección solar, el cuidado capilar o como pigmentos colorantes de maquillajes.



Imagen 10

DAFO

Debilidades

- Bajo desarrollo a escala industrial

Amenazas

- Mercado altamente competitivo
- Productos sustitutos
- Bajada actual de consumo

Fortalezas

- Productos respetuosos con la salud humana y el medio ambiente

Oportunidades

- Tendencia por los productos naturales
- Diferenciación

MERCADOS Y CLIENTES

El mercado de los productos de origen natural para el cuidado personal ha experimentado un interés creciente en los últimos años. La importancia por la apariencia física constituye un interés generalizado preocupando fundamentalmente el proceso de envejecimiento.

Los cosméticos elaborados a partir de microalgas proporcionan gran variedad de elementos como sales minerales, vitaminas y aminoácidos que estimulan funciones vitales en la piel facilitando su regeneración.

La cosmética ecológica en Estados Unidos, Canadá y el resto de Europa tiene una presencia importante en el mercado. Existen firmas que han extendido por todo el mundo su filosofía sostenible y que son conocidas internacionalmente: Dr. Hauschka, Weleda, La Biosthetique, son muestra de ello.

La gran potencia en Europa en este campo es Francia que lidera la lista de exportadores de productos cosméticos en Europa; pero ya existen en España empresas pequeñas y en muchas ocasiones artesanas que elaboran productos de calidad orientadas al mercado nacional.

España es el quinto país del mundo en facturación en el sector de cosmética, el consumo del mercado en el sector de la Perfumería y Cosmética tiene una dimensión aproximada de 7.100 millones de €/año, y una exportación aproximada a 2.300 millones de €/año; exportando principalmente productos de cosmética y perfumería a países como Francia y Portugal.

La dimensión industrial y comercial del sector es muy relevante en España, contando con unas 450 empresas, 84% de ellas PYME's, operando en este sector.

ASPECTOS TÉCNICOS

Microalga	Substancias	Aplicaciones Cosméticas
<i>Spirulina máxima</i> <i>Spirulina platenses</i>	Proteínas (aminoácidos) Vitaminas grupos A, B y E Hierro y otros minerales Lipasa (enzima) Tetrapirroles	Hidratante y antienvjecimiento
<i>Dunaliella</i>	Betacaroteno y Vitamina F Glicerol	Hidratante
<i>Chlorella</i>	Proteínas Vitaminas A, B, C y E	Nutriente de la piel

Tabla 9. Microalgas empleadas en formulación cosmética.

ASPECTOS LEGALES

La legislación de forma general sobre productos cosméticos es:

- **Reglamento (CE) N° 1223/2009** del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 Se abre en una ventana nueva, sobre los productos cosméticos (DO L 342 de 22.12.2009, p.59).
- **Reglamento (UE) N° 655/2013** de la Comisión, de 10 de julio de 2013, por el que se establecen los criterios comunes a los que deben responder las reivindicaciones relativas a los productos cosméticos (**Real Decreto 1599/1997** de 17 de octubre sobre productos cosméticos y modificaciones (parcialmente derogado a partir del 11 de julio de 2013, en lo que se oponga al Reglamento (CE) N° 1223/2009).

ASPECTOS ECONÓMICOS

En cuanto a la producción industrial y comercialización de productos de base microalgal, hay que tener en cuenta que la extracción del aceite de la biomasa seca de las microalgas es una de las fases más intensivas en cuanto a costes y menos desarrollada a escala industrial.

CLAVES

Además de la normativa anterior, los fabricantes se someten a criterios de empresas privadas de certificación, que garantizan la esencia natural de los cosméticos y se aseguran de que no contienen colorantes de síntesis y perfumes, derivados del petróleo, siliconas, activos genéticamente modificados o irradiados, que todos sus ingredientes sean de origen vegetal y que en todo su proceso productivo se respete al máximo el medio ambiente.

Los principales organismos certificadores europeos son Ecocert (Francia), Cosmebio (Francia) BDIH (Alemania), Soil Association (Reino Unido) y AIAB (Italia). En España los más habituales son Ecocert y Cosmebio:



Imagen 11. Logo de ECOCERT



Imagen 12. Logo de Cosmebio

DIRECCIONES DE INTERÉS

- Agencia española de medicamentos y productos sanitarios: <http://www.aemps.gob.es/cosmeticosHigiene/portada/home.htm>

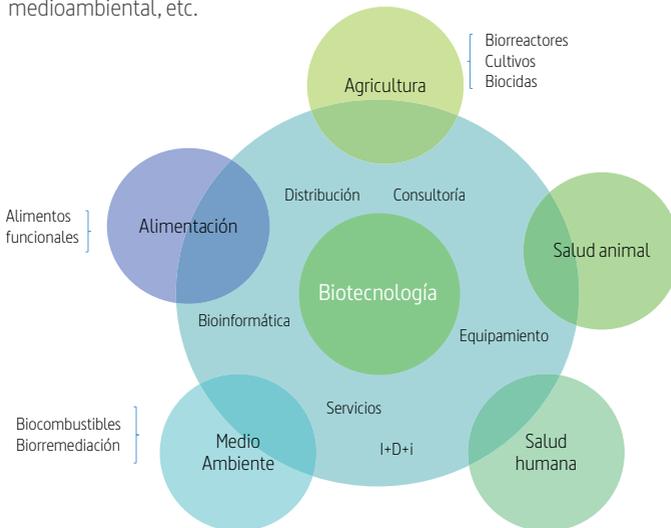
Escenario del sector de las microalgas

EMPRESAS

Las microalgas como actividad económica se circunscriben principalmente en los sectores de la biotecnología y la acuicultura.

Actualmente existen en España aproximadamente tres mil empresas dedicadas a actividades de biotecnología comprendiendo los campos salud humana, animal, vegetal, industrial o ambiental.

Dentro de la **biotecnología** podríamos centrar la actividad relacionada con las microalgas en aquellos procesos biotecnológicos o bioprocesos, que son por definición, procesos que tratan de utilizar microorganismos y sus productos en la producción y desarrollo de productos de alto valor añadido con utilidad para alimentación, energía, protección y restauración medioambiental, etc.



Esquema 4. Segmentos y actividades del sector de la biotecnología relacionados con microalgas

En el esquema de arriba podemos distinguir aquellos segmentos de la biotecnología en los que existe penetración de las microalgas como actividad económica, permitiéndonos diferenciar las principales áreas de actividad (Distribución, Equipamiento, Servicios, I+D+i, Consultoría,...).

En España, se trata de un sector incipiente que no cuenta con gran representación caracterizado por pequeñas empresas de creación relativamente reciente, aunque las mayores iniciativas las encontramos en las principales multinacionales del campo de la energía (Abengoa Biotecnología, Repsol, Acciona Energía y Acciona Biocombustibles, Endesa, Iberdrola). Entre sus principales representantes podemos destacar:

<p>AQUALGAE, S.L. Vigo (Pontevedra) http://www.aqualgae.com</p>	<p>ALGAENERGY, S.A. Madrid http://www.algaenergy.es</p>
<p>ALGASGEN BIOTECNOLOGÍA, S.L. Madrid http://www.algasgen.com</p>	<p>BIOTECNOLOGÍA DE MICROALGAS, S.L. Madrid - Jerez de la Frontera (Cádiz) http://www.btmicroalgas.es</p>
<p>CLEANALGAE, S.L. Gran Canaria http://www.cleanalgae.es</p>	<p>MONZÓN BIOTECH, S.L. Barcelona http://mznbiotech.com</p>
<p>ALGASOL RENEWABLES, S.L. Balears http://www.algasolrenewables.com</p>	<p>ALGAFUTURE INICIATIVAS SOSTENIBLES, S.L. Málaga http://www.algafuture.com</p>
<p>NEOALGAE, S.L.N.E. Asturias http://www.neoalgae.es</p>	

En cuanto al sector acuícola, de las casi 700 empresas registradas en España en la base de datos del Observatorio Español de Acuicultura, encontramos muy pocos casos de empresas dedicadas al cultivo de microalgas:

<p>ACUAZUL, S.C. Jerez de la Frontera (Cádiz) http://www.acuazul.com.es</p>	<p>FITOPLANCTON MARINO, S.L. Puerto de Santa María (Cádiz) http://www.easyalgae.com</p>
<p>PISCICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA, S.L. Burriana (Castellón) http://www.piscimar.net</p>	<p>SEAWEEED CANARIAS, S.L. Las Palmas de Gran Canaria http://www.seaweedcanarias.com</p>
<p>ALGALIMENTO, S.L. Gran Canaria http://www.algalimento.com</p>	

REDES DE CONOCIMIENTO

Un gran indicador del grado de madurez del sector es la existencia de redes de conocimiento formadas por entidades y organizaciones que comparten un interés común en promover unas líneas de trabajo determinadas, permitiendo aflorar un mapa de conocimiento acerca del sector. De esta manera podemos observar sobre el mapa de España la relación entre organismos de investigación vinculados con la temática y la creación de empresas relacionadas con dicha actividad.

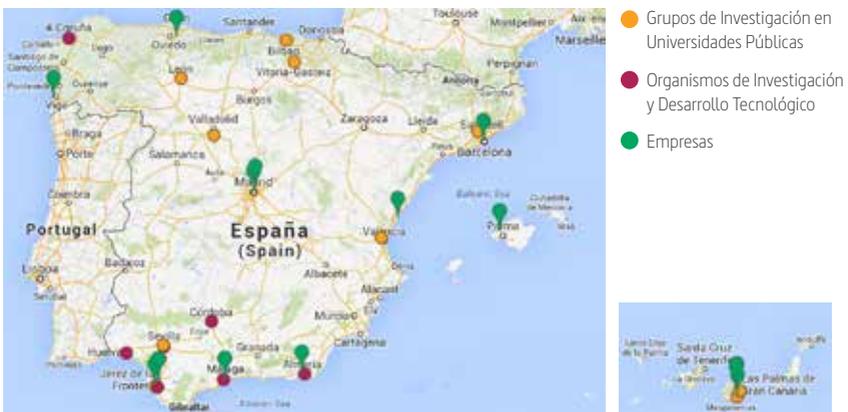


Imagen 13. Ubicación de organismos de investigación y empresas vinculadas con microalgas

A continuación hacemos un repaso por aquellos organismos y entidades que juegan un papel fundamental en las líneas de trabajo relacionadas con microalgas (fotobiorreactores, depuración, biofijación, energía, etc.) y por otras asociaciones que pudieran servir de fuentes de información al bioempresedor.

ORGANISMOS DE INVESTIGACIÓN:

<p>AINIA Parque tecnológico de Valencia http://www.ainia.es</p>	<p>AZTI-TECNALIA Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia http://www.azti.es/es</p>
<p>BANCO ESPAÑOL DE ALGAS (BEA) Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) http://marinebiotechnology.org/es</p>	<p>FUNDACIÓN LEIA Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia http://www.leia.es</p>
<p>INBIOTEC Parque Científico de León http://www.inbiotec.com</p>	<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS Gran Canaria http://www.itccanarias.org</p>
<p>Fundación BIOAGRAMAR Gran Canaria http://www.bioagramar.org/index.php/es/patronato.html</p>	<p>EL INSTITUTO DE BIOQUÍMICA VEGETAL Y FOTOSÍNTESIS (IBVF) Centro de Investigaciones Científicas Isla de la Cartuja (Sevilla) http://www.ibvf.csic.es</p>
<p>Centro Tecnológico LEITAT Terrassa (Barcelona) http://www.leitat.org/castellano</p>	<p>Centro de Investigación y Formación Pesquera y Acuícola (CIFPA) "EL TORUÑO" Cádiz</p>
<p>Centro Tecnológico CIDAUT Boecillo (Valladolid) http://www.cidaut.es</p>	

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE UNIVERSIDADES PÚBLICAS:

Biotechnología de Microalgas marinas Universidad de Almería	Biotechnología de Microalgas Universidad de Sevilla
Microalgae: Grupo de Estudio y Aplicaciones de las Microalgas Universidad de A Coruña	Algal Biotechnology Group (BITAL Group) Universidad de Huelva
Tecnologías del Medio Ambiente Universidad de Cádiz	Fotobiología y Biotecnología de Organismo Acuáticos (FYBOA) Universidad de Málaga
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular Universidad de Córdoba	

PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS:

ALIMENTACIÓN, AGRICULTURA Y PESCA	
Plataforma Tecnológica Española Food for Life http://www.foodforlife-spain.es	Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y Acuicultura http://www.ptepa.org
MEDIOAMBIENTE Y ECOINNOVACION	
Plataforma de Tecnologías Ambientales http://www.pt-planeta.es	Plataforma Tecnológica Española del Agua http://www.plataformaagua.org
ENERGÍA	
Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa http://www.bioplat.org	Plataforma Tecnológica Española del CO₂ http://www.pteco2.es
BIOTECNOLOGÍA	
Plataforma Tecnológica de Biotecnología Vegetal http://www.biovegen.org	Plataforma de Mercados Biotecnológicos (Spanish Biotech Platform) http://www.mercadosbiotecnologicos.com

ORGANISMOS Y ENTIDADES INTERNACIONALES:

<p>Algae Biomass Organization (ABO)</p> <p>Organización sin fines de lucro cuya misión es promover el desarrollo de mercados comerciales viables para los productos renovables y sostenibles derivados de algas.</p> <p>http://www.algaebiomass.org</p>	<p>European Biomass Association (AEBIOM)</p> <p>Organización internacional con sede en Bruselas, sin fines de lucro fundada en 1990 cuya misión es promover el desarrollo sostenible del sector de la bioenergía en la UE. Reúne a 31 asociaciones nacionales y más de 70 empresas de toda Europa, lo que representa más de 4.000 miembros indirectos, incluyendo empresas, centros de investigación y particulares.</p> <p>http://www.aebiom.org</p>
<p>European Algae Biomass Association (EABA)</p> <p>Asociación Europea cuyo objetivo es promover el intercambio mutuo y la cooperación en el campo de la producción y el uso de la biomasa.</p> <p>http://www.eaba-association.eu</p>	<p>National Algae Association (NAA)</p> <p>Asociación que reúne la colaboración de investigadores en el campo algal, productores de algas comerciales, proveedores de equipos, especialistas, etc.</p> <p>http://www.nationalalgaeassociation.com</p>
<p>Arizona Center for algae technology and innovation (Azcati)</p> <p>Centro para la investigación, las pruebas y la comercialización de productos a base de algas. Estos incluyen los biocombustibles, productos farmacéuticos, nutracéuticos, y otros co-productos de la biomasa de algas.</p> <p>http://www.azcati.com</p>	<p>Japan Association for Microalgae Fuels (JMAF)</p> <p>Asociación de iniciativa empresarial que intenta promover el desarrollo de tecnologías para la producción de biocombustibles a partir de microalgas y recomendar las medidas necesarias para el desarrollo de la tecnología.</p> <p>Más información en:</p> <p>http://www.algaeobserver.com/the-establishment-of-the-japan-association-for-microalgae-fuels-jmaf</p>
<p>Algae Observer</p> <p>AlgaeObserver es un blog dedicado a proporcionar un punto focal para todos aquellos interesados en el potencial comercial de las algas.</p> <p>http://www.algaeobserver.com</p>	<p>Algae Industry Magazine</p> <p>Publicación especializada dirigida al crecimiento y desarrollo de la industria de biocombustibles de algas y co-productos. Se trata de un lugar de encuentro para las observaciones, ideas, noticias e información acerca de la comunidad de especialistas en producción de algas. De modo que sirva como puerta de acceso para aquellos que quieran involucrarse en un futuro en energía sostenible.</p> <p>http://www.algaeindustrymagazine.com</p>

I+D+i

En España se han llevado a cabo casi un centenar de proyectos de investigación algal relacionados con varias temáticas (energía, alimentación, aprovechamiento de CO₂, etc.), en este sentido la comunidad autónoma con mayor actividad investigadora es Andalucía, seguida de Canarias, País Vasco y Cataluña.

Proyectos por Comunidades Autónomas

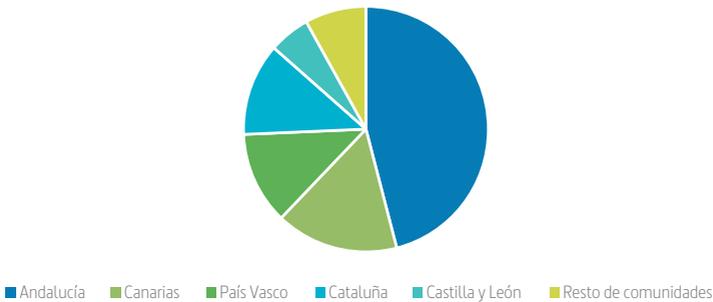


Gráfico 2. Participación en proyectos de I+D+i relacionados con microalgas por Comunidades Autónomas.

La mayor parte de estos proyectos corresponden a iniciativas públicas, aunque también existen casos de proyectos de colaboración público-privada en varios ámbitos de actuación incluso a nivel europeo. En el gráfico siguiente podemos observar el porcentaje de proyectos coordinados por empresas, Centros Tecnológicos y Universidades:

Titularidad Entidad Coordinadora



Gráfico 3. Porcentaje de proyectos por titularidad de las entidades coordinadoras

En cuanto a las líneas de investigación seguidas durante el desarrollo de los proyectos podemos distinguir:

Clasificación de proyectos por área temática.

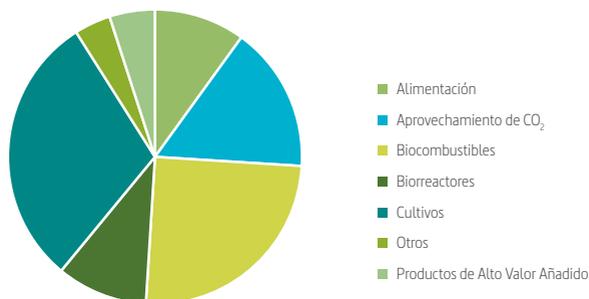


Gráfico 4. Clasificación de proyectos por área temática. Fuente: ENERGÍA DE LAS ALGAS. PRESENTE Y FUTURO. BIOPLAT

PROYECTOS DE I+D+i DESTACADOS:

CONSORCIOS NACIONALES:

CENIT VIDA (Investigación en Tecnologías Avanzadas para la Valorización Integral de Algas)

Objetivo: potenciar el sector de la acuicultura a nivel internacional abarcando diversas áreas de interés: nutrición, sostenibilidad ambiental, farmacéutico y energía, y a que España siga liderando las iniciativas de I+D en este campo con tanta trascendencia socio-económica, ampliando el rango de aplicación e incrementando la sostenibilidad y la protección medioambiental de este sector industrial.

Participantes: este proyecto, de interés estratégico nacional ha sido liderado por IBERDROLA y ha contado con la participación de 14 empresas pertenecientes a diversos sectores de actividad, tales como el energético (IBERDROLA y REPSOL, ambas accionistas de ALGAENERGY), agroindustrial (FERTIBERIA), depuración de aguas (AQUALIA), entre otros.

Presupuesto: 19 M€

Financiación y apoyo: el proyecto ha sido apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y subvencionado por el CDTI en la convocatoria del Programa CENIT del año 2010.

Web: <http://www.cenitvida.es>

PROYECTO MICROALGAS. Producción y desarrollo de cultivo de algas para la captación de anhídrido carbónico y la producción de biocombustibles

Objetivo: garantizar, mediante la investigación y el desarrollo, el suministro energético, incrementando la contribución de las energías renovables y las tecnologías energéticas emergentes, de forma eficiente y competitiva, y su integración en el sistema energético nacional.

En el marco de este proyecto se creó y se consolidó el Banco Español de Algas (BEA) que está acreditado ante el Gobierno de España como autoridad internacional para el depósito de microorganismos, conforme a las disposiciones del Tratado de Budapest, por la resolución nº 239 de la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) de fecha 28 de octubre de 2005. Esta acreditación confiere al BEA la función de depósito de algas con fines de reconocimiento de la propiedad intelectual ante la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y la Oficina Española de Patentes y Marcas.

Participantes:

- Universidad de Almería
- Universidad de Córdoba
- Universidad de Sevilla
- Universidad de las Palmas de Gran Canaria
- Abengoa Bioenergía
- Acciona Biocombustibles y Acciona Energía
- Endesa

- Repsol
- Como instituciones de investigación asociadas: Universidad Politécnica de Cartagena, Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), Centro Tecnológico de Investigación AITEMIN, Institut de Recerca en Energia de Catalunya y Universidad de Murcia.

Presupuesto: 12 M€

Financiación y apoyo: Fondo Especial del Estado para la Dinamización de la Economía y el Empleo (Plan E) del año 2009.

Web: <http://www.repositorio.ieo.es/xmlui/handle/10508/1603>

PSE-MICROALGAS (Producción y valoración de biomasa a partir de microalgas)

Objetivo: es un proyecto cooperativo multidisciplinar cuyos objetivos principales, complementarios entre sí, tienen un carácter energético, medioambiental, alimentario y farmacéutico.

Participantes:

- Biotecnología de microalgas S.L.
- CIEMAT
- LEIA. Centro de Desarrollo Tecnológico
- Instituto Tecnológico de Canarias S.A.
- Confederación española de fabricantes de alimentos compuestos para animales
- Acciona Biocombustibles S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid
- Oficina Técnica de Gestión del Proyecto: IDaction S.L.

Presupuesto: 2.798.840 €

Financiación: Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del Subprograma de Proyectos Singulares Estratégicos del Programa Nacional de Cooperación Público-Privada, dentro de la Línea Instrumental de Articulación e Internacionalización del Sistema, en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, 2008-2011.

La Unión Europea participa en la financiación de estas ayudas dentro del “Programa Operativo de I+D+i por y para el beneficio de las empresas” (Fondo Tecnológico) del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Más información: <http://www.ciemat.es/portal.do?IDM=170&NM=3>

CONSORCIOS EUROPEOS:

AQUAFUELS (Algae and aquatic biomass for a sustainable production of 2nd generation biofuel)

Objetivos:

1. Explorar la viabilidad global de las cadenas de producción algal.
2. Indicar (a científicos, sector industrial, etc.) las estrategias más adecuadas para desarrollar este tipo de cadenas de producción
3. Estructurar la futura cooperación en investigación y científica en el sector en la UE

Participantes:

- Universidad de Almería (España)
- Imperial College of Science, Technology And Medicine (Reino Unido)
- Necton - Companhia Portuguesa de Culturas Marinhas Sa (Portugal)
- National University of Ireland, Galway (Irlanda)

- Mikrobiologicky Ustav - Avcr, V.V.I. (República Checa)
- Martinelli Laura (Italia)
- Roquette Freres Sa (Francia)
- Wageningen Universiteit (Países Bajos)
- Ben-Gurion University Of The Negev (Israel)
- Università Degli Studi Di Firenze (Italia)
- Diester Industrie (Francia)
- Universiteit Gent (Bélgica)

Presupuesto: 869.001 €

Financiación: FP7 ENERGY 2009

Web: <http://www.aquafuels.eu>

SEAFARE (Sustainable and environmentally friendly aquaculture for the Atlantic Region of Europe)

Objetivos:

1. Promover la diversificación de la industria acuícola, proporcionando una gama más amplia de especies y sistemas alternativos de producción.
2. Proteger los ambientes costeros sensibles a través del desarrollo de nuevos sistemas agrícolas integrados en los hábitats de humedales sensibles y minimizar los impactos de las descargas de la acuicultura a través del uso de los humedales como biofiltros naturales.
3. Evaluar los peligros asociados con las especies acuícolas introducidas.

Participantes: el consorcio está formado por 5 socios y 9 asociados, todos ellos de la Región Atlántica. Los cinco socios principales son:

- Bangor University (Reino Unido)
- Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Francia)
- AquaTT (Irlanda)
- Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P (Portugal)
- **Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y de la Producción Ecológica (España)**

Entre los 9 participantes asociados se encuentra dos entidades españoles: Fitoplancton marino (Easylgae) y Pesquerías Isla Mayor.

Presupuesto: 3.179.473 €

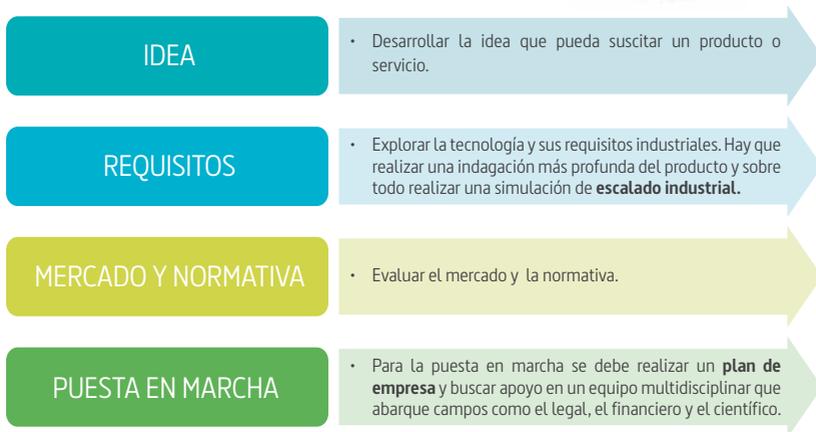
Financiación: cofinanciado por European Union Atlantic Area Transnational Programme 2007-2013

Web: <http://www.seafareproject.eu>

Bioemprende



HACER DE LA IDEA UN NEGOCIO



PLAN DE EMPRESA

Es un documento necesario que describe la viabilidad técnica, económica y financiera de una idea de negocio. Debe contener los siguientes aspectos:



TRÁMITES GENERALES

PLAN DE EMPRESA

- Cámaras de Comercio
- Dgipyme

FORMA JURÍDICA

- Ipyme

AYUDAS Y SUBVENCIONES

- <http://www.agenciatributaria.es>

- Código de identificación fiscal
- Declaración censal del inicio de la actividad
- Impuestos sobre actividades económicas

TESORERÍA DE LA SEGURIDAD SOCIAL

- <http://www.seg-social.es>

- Afiliación a la Seguridad Social. En Régimen de autónomos o en el Régimen General
- Alta de cobertura de Riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Inscripción de la empresa (sólo si se tienen trabajadores)
- Afiliación y alta de trabajadores

AYUNTAMIENTO

Licencia calificada para empresas que requieran autorizaciones especiales (sanitaria, mercancías peligrosas, etc.). Este tipo de licencia es aplicable a la mayoría de las bioempresas.

- Licencia de obras mayores y menores, con o sin proyecto
- Licencia de actividad. Calificada o no Calificada
- Impuesto sobre construcciones instalaciones y obras
- Licencia de apertura

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS (OEPM)

- Solicitud del registro de Patente de Marca o Nombre comercial

OFICINA DE PATENTES EUROPEA (EPO) / ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (OMPI)

TRÁMITES ESPECÍFICOS

Determinadas actividades están sometidas a una legislación concreta que depende de cada Comunidad Autónoma

APOYO PÚBLICO

AÑO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

El año 2014 se ha declarado como el “*Año de la Biotecnología en España*”. El Senado ha aprobado como enmienda a los Presupuestos Generales del Estado la autorización de que las actividades incluidas en el programa oficial del Año Nacional de la Biotecnología tengan la consideración de acontecimiento de *excepcional interés público* a los efectos de lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 49/2002 sobre incentivos fiscales al mecenazgo. Se establecen por tanto beneficios fiscales para la conmemoración, con bonificaciones para particulares y empresas que participen en las actividades del Año de la Biotecnología.

RED EMPRENDEVERDE

La Fundación Biodiversidad es una fundación pública del Gobierno de España, adscrita al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente que ofrece al **emprendedor verde**, un conjunto de acciones dirigidas a ayudar a crear y consolidar la empresa verde, poniendo a su disposición herramientas como: una plataforma de Networking 2.0, contacto con inversores y financiadores, formación y asesoramiento, experiencias de éxito, información y noticias de interés, etc.

<http://www.redemprendeverde.es>

BIOINCUBADORA CEEI ASTURIAS

El CEEI Asturias acoge una instalación adaptada a las necesidades de las nuevas empresas del ámbito de las ciencias de la vida que busquen un espacio para iniciar su actividad de manera inmediata.

La Bioincubadora cuenta con 1.264 m² y 6 laboratorios llave en mano en régimen de alquiler de completamente equipados. Además tiene una sala de instrumental común y 5 oficinas nido totalmente nuevas para la pre- incubación de proyectos empresariales.

Dirigido a:

- Empresas biotecnológicas o del ámbito de las ciencias de la vida constituidas y puestas en marcha.
- Bio-emprendedores en fase de desarrollo de su plan de empresa.

Más información: <http://www.ccei.es>

BIOINCUBADORA BOKABI

Es la primera incubadora especializada en biociencias en el País Vasco y tiene como misión la creación y el desarrollo de empresas innovadoras del sector de la Biotecnología y relacionados. Biokabi acoge proyectos de creación de empresas en biociencias desde su puesta en marcha hasta su entrada con éxito en el mercado. Entre sus infraestructuras cuenta con módulos de oficinas y laboratorios equipados (instrumental y de cultivos celulares) de uso común.

Más información: <http://www.biokabi.net>

FUENTES DE FINANCIACIÓN

SUBVENCIONES PÚBLICAS

En líneas generales, los principales programas de apoyo a la creación de empresas son:

Descripción de la Ayuda	Órgano Gestor	Título de la Ayuda	Ámbito
Fondo para la financiación de start-ups biotecnológicas europeas	EMBL (European Molecular Biology Laboratory) http://www.embl-heidelberg.de	EMBL Ventures	Europeo
Apoyo a la creación y consolidación de nuevas empresas de base tecnológica en España.	CDTI - Ministerio de Economía y Competitividad http://www.cdti.es	NEOTEC	Nacional
Promoción en la creación de empresas innovadoras y de base tecnológica que propongan inversiones basadas en proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y, en general, en la innovación tecnológica, el diseño industrial y la mejora medioambiental.	Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas http://www.dgfc.sggp.meh.es	Ley de Incentivos Económicos Regionales (LIR)	Nacional

Para consultar los programas de apoyo a creación de empresas en vigor, deben dirigirse a:

- Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA) <http://www.idepa.es>
- Instituto Galego de Promoción Económica (IGAPE) <http://www.igape.es/es>
- Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco <http://www.industria.ejgv.euskadi.net>
- Consejo Superior de Cámaras de Comercio y Navegación de España. Fundación INCYDE (Instituto Cameral para la Creación de Empresas) <http://www.camaras.org>
- Ayuntamientos

APOYO FINANCIERO

Descripción de la Ayuda	Órgano Gestor	Título de la Ayuda	Ámbito
Líneas de financiación para la creación de empresas	Empresa Nacional de Innovación http://www.enisa.es	Líneas de Financiación ENISA	Nacional
Préstamos a empresas tecnológicas	Instituto de Crédito Oficial http://www.ico.es	Líneas ICO Empresas y Emprendedores	Nacional

CAPITAL RIESGO

Son empresas o fundaciones que, a cambio de ofrecer una financiación adicional a emprendedores en distintas fases de la creación de una empresa, exigen una participación en esa compañía o la devolución, después de un tiempo pactado anteriormente, de la inversión junto a un interés o porcentaje de los beneficios.

Asociación	Descripción	Ámbito
EVCA: European Venture Capital Association http://www.evca.eu	La EVCA es la Asociación Europea de Capital Inversión y Capital Riesgo (European Private Equity and Venture Capital Association). Su objetivo es promover, facilitar y representar los intereses y necesidades del sector del capital inversión y el capital riesgo en Europa.	Europeo
ASCRI: Asociación Española de Capital Inversión. http://www.ascrri.org	La Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI) nace en 1986, sin ánimo de lucro, con la misión principal de desarrollar y fomentar la inversión en capital de compañías no cotizadas, así como la representación, gestión y defensa de los intereses profesionales de sus socios.	Nacional

OTRAS FUENTES DE FINANCIACIÓN

BUSINESS ANGELS

Son personas físicas con un amplio conocimiento de determinados sectores y con capacidad de inversión, que impulsan el desarrollo de proyectos empresariales con alto potencial de crecimiento en sus primeras etapas de vida, aportando capital y valor añadido a la gestión. Más información en <http://www.ipyme.org>

ASOCIACIONES EMPRESARIALES

1. Federación Española de Biotecnólogos (FEBiotec): <http://www.febiotec.es>
2. Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO): <http://www.asebio.com/es>
3. Asociación Española de Biodiesel y Energías Renovables
4. Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos (APROMAR): <http://www.apromar.es>

RECOMENDACIONES Y CONSEJOS

1. Cooperar con centros de I+D (universidad, centro tecnológico,..) para financiar, llevar a cabo actividades de I+D y dar a conocer la tecnología.
2. Forjar la percepción pública de la empresa. Podría resultar útil presentarse a premios como:
 - Premios Red Empreverde: <http://www.redempreverde.es>
 - European Business Awards for the environment: <http://ec.europa.eu/environment/awards/index.html>

CASOS DE ÉXITO



INTRODUCCIÓN

Es una empresa de base tecnológica fundada en 2007, que desarrolla su actividad en el sector de la biotecnología de microalgas, con interés industrial y comercial, promovida y gestionada por un grupo de empresarios y científicos de reconocida solvencia y dilatada experiencia.

Como Consejero de ALGAENERGY y referente científico de la empresa cuentan con el Profesor Miguel García Guerrero, Catedrático de Bioquímica Vegetal y Biología Molecular

de la Universidad de Sevilla, una de las escasas autoridades mundiales en biotecnología de microorganismos fotosintéticos.

Dos accionistas y socios tecnológicos de ALGAENERGY son IBERDROLA y REPSOL, líderes en energías renovables y combustibles han apostado por la investigación y el desarrollo de tecnología basada en microalgas.

La empresa está vinculada a Universidades y Centros de Investigación de microalgas de gran reconocimiento internacional, con los que desarrolla importantes programas de I+D.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Se dedica a la comercialización de productos derivados de las microalgas para acuicultura, bajo la marca ALGAEPISCIS, e investiga también la aplicación de las mismas en productos farmacéuticos, nutracéuticos, cosmética, piensos para animales, agricultura y nuevos materiales.

Destacan sus servicios de tecnología y construcción de plantas “llave-en-mano” para la producción de microalgas.

INFRAESTRUCTURAS

ALGAENERGY tiene en operación su propia **Planta Tecnológica de Experimentación con Microalgas (PTM)**, siendo la herramienta de I+D privada más potente conocida en el ámbito internacional de la biotecnología de microalgas, con una capacidad de cultivo de 40.000 litros, y cuya construcción en el aeropuerto de Madrid-Barajas quedó completada en mayo de 2011.

La siguiente fase de su Plan Estratégico es la construcción, ya comenzada, de una planta de producción de 1.000.000 de litros en Arcos de la Frontera (Cádiz), sobre una superficie de 10.000 m² y con una producción estimada de 100 toneladas de biomasa microalgal al año.

I+D+i

Su cartera de proyectos de I+D abarca desde la ingeniería genética aplicada a la modificación del metabolismo de ciertas microalgas, hasta el desarrollo y puesta en funcionamiento de nuevos y más eficientes sistemas de cultivo y procesado de la biomasa microalgal.

Actualmente está desarrollando los siguientes programas de I+D:

- PISCIS
- CO2BIOCAP
- CENIT VIDA
- GENETDIESEL
- LIFE+ CO2ALGAEFIX
- FP7 ECLIPSE
- BYEFOULING



INTRODUCCIÓN

Es una empresa fundada en el año 2012 dedicada a la producción de microalgas, garantizando los máximos estándares de la calidad y seguridad e higiene de sus productos.

La idea de negocio nació de tres empresas canarias, Juliano Bonny Gómez SL, Grupo Satocan Desarrollos SL y la Fundación Lidia García, cuyo objetivo es ampliar su experiencia en el mundo de la biotecnología, en concreto en el de la producción de microalgas con desarrollos a escala industrial.

Además mantiene una estrecha colaboración con el Instituto Tecnológico de Canarias, que lleva más de diez años trabajando en este campo.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Actualmente producen dos especies de Microalgas: *Isochrysis* y *Tetraselmis*. Así mismo, disponen de producción bajo pedido de otras especies de microalgas como *Nannochloropsis gaditana*, *Espirulina*, *Dunaliella salina* y *Chlorella*.

Sus microalgas se aprovechan en sectores de la alimentación, farmacéutica y nutracéutica para el desarrollo de productos de alto valor añadido.

INFRAESTRUCTURAS

La empresa dispone de:

- Planta de producción de microalgas de 2.000 m²
- Laboratorio de análisis agroalimentario
- Planta para procesado de la biomasa

Además tiene previsión de ampliación de la planta hasta una Hectárea que permitirá sistemas de cultivo de mayor escala.

I+D+i

ALGALIMENTO S.L., el Instituto Tecnológico de Canarias, Tecnalía Research & Innovation, Diasa Industrial, Universidad de Cádiz y Universidad de Sevilla se han unido en el proyecto ALGALIMENTO cuyo objetivo ha sido el desarrollo de una cadena de producción de microalgas marinas e hipersalinas y productos derivados orientada al mercado de la alimentación y que ha sido cofinanciado por el Ministerio de Economía y Competitividad y Fondos FEDER, estando enmarcado dentro de la Convocatoria del año 2011 para la concesión de ayudas correspondientes al programa INNPACTO.



INTRODUCCIÓN

Es una empresa de base tecnológica con sede social en Asturias, de un marcado perfil emprendedor, que desarrolla sus actividades en el sector de la biotecnología de microalgas.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Las principales actividades de la empresa son:

1. Asesoramiento científico y técnico para la puesta en marcha de un biorreactor con especies comerciales de microalgas.
2. Suministro de biomasa de cualquier especie (comercial) para inocular un biorreactor, realizando los cultivos escalares necesarios para una adecuada inoculación según el volumen del cultivo.
3. Colaboración con otras empresas y entidades en el desarrollo de proyectos de investigación (locales, estatales e internacionales) en el campo de aprovechamiento de microalgas.
4. Vigilancia tecnológica y estudios de mercado, para estar alerta de los últimos avances y del estado del arte de las distintas tecnologías.
5. Distribuidor oficial de equipos y productos de Varicon Aqua.
6. Venta de productos de microalgas: biomasa en formato de pasta fresca y extracto seco en función de los requerimientos del cliente y/o el fin o el objetivo del proyecto.
7. Diseño, consultoría e implantación de sistemas de calidad

INFRAESTRUCTURAS

Como centros de producción, la empresa cuenta con apoyo de:

- Escuela de Acuicultura de Mutriku (Guipúzcoa).
- Facultad de Biología de la Universidad de Oviedo.

I+D+i

La investigación juega un papel muy activo entre las actividades de la empresa, destacando su participación en proyectos de I+D+i europeos en los programas CIP-EIP-Eco-Innovation, FP7 y LIFE+.

ENTREVISTA CON BIOEMPREENDEDORES



Neoalgae es una empresa biotecnológica dedicada a la acuicultura y más concretamente a las microalgas, englobando todas las posibles aplicaciones que tienen en el sector industrial más tradicional. En su corto tiempo de vida ha participado en diferentes proyectos de investigación a nivel Local, Nacional y Europeo. Además han conseguido ser segundo finalista en el premio Emprendedor XXI en la modalidad Emprendes de Asturias. La empresa ha sido fundada por Ignacio Albert consultor ambiental con una experiencia de 8 años en medioambiente, realizando, entre otras cosas estudios de impacto ambiental y Fidel Delgado, pionero reconocido con diversos premios en el sector de alimentación y la certificación ecológica, ambos nos cuentan cómo ha sido su experiencia como bioemprendedores:

1. ¿Qué es Neoalgae y a qué se dedica? ¿Cuándo nace?

Neoalgae es una empresa biotecnológica que nace el día 31 de octubre de 2012 con el objetivo de trasladar todos los conocimientos que hay a nivel de laboratorio de las microalgas a un uso industrial real en empresas tradicionales.

2. ¿Con qué fuentes de financiación contasteis para iniciar la actividad?

Para el inicio de actividad hemos utilizado nuestros propios fondos, además este año con los beneficios obtenidos hemos decidido aumentar nuestro capital social cinco veces con el objetivo de optar a proyectos más ambiciosos.

3. ¿Cómo fue la puesta en marcha de la empresa?

La puesta en marcha fue muy rápida ya que utilizamos un puesto PIATI del CEEI que nos permitió registrarnos en muy poco tiempo y de forma muy sencilla. Así nos constituimos como una Sociedad Limitada Nueva Empresa.

4. ¿Se puede conciliar la sostenibilidad y que la empresa sea económicamente rentable?

Ese es nuestro objetivo claro y el porqué nos decidimos a montar una empresa de este tipo, ya que creemos que con nuestro humilde trabajo podemos ir cambiando y mejorando poco a poco el medio ambiente. Aunque económicamente los beneficios hasta el momento han sido pequeños, entendemos que irán mejorando poco a poco según vayamos saliendo de la crisis. La apuesta por la economía verde debe ser uno de los pilares en los que basar el crecimiento económico español.

5. ¿Cuáles son vuestros mayores logros obtenidos hasta ahora?

Nuestro mayor logro creemos que ha sido subsistir en esta época de crisis tan terrible, aunque también estamos especialmente orgullosos de la puesta en marcha de una planta piloto de cultivos fitoplanctónicos en la Universidad de Oviedo.

6. ¿Cuál es la situación en España del sector?

El sector de las microalgas ha estado muy relacionado desde siempre con la acuicultura, aunque en los últimos años ha estado muy en boga gracias a la cantidad de proyectos emprendidos por grandes empresas energéticas. El sector de las microalgas está totalmente desarrollado y asentado en otros países del mundo y creemos que aquí ese desarrollo va a comenzar pronto.

7. ¿Qué oportunidades presenta para el emprendedor este sector?

Creemos que oportunidades hay muchas pero que hay poquísimas opciones de llegar a las mismas ya que para iniciar cualquier nueva actividad de biotecnología es necesario una gran cantidad de dinero y hay pocas opciones de retorno rápido de beneficios, concluyendo que hay que creer mucho en el tema y tener ese espíritu innovador que te haga lanzarte a la piscina, en este caso a una piscina verde llena de microalgas.

8. ¿Cuáles son vuestros planes de futuro?

Estamos totalmente convencidos en sacar un producto comercial convencional cuya base sean las microalgas y que pueda ser utilizado por empresas de diferentes sectores tanto alimenticias como farmacéuticas.

Como decimos siempre al final de nuestras entrevistas [#greenpresent](#) [#greenfuture](#).

Muchas gracias por vuestro tiempo y por vuestro gran trabajo y cordialidad.

Conclusiones

En España existe una incipiente actividad económica alrededor de las microalgas, nada comparable con industrias desarrolladas como el caso de EE.UU., que actualmente emplea directa e indirectamente a más de 10.000 trabajadores en unas 100 empresas, así como en proyectos de investigación. Voces expertas estiman que en el año 2022, la industria norteamericana podría contar con 100.000 puestos directos y 200.000 indirectos en este sector, apuntando a la incorporación a la industria a través de la investigación y el desarrollo, nuevas tecnologías capaces de reducir costes de producción y aumentar rendimientos.

En España, la industria microalgal podría convertirse en un motor de crecimiento de empleo ya que su escasa implantación hace que adquiera un mayor potencial.

Para que esto sea posible es necesario que exista una tracción de varios factores, el primero de ellos ya mencionado anteriormente es el impulso de la I+D y su posterior aplicación industrial y el segundo es que se propicie un crecimiento de la inversión pública y privada, de modo que permita un desarrollo empresarial competitivo. Esto se puede realizar con éxito a través de un programa extenso de I+D y de una mayor participación entre las instituciones, emprendedores y tecnólogos, que propicie nuevos modelos de negocio para dar solución a las preocupaciones futuras: lucha contra el cambio climático y reducción de la dependencia energética.

En términos de empleo directo, el sector presenta la característica de que los puestos de trabajo susceptibles de crear corresponden a muy diversos perfiles desde científicos e ingenieros a trabajadores relacionados con la agricultura, industria y comercio. Hay que tener en cuenta que el empleo indirecto, adquiere una magnitud importante pudiendo duplicar la cifra de empleo directo, creándose puestos relacionados con la construcción de infraestructuras, comercialización, y otros puestos clave a lo largo de la cadena de valor.

De las oportunidades de negocio identificadas, la que cuenta con mayor potencial es la obtención de productos de alto valor energético. Un reciente estudio Algae 2020 afirma que el mercado global de la biomasa algal está preparada para un crecimiento explosivo en

los próximos diez años. De hecho, Algae 2020 sostiene que los EE.UU. y Europa no podrán cumplir sus objetivos de biocombustibles con únicamente cultivos de maíz, soja o colza y que la demanda a largo plazo de estos biocombustibles y la escasez de materia primas en los EE.UU., la UE y Asia originarán nuevas oportunidades para las microalgas.

Referencias

BIOCOMBUSTIBLES

GREENPEACE. “Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular”. (Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/renovables-2050.pdf>).

Bravo, V; Cárdenas J; y De Boeck, G. 2013. Microalgas, un cultivo promisorio para la producción de biodiesel. EEAOC - Avance Agroindustrial 33 (4).

Rubianes, J. 2011. Estudio técnico-económico de Producción de biodiesel mediante Algas.

Bioplat. Energía de las algas. Presente y Futuro.

Acciona. 2009. Acciona Informa nº 43. Un modelo de negocio sostenible.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2008. Compendio de la producción de bioenergía a partir de las algas. (Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/compendio-de-la-produccion-de-bioenergia-a-partir-de-algas/at_multi_download/file/bc-inf-06-08_Produccion_biodiesel_conAlgas.pdf)

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Plan de Energías Renovables 2011-2020

NUTRICIÓN

Gómez-Ariza, J. L.; García-Barrera, T.; Gómez-Jacinto, V.1; Garbayo, I.; Vilchez, C. Las microalgas, nuevos caminos hacia alimentos funcionales. Jornadas del campus de excelencia internacional agroalimentario.

Salvador Mendoza, H.; De la Jara Valido, A.; Portillo Hahnefeld, E.; Instituto Tecnológico de Canarias. 2011. Planta Piloto de cultivo de microalgas.

BIOFIJACIÓN DE CO₂

González-López, C.V.; Acién, F.G.; Fernández-Sevilla, J.M.; Molina, E. 2011. Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal 2(2):93-106.

Ben Amotz, A. 2009. Bio-Fuel and CO₂ Capture by Micro-Algae. 4 th International Bioenergy Congress. (Disponible en <http://www.porthuseventos.com.br/site/eventos/2009/eventobioenergia.com.br/congresso/br/palestras/AmiBenAmotz.PDF>).

DEPURACIÓN DE AGUAS

Confederación Hidrográfica del Duero. 2012. Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

Perales Vargas-Machuca, J.A. Microalgas: Depuración de Aguas, Producción de Biocombustibles y Biofijación de CO₂.

PWC. La gestión del agua en España, análisis de la situación actual del sector y retos futuros. (Disponible en http://www.acciona.es/media/1226705/informe_gestion_agua.pdf).

Puig Infante, A. 2012 Reutilización de las aguas residuales. Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, alimentación y Medioambiente.

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 2010. Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.

Figueroa, F. L; Gil Jerez, C; Rico, R. M; Moriñigo, M. A; Gómez-Pinchetti, J. L; Abdala Díaz, R. Biofiltración de efluentes mediante algas: valorización de la biomasa (alimentos funcionales y biodiesel).

COSMÉTICA

Rodríguez García, M; Tamayo Miranda, B, Garateix Fleites, A. 2010. Los Organismos Marinos y los Cosméticos. Medio Ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente Año 10, No.19, 2010 ISSN-1683-8904.

Spolaore, P; Joannis-Cassan, C; Duran, E; Isambert, A. 2006. Commercial Applications of Microalgae. Journal of bioscience and bioengineering. The Society for Biotechnology, Japan Vol. 101, No. 2, 87–96. 2006. DOI: 10.1263/jbb.101.87.

