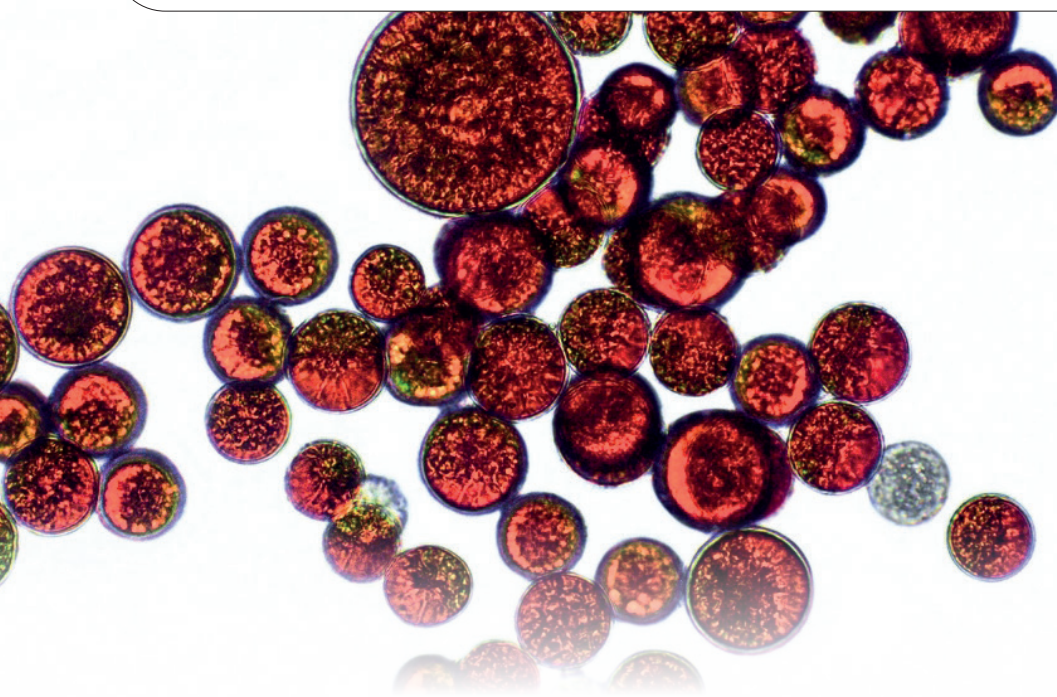




Haematococcus pluvialis: del estrés celular a **ingrediente cosmético**

La creciente demanda de ingredientes naturales, eficaces y sostenibles está impulsando una profunda transformación en la industria cosmética. En este contexto, las microalgas —y en particular *Haematococcus pluvialis*, fuente natural de astaxantina— emergen como una solución biotecnológica de alto valor, capaz de aunar sostenibilidad, innovación galénica y eficacia demostrada frente al daño cutáneo inducido por la radiación solar.

POR *Jesús Fidel Delgado Ramallo* Y *María Álvarez Gil*, DE NEOALGAE

En los últimos años, la sociedad ha experimentado un cambio sustancial, demandando a la industria cosmética productos más sostenibles y naturales. En este nuevo escenario, las microalgas ya desempeñan un papel protagonista gracias a sus extraordinarias características: constituyen una materia prima sostenible y 100 % natural.

En este contexto, los consumidores utilizan cada vez más productos

y servicios de belleza no solo para verse bien, sino también para sentirse bien. Se espera que las fronteras entre la belleza y el *wellness* continúen difuminándose, representando conjuntamente una oportunidad de mercado cercana a los 2 billones de dólares a nivel mundial. La convergencia entre salud y belleza no hará sino intensificarse en los próximos años, en línea con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR,

compound annual growth rate) estimada en torno al 5 % anual¹.

Para responder a esta demanda creciente, la industria se está apoyando en herramientas de biotecnología e I+D. Los ingredientes naturales no sólo deben ser sostenibles, sino también igual de eficaces que los convencionales y, además, seguros e incorporables a cualquier tipo de formulación. Todo ello es posible gracias a la intensa actividad

¹ Fuente: Markets and Markets: 2025 (Functional Cosmetics Market by Functionality, global forecast)

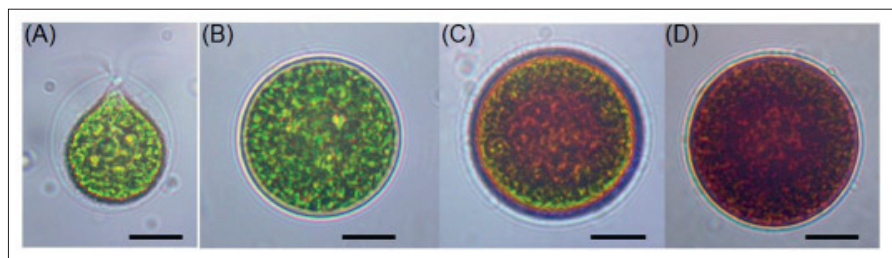


Figura 1. Ciclo de vida de las células de *H. pluvialis* en imágenes microscópicas.

Fuente: Shah MMR, Liang Y, Cheng JJ y Daroch M2016

investigadora y de desarrollo que se está llevando a cabo en el sector en torno a activos de origen 100 % natural.

Entre estos nuevos ingredientes, la astaxantina ha ganado protagonismo en los últimos años como uno de los metabolitos activos de mayor valor y presencia en los mercados nutracéutico y cosmético procedentes de microalgas. Sin embargo, muchos fabricantes eligen este activo sin conocer la complejidad y dificultad que implica su obtención.

Profundizar no sólo en los aspectos clave del cultivo de la microalga, sino también en la evaluación de la eficacia de un ingrediente cosmético desarrollado a partir de una oleorresina de *H. pluvialis* con una concentración del 10 % en astaxantina, resulta ineludible a la hora de abordar su aplicación en el desarrollo de productos cosméticos.

En la actualidad, las microalgas constituyen la base de las cadenas tróficas acuáticas y producen aproximadamente la mitad del oxígeno que respiramos en el planeta.¹ Dentro de los diferentes grupos, las microalgas verdes comprenden más de 7.000 especies que crecen en diversos hábitats acuáticos. Entre ellas, *Haematococcus pluvialis* (clase Chlorophyceae, orden Volvocales y familia Haematococcaceae) es una microalga verde unicelular biflagelada de agua dulce, distribuida en numerosos hábitats a nivel mundial. Se considera la fuente natural más

rica y eficaz de astaxantina y el principal organismo productor a nivel comercial, ya que acumula los niveles más elevados de este carotenoide en la naturaleza. Estas algas producen astaxantina esterificada, cuya capacidad antioxidante es significativamente superior —hasta dos veces más efectiva— que la astaxantina sintética. Por ello, se reconoce globalmente como un excelente ingrediente tanto en cosmética como en el ámbito de la suplementación natural.

Para cultivar esta microalga es imprescindible conocer y controlar su ciclo de vida, que consta de cuatro morfologías celulares diferenciadas: (A) célula verde vegetativa móvil; (B) célula verde vegetativa palmelar, generalmente denominada “fase vegetativa verde”; (C) célula de palmela que acumula astaxantina en transición a aplanospora; y (D) célula de aplanospora acumulada con astaxantina, conocida como “fase enquistada roja no móvil acumuladora de astaxantina”.

Durante el cultivo de esta especie de agua dulce, es necesario modificar las condiciones del medio para inducir un estrés que provoque en la célula de *H. pluvialis* la acumulación de este carotenoide como respuesta metabólica. Habitualmente, este cambio de fase se induce artificialmente mediante la eliminación de nutrientes del medio, lo que provoca, en un periodo muy corto (entre 48 y 72 horas), un cambio

visual del cultivo de color verde a rojo, conocido como fase de estrés.

Este proceso exige un control exhaustivo de todos los parámetros que influyen en el crecimiento, así como sistemas que permitan ajustar las condiciones en función del estado celular. Para ello, se realizan controles diarios mediante espectrofotometría y mediciones de peso seco, con el fin de determinar el momento óptimo para inducir el cambio celular y maximizar la concentración de astaxantina.

Tras el procesamiento de la biomasa seca, se obtiene una oleorresina concentrada en astaxantina en torno al 10 %. No obstante, esta oleorresina es difícilmente manipulable, lo que limita su incorporación directa en formulaciones cosméticas o nutracéuticas.

En este punto interviene la biotecnología. Gracias a la financiación externa de proyectos de I+D, como el Proyecto Impress, financiado por la UE en el marco del programa Horizonte Europa, se han llevado a cabo ensayos para comprobar la eficacia de un nuevo vehículo diseñado para facilitar el uso industrial de la astaxantina.

Se ha desarrollado así un etosoma, una variante avanzada de los liposomas. Estas vesículas están compuestas por lípidos y una elevada concentración de etanol, y son ricas en fosfolípidos, componentes muy abundantes en esta microalga. La presencia de etanol confiere a las vesículas mayor elasticidad, permitiéndoles atravesar la barrera cutánea con mayor eficacia que los liposomas tradicionales. Gracias a su alta deformabilidad y flexibilidad, los etosomas transportan de manera más eficiente sustancias activas o moléculas de origen natural a través del estrato córneo, alcanzando capas más profundas de la piel tanto en condiciones oclusivas como

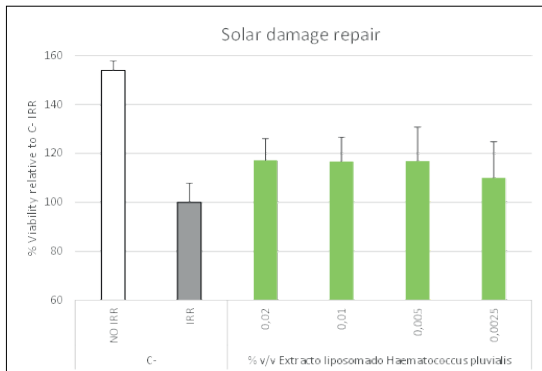


Figura 2. Reparación de daño solar.

Compuestos	Concentración (% v/v)	Viabilidad Celular	
		Medida (%)	Desviación standart
Controles	C- NO IRR	154.02	3.86
	C- IRR	100.00	7.87
Extracto liposomado de <i>Haematococcus pluvialis</i>	0.02	117.22	8.91
	0.01	116.67	10.00
	0.005	116.91	13.90
	0.0025	110.06	14.80

Tabla 1. Valores de actividad de reparación del daño solar medidos por MTT como viabilidad celular en la línea celular HaCaT.

no oclusivas. Esta técnica de vehiculización, denominada *Skin Diver*, permite incorporar distintos extractos de microalgas ricos en fosfolípidos para maximizar los resultados cutáneos del ingrediente rico en astaxantina.

Una vez obtenido el ingrediente, se planteó un ensayo de reparación del daño solar mediante un estudio *in vitro*. En este ensayo, células HaCaT (línea inmortalizada de queratinocitos adultos) fueron irradiadas y posteriormente cultivadas en presencia o ausencia del compuesto en estudio. El daño solar se evaluó mediante el ensayo MTT, un método colorimétrico que determina la viabilidad celular. Las células vivas metabolizan el MTT (compuesto

amarillo) y lo convierten en formazán (colorante morado). Cuando las células cutáneas se exponen a radiación solar/UVB, sufren daño y mueren; por tanto, una menor intensidad de color morado indica menor viabilidad celular y mayor daño solar.

Las células se cultivaron en placas de 96 pocillos con medio convencional. Al día siguiente, se expusieron a 10 J/m² de luz solar (rango de transmisión desde 295 nm; UVB + UVA + VIS + IR). Posteriormente, se incubaron durante 24 horas en presencia o ausencia de distintas concentraciones del compuesto. Tras el lavado con PBS (solución tamponada con fosfato), se tiñeron con solución de MTT a

37 °C durante 2 horas. Finalizado este periodo, se retiró el medio y se añadieron 100 µL de DMSO por pocillo para solubilizar el precipitado coloreado. La absorbancia se midió a 570 nm en un lector de placas espectrofotométrico. El porcentaje de viabilidad celular se calculó en relación con el control negativo (C-), correspondiente a células no tratadas con ningún compuesto.

Según los resultados del ensayo de citotoxicidad, se evaluaron cuatro concentraciones: 0,02; 0,01; 0,005 y 0,0025 % v/v (figura 2 y tabla 1).

Los resultados muestran que el extracto liposomado de *Haematococcus pluvialis* presenta actividad reparadora del daño solar, especialmente en las tres concentraciones superiores analizadas (0,02–0,005 %), alcanzando valores de viabilidad celular entre un 16 % y un 17 % superiores al control negativo irradiado (C-IRR). A la concentración más baja (0,0025 %), la actividad reparadora disminuye hasta aproximadamente un 10 % respecto al control negativo.

En conjunto, esta investigación demuestra cómo la biotecnología, respaldada por resultados de eficacia, está transformando la visión de la industria cosmética, que ya puede apostar por ingredientes naturales procedentes de microalgas que son eficaces, seguros y sostenibles.



Desde 1932

Progress in motion



Con más de 90 años creando y fabricando fragancias, seguimos avanzando en nuestro proceso de transformación, impulsados por nuevas instalaciones, tecnología y talento.

PERFUMERÍA FINA | CUIDADO PERSONAL
CUIDADO DEL HOGAR | AMBIENTACIÓN