



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Nueva Especie de **microalga** *Scenedesmus Almeriensis*

Dossier tecnológico P200500374

Universidad de Almería

Estación Experimental Fundación Cajamar



A. RESUMEN EJECUTIVO.

B. INTRODUCCIÓN.

C. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA TECNOLOGÍA

1. Objeto de la tecnología.
2. Descripción detallada.

Grado de novedad de la tecnología.

Información prospectiva.

Estado de la tecnología.

Ventajas de la tecnología.

3. Nivel de protección.

Descripción de la patente.

Patentes relacionadas.

D. EXPLORACIÓN DE MERCADO.

1. Aplicaciones reales.
2. Tiempo de introducción de la tecnología (*time-to-market*).

E. VALORACIÓN FINAL.

F. SOBRE LA UNIVERSIDAD DE ALMERÍA Y CONTACTOS.

A. Resumen Ejecutivo

Título de la patente

Nueva especie de microalga y su aplicación para consumo animal, humano y en la obtención de carotenoide.

La presente patente se refiere a una nueva cepa de microalga aislada por investigadores de la **Universidad de Almería** y la **Estación Experimental "Las Palmerillas"** de la **Fundación CAJAMAR**, identificada como "microorganismo no previamente registrado" por la Universidad de Gottinghem y depositada en la Collection of Algae and Protozoa (CCAP) como *Scenedesmus almeriensis*.

Aplicaciones

La nueva cepa permite importantes aplicaciones para consumo animal y/o humano. Además produce elevadas cantidades de carotenoides, especialmente luteína y betacaroteno, con posibilidades tanto en el **mercado de aditivos alimenticios animal y/o humano**, como en el **sector cosmético**, **el sector de la energía** y **el sector farmacéutico**. Principalmente es muy adecuada para la producción de carotenoides de aplicación en el tratamiento de desórdenes de la mácula como la degeneración macular senil (DMS).



Perspectivas futuras

La patente ofrece **muy buenas proyecciones en el mercado de los próximos años** debido a que el cultivo de microalgas para consumo humano es aún una actividad innovadora, joven e incipiente, que está experimentando una fuerte expansión a la vez que aumenta la demanda de nuevos productos y fuentes alternativas de alimentos y sustancias bioactivas. Como dato económico, las ventas de luteína como aditivo en Estados Unidos ascienden a una cifra de 150 millones de dólares al año (*Fernández-Sevilla et al. 2010*).

Fortalezas

La microalga *Scenedesmus almeriensis* presenta varias fortalezas entre las que cabe señalar su **elevada velocidad de crecimiento y gran tolerancia a condiciones de cultivo extremas**, creciendo en amplio rangos de temperaturas y pHs, y tolerando elevadas concentraciones de cobre. Además posee una **composición bioquímica distintiva** que le otorga un valor añadido elevado. Su contenido en **carotenoides** es muy poco usual, especialmente en **luteína**, llegando a valores muy altos de concentración de 500mg de luteína por cada 100 gramos de materia seca. Por otro lado, posee una **pared celular muy resistente** que la protege frente a fenómenos de estrés mecánico, facilitando así su impulsión mediante bombas centrífugas. Otro aspecto interesante se refiere a la industrialización de la producción de la microalga en **condiciones controladas**, respetando las normas de fabricación exigidas por las empresas médicas o farmacéuticas "GMP" [del inglés "*good manufacturing practice*"] que aseguran **la calidad del producto**. Otro punto fuerte a destacar es la capacidad de producción de manera continua proporcionando **flexibilidad a la demanda del mercado**. Por último, la *Scenedesmus almeriensis* presenta una **plusvalía medio ambiental** puesto que en el proceso se consume CO₂.

Prototipo

Para el cultivo de la microalga se ha construido un prototipo de fotobiorreactor de 4000L y, posteriormente, un nuevo dispositivo de 10 unidades con una configuración tipo *fence* de un total de 28.000 L. Ambos sistemas, construidos dentro de un invernadero, suponen *“el sistema cerrado más grande descrito específicamente para la producción de biomasa de microalgas ricas en luteína, y una de las unidades cerradas de fotobiorreactores en funcionamiento más grande del mundo”* (Fernández-Sevilla et al. 2010).

En estos prototipos no se ha detectado ningún tipo de complicaciones en el procedimiento de obtención de biomasa de la microalga ni de la extracción de luteína, resultando una **biomasa homogénea y de alta calidad** con una productividad máxima de 0,8g/L día en condiciones controladas. El dato más interesante es su **elevada productividad de luteína** que ha alcanzado valores máximos de 480 mg luteína/m² por día. Finalmente, mediante extracción con disolventes de uso alimentario, se han obtenidos extractos con hasta un 50% en peso de luteína y aceites enriquecidos con 5 g de luteína por litro.

Protección

Con respecto al nivel de protección de la invención, **la patente se ha protegido tanto nacional como internacionalmente en la mayoría de los países industrializados**, debido a que el mercado potencial de la invención es global. La patente española fue concedida a finales de 2007 y, en los dos últimos años, se ha extendido internacionalmente obteniendo la patente europea y la concesión en Japón y en Estados Unidos. Además se ha validado en países como Alemania, Francia, Italia, Holanda y Suiza. Estos altos niveles de protección presentan una importante **oportunidad para la internacionalización de las empresas** siguiendo la corriente actual del uso de la propiedad industrial como estrategia comercial para la expansión a nuevos mercados.

En breve ...

- Elevada velocidad de crecimiento y gran tolerancia a condiciones de cultivo extremas.
- Composición bioquímica distintiva: alto contenido en luteína y otros carotenoides.
- Pared celular muy resistente a procesos mecánicos de producción.
- Idónea adecuación a procesos continuos e industrializables de producción.
- Tecnología asociada para la producción intensiva y continua en fotobiorreactores en invernadero bajo condiciones controladas.
- Obtención de biomasa homogénea y de alta calidad.
- Alto nivel de protección bajo patente, a nivel internacional.

¿ En qué consiste ?

La presente invención se refiere a una **nueva especie de microalga**, aislada y verificada como nueva especie no anteriormente descrita, y al procedimiento de obtención de la misma. Debido a las características de crecimiento y composición bioquímica, la *Scenedesmus almeriensis* presenta importantes aplicaciones, tanto para acuicultura como para consumo humano, e incluso en la obtención de carotenoides o extractos de carotenoides para uso animal y/o humano.



C. Descripción detallada de la tecnología

1. Objeto de la tecnología

La *Scenedesmus almeriensis* presenta múltiples fortalezas, entre ellas, una **elevada capacidad de crecimiento (0.08 1/h)** y **gran tolerancia a condiciones de cultivo extremas: amplio rango de temperatura (10°C a 40°C) y de pH (7-9,5), y tolerancia a elevadas concentraciones de cobre.** Las condiciones más adecuadas para el crecimiento de la microalga *Scenedesmus almeriensis* son una temperatura de 30 °C y un pH de 8.0, sin adición de vitaminas. Además posee un contenido en **carotenoides** muy poco usual, por lo que es una fuente útil de obtención tanto de biomasa como de estos carotenoides, y en especial, de **luteína** (500 mg de luteína por cada 100 g de microalga o expresado en años 18 kg/m²/año). Por otro lado posee una **pared celular muy resistente** que la protege frente a fenómenos de estrés mecánico facilitando así su impulsión mediante bombas centrífugas.

2. Descripción detallada

Grado de novedad de la tecnología

Los principales requisitos que debe cumplir una especie de microalga para ser susceptible de utilización industrial son un **adecuado crecimiento** y una **composición bioquímica diferente** que le proporcione un **valor añadido** lo más elevado posible. En este sentido, la microalga con las características descritas en el punto anterior, presenta novedades en el mercado. Por un lado, su elevada capacidad de crecimiento con respecto a otras microalgas existentes, y por otro -y tal vez el dato más interesante- su composición bioquímica, especialmente su alto contenido en luteína.

En el mercado actual, la luteína se obtiene del cultivo de la **flor de *tagetes erecta***. Sin embargo la microalga *Scenedesmus almeriensis* con 500 mg de luteína por cada 100 g de microalga **supone una riqueza de luteína 5 veces mayor** que la contenida en la flor de *tagetes erecta* de 60-100 mg/100g. Además, desde un punto de vista industrial, la nueva cepa tiene una **producción anual mayor**, obteniendo 37 veces más, 18 kg/m²/año frente a los 0.48 kg/m²/año procedente del *tagetes erecta*.



C. Descripción detallada de la tecnología

2. Descripción detallada

Información prospectiva

La patente ofrece muy buenas proyecciones en el mercado de los próximos años debido a que el cultivo de microalgas para consumo humano es aún **una actividad innovadora joven e incipiente** -su desarrollo efectivo apenas cuenta con unos 50 años- que experimenta una **fuerte expansión** a la vez que **aumenta la demanda de nuevos productos y fuentes alternativas de alimentos y sustancias bioactivas**. Especialmente, en el ámbito de productos alimenticios adaptados para animales, el sector ha experimentando un crecimiento del 38% en los últimos 3 años proporcionándonos una idea de las oportunidades en este sector.

Por otro lado, otra vía de fuerte de expansión es la utilización de microalgas como **fuentes de energía renovable** para la producción de biodiesel. En este campo las empresas norteamericanas son las más implicadas en la innovación. Actualmente la cepa *Scenedesmus almeriensis* está siendo objeto de una investigación llevada a cabo por la Universidad de Almería para la modificación genética de la microalga orientada a la aplicación en la producción de biodiesel.



Estado de la tecnología

Existen miles de especies de microalgas catalogadas, aunque sólo unas pocas son explotadas comercialmente.

Como se ha citado anteriormente, los principales requisitos que debe cumplir una especie de microalga para ser susceptible de utilización industrial son un adecuado crecimiento y una composición bioquímica diferente que le haga tener un valor añadido lo más elevado posible.

En este sentido, las especies de microalga explotadas comercialmente en la actualidad van desde *Chlorella* y *Nannochloropsis* para acuicultura, a *Spirulina* para consumo humano, o *Dunaliella* y *Haematococcus* para la producción de carotenoides como betacaroteno y astaxantina, respectivamente.

Respecto a la producción de luteína, la microalga *Muriellopsis* sp. ha sido cultivada adecuadamente en fotobiorreactores tubulares de pequeña escala, 50 L, a nivel de laboratorio, con productividades de hasta 180 mg luteína/m² día, aunque la eficiencia fotosintética es muy reducida, del 4%.

Los resultados obtenidos con la nueva cepa aislada llegan a **duplicar** la capacidad de producción de luteína con respecto a las microalgas existentes, estando aún por optimizar.

C. Descripción detallada de la tecnología

2. Descripción detallada

Ventajas de la tecnología

La microalga se presenta como **fente muy rica en luteína** variando su contenido entorno a los 500 mg de luteína por cada 100 gr. de microalga. Esta cantidad supone 5 veces más que la proporción de luteína contenida en la flor de *tagetes erecta*, 60-100 mg/100g. Además, debido a su elevada capacidad de crecimiento, la nueva cepa proporciona una **producción anual mayor**, obteniendo 37 veces más, 18 kg/m²/año frente a los 0.48 kg/m²/año procedente del *tagetes erecta*. Además, la microalga *Scenedesmus almeriensis* puede crecer en una **gran variedad de medios de cultivo**, habiéndose determinado un crecimiento adecuado en las soluciones nutritivas utilizadas en **agricultura intensiva bajo plástico**. De acuerdo con observaciones al microscopio electrónico, dicha microalga posee una pared celular muy **resistente** que la protege frente a fenómenos de **estrés mecánico**, soportando así su impulsión mediante bombas centrífugas de hasta 2.0 CV de potencia.

Un aspecto interesante es que todo el procedimiento de **producción de la microalga se puede industrializar** con condiciones de trabajo controladas, respetando las normas de fabricación exigidas por las empresas médicas o farmacéuticas **"GMP"** (del inglés *"good manufacturing practice"*) que aseguran la **calidad del producto**.

Hoy en día la luteína que se comercializa en el mercado procede de la extracción de los pétalos de la flor *tagetes erecta*, y se cultiva principalmente en India y México. En este contexto, *Scenedesmus almeriensis* presenta unas **ventajas competitivas que facilitan nuevas oportunidades** con respecto al estado del arte actual.

Otro punto a destacar es la **capacidad de producción de manera continua**, que permite el suministro al mercado de manera regular, teniendo así más **flexibilidad en cuanto a la demanda del mercado**. En caso contrario tendríamos la producción discontinua de los cultivos de *tagetes erecta* que se cosechan 2 o 3 veces al año y que están sujetos a la variabilidad estacionaria propia de la agricultura tradicional.

Por otro lado, el cultivo de la microalga puede ser de interés para las empresas por su condición de **sumidero de CO₂ -procedimiento con un saldo final de cero consumo de carbono-** lo que otorga a la patente una **plusvalía medio ambiental**. En la actualidad y con un creciente aumento de la conciencia ambiental, estas estrategias mejoran notablemente la imagen de la empresa, a la vez que pueden reducir costes económicos. Además **se reducen las etapas** para la obtención de luteína, con el ahorro económico que supone. En el caso del *tagetes erecta* se debe realizar un proceso de separación de los pétalos, mientras que, en el de la microalga, todo la biomasa es procesada.

Finalmente, en cuanto al mayor coste de la producción de luteína mediante la microalga, debido a la mayor inversión en alta tecnología, se podría **compensar por la valorización de los subproductos**, como por ejemplo, la producción de proteína "hydolysates", otros pigmentos u otros lípidos, dependiendo de la cepa.





3. Nivel de protección

Debido a que el **mercado potencial de la invención es global, la patente se ha protegido tanto a nivel nacional como internacional en la mayoría de los países industrializados**. La patente española fue concedida el 10/09/2007, obtuvo la patente europea el 21/09/2011, y se extendió la protección a Japón y Estados Unidos el 16/03/2012 y 26/11/2011 respectivamente. Además se han validado en los siguientes países: Alemania, Francia, Italia, Holanda y Suiza.

Descripción

Como se ha descrito en el punto anterior, la patente ha sido concedida hace 5 años en España y en los últimos dos años a nivel internacional. En la patente se **reivindican 10 novedades**, entre las que cabe destacar las **características y sectores de aplicación de la microalga y el diseño de fotobiorreactor tubular de 4.000L** para la obtención de un aceite rico en luteína.

Patentes relacionadas

Por un lado, la presente invención se puede complementar directamente con otra patente de la Universidad de Almería para optimizar el proceso de extracción de carotenoides: "P200703145: Extracción de Carotenoides mediante el uso de mezclas ternarias". Este procedimiento patentado presenta un alto rendimiento de extracción y pureza de carotenoides, a la vez que utiliza disolventes biocompatibles de uso habitual en la industria alimentaria.

Por otro lado, del informe de licenciario encargado a la empresa Clarke, Modet & Cº, obtenemos un estudio del número de patentes relacionadas con nuevas especies de microalgas y su uso en los 20 últimos años. Según el análisis, se ha recopilado un conjunto de 893 familias de patentes (que representan 2005 patentes). Entre los resultados que arroja el análisis de las solicitudes anuales se observa cómo la investigación en **el área tecnológica de interés ha tenido una evolución con una tendencia variable y ascendente en estas dos décadas**, aunque en los últimos tres años ha experimentado un descenso acusado sobre la media de los años anteriores. Destaca el año 2008 por haberse presentado el mayor número de solicitudes de patentes, con un total de 163, estableciendo una media de 53 patentes por año.

En cuanto a los países o regiones generadoras de conocimiento en el área, **destaca en primera instancia la presencia de China**, con más de un cuarto de las solicitudes de patentes presentadas, representando **el continente asiático** casi un 50% (China, Japón y República de Corea).

Desde la perspectiva de la publicación o extensión de la protección, destaca **EE.UU.** como principal oficina publicadora con un 19%, junto con la Oficina Internacional de Patentes (OMPI) y la Oficina Europea de Patentes (EPO) con un 22% de las patentes en el área lo que reafirma el interés universal que despierta esta tecnología. Con un menor porcentaje de participación se encuentra China como tercer mercado de interés, seguido por **Japón y Australia**. En el ámbito europeo, la oficina nacional de **Alemania** es la que ha registrado un mayor número de patentes extendidas.

1. Aplicaciones reales

Las características internas permiten a la microalga su aplicación en diversos sectores industriales interesantes:

Sector de alimentación para animales

La elevada capacidad de crecimiento de la microalga permite su uso como fuente de alimento en acuicultura. Además, por las peculiaridades de su composición bioquímica, la *Scenedesmus almeriensis* proporciona una plusvalía añadida como aditivo en piensos para las industrias cárnicas que se benefician de las propiedades de los carotenoides para mejorar el color de la carne. En especial, en la industria aviar, se mejora el color de la cáscara del huevo y se concentra luteína en la yema, conllevando beneficios para la salud humana, particularmente para la DMS (Degeneración Macular Senil).

Sector de alimentación para humanos

La microalga presenta ventajas importantes para el sector de productos nutracéuticos por los efectos positivos que producen los carotenoides en la salud humana, en concreto, como antioxidante y la prevención de problemas como cataratas y DMS.

Sector de la cosmética

Las características antioxidantes de los carotenoides pueden tener aplicaciones interesantes para el mercado cosmético. En este caso, para una aplicación práctica y debido al estado del conocimiento actual, se debería demostrar la no toxicidad de la microalga mediante pruebas clínicas.

Sector farmacéutico

Mediante el proceso patentado de extracción de carotenoides de la microalga se puede obtener como producto una luteína pura de alta calidad. Sin embargo debido a la inestabilidad de la sustancia en este estado, el producto final se presenta como aceites con luteína concentrada o en forma de gránulos. En el sector farmacéutico ya existen productos comercializados con luteína y se estima un aumento en la demanda de nuevos productos en el futuro próximo. A modo ilustrativo, podemos citar entre otros, leche infantil con luteína o complementos vitamínicos con luteína.

Sector de la energía

La microalga se presenta como una buena oportunidad como fuente de biocombustible debido a la gran producción de biomasa. Actualmente hay una investigación en curso para modificar genéticamente la cepa de *Scenedesmus almeriensis* para aumentar la concentración de "aceites y biodiesel" de la microalga.

2. Tiempo de introducción de la tecnología (*time-to-market*).

Para la producción de la microalga y la venta de la biomasa la explotación es **inmediata**. En el caso de intentar introducir las sustancias dentro del mercado nutracéutico se estima un periodo de unos **6 meses**. Si se apuesta por el sector farmacéutico, el proceso para la entrada del producto en el mercado sería entorno a **4-5 años**.

En cada caso se tiene que tener en cuenta la normativa vigente aplicable para la homologación del producto, las normas técnicas existentes y los procedimientos de autorización para que el uso de la luteína procedente de la microalga se incorpore dentro del listado de sustancias autorizadas para su uso y consumo humano.

E. Valoración final

En cuanto a los riesgos potenciales que podrían dificultar el proceso de industrialización, **no se ha detectado ningún tipo de problemas ni en el prototipo realizado ni en su procedimiento de obtención de microalgas o carotenoides.**

Sin embargo, podemos señalar como elementos propios al estado actual de desarrollo de la invención, que **la estimación económica** de la producción con la que trabajamos actualmente mediante el prototipo realizado **tiene un amplio margen de optimización**, aplicando una producción industrial a escala y adaptando los costes a precios de diferentes países, europeos o no europeos.

Por otro lado, analizando el contexto comercial externo, los mayores productores de luteína del *tagetes erecta* se encuentran en México e India, donde la mano de obra de coste reducido provoca un precio muy competitivo.

Sin embargo, este diferencial de precio debido a la mayor inversión en alta tecnología para la producción de luteína procedente de la microalga, se podría **compensar con la valorización de los subproductos de la misma.**





Estación Experimental “Las Palmerillas”

El **Centro de Investigación Agroalimentario, Estación Experimental de la Fundación Cajamar** se ha configurado como un Centro Tecnológico de la agricultura del Sureste, caracterizado por el carácter aplicado de sus proyectos y por su dedicación a las actividades de transferencia. La excelencia de sus trabajos se ha visto reconocida a nivel nacional e internacional con la participación en diferentes proyectos de ámbito Europeo, Nacional (CENIT, CICYT y PROFIT) y regionales (CTA, Proyectos de Excelencia).

La actividad del centro se estructura en torno a tres grandes áreas: Tecnología, Biotecnología y Fruticultura Subtropical Mediterránea.

La Universidad de Almería

La **Universidad de Almería**, con unos 20 años de vida, se ha posicionado en poco tiempo entre las universidades más innovadoras y que más investigación incorpora al tejido empresarial. Esta joven y dinámica universidad, con más de 800 investigadores, se encuentra entre las universidades más activas en Protección de Resultados de Investigación. Desde 1995, acumula un total de 64 patentes, posicionándose entre las 10 universidades españolas con mayor ratio patente/investigador.

La investigación en los campos de la biotecnología y el sector agroalimentario se asientan como líneas de investigación estratégicas agrupando entorno al 50 % de la protección industrial realizada.

La calidad en la gestión de la investigación son insignias exigidas por la Universidad de Almería, obteniendo entre otros el certificado de calidad UNE-EN-ISO 9001:2008 otorgado por AENOR.

Contacto

Carlos Vargas Vasserot

Director de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Almería.

E-mail: otri@ual.es | **Web:** www.ual.es/otri

Teléfono: (+34) 950 214 670 | **Fax:** (+34) 950 214 673

Dirección: Universidad de Almería. Edificio Central. Despacho 1.02.
Carretera de Sacramento s/n. La Cañada de San Urbano.
04120. Almería. (España)