



CIENCIAS NATURALES

UN ESTUDIO MUNDIAL IDENTIFICA ZONAS CRÍTICAS

para conservar la megafauna marina

Universitat de València (UV) y Universitat Politècnica de València (UPV)

Jesús Tomás y David March, investigadores de la UV, participan en MegaMove, un estudio internacional apoyado por la ONU y cuyos resultados se publican en *Science*, en el que cerca de 400 científicos de 50 países identifican las ubicaciones más críticas para 100 especies de megafauna marina. Los dos científicos han investigado el movimiento, distribución y desplazamiento de tortugas marinas en el Mediterráneo, el Atlántico oriental y el Caribe, mediante sistemas de seguimiento satelital.

El trabajo, liderado por la Universidad Nacional Australiana (ANU), incluye tiburones, ballenas, tortugas, pingüinos y focas, grandes depredadores con funciones cruciales en las redes tróficas marinas, que se enfrentan a crecientes amenazas debido al impacto ambiental de la actividad humana. Entre otras, un tercio de esta megafauna está en peligro de extinción, y más del 75 % de sus hábitats críticos se solapan con la pesca, el transporte marítimo, la contaminación por plásticos o el aumento de la temperatura. Además, el 66 % del espacio usado por esta fauna se utiliza para comportamientos críticos por los animales. Así, un 50 % para el comportamiento migratorio, y un 45 % para comportamientos de residencia, como el apareamiento, la búsqueda de comida o el descanso.

Jesús Tomás, experto en tortugas marinas del Departamento de Zoología de la Facultat de Ciències Biològiques e investigador del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE) de la UV, destaca que «los grandes vertebrados marinos son más difíciles de estudiar

que los terrestres por su difícil acceso; sin embargo, el seguimiento satelital permite obtener información detallada y actualizada de su comportamiento, uso de hábitat, distribución y rutas migratorias, así como de las amenazas potenciales de origen humano con las que pueden interactuar en sus viajes por el mar».

David March, investigador de excelencia CIDE-GENT en el ICBiBE, que también ha trabajado en el uso de sistemas electrónicos para monitorizar actividades humanas como la pesca o el tráfico marítimo, señala que «este trabajo permite, por primera vez, ofrecer una visión global sobre las zonas donde existe una mayor interacción entre presiones humanas y la megafauna marina». En trabajos anteriores, estos investigadores ya habían demostrado que las áreas marinas protegidas actuales no bastan para conservar los hábitats críticos de estas especies. Ambos investigadores también participan en el proyecto europeo LIFE OASIS, que investiga cómo proteger las tortugas marinas de los aparejos de pesca abandonados en el Mediterráneo.

El estudio, sobre más de 12.000 trayectorias de 110 especies que cubren el 71,7 % de los océanos durante 30 años, detalla que las áreas de protección marina actuales abarcan únicamente el 8 % del total de los océanos del mundo, cifra que el Tratado de Alta Mar de la ONU busca ampliar al 30 %.

La investigación concluye que los objetivos del Tratado actual —firmado por 115 países, pero aún pendiente de ratificación— representan un





paso en la dirección correcta y serán claves para impulsar la conservación, pero insuficientes para cubrir todas las áreas críticas utilizadas por la megafauna marina amenazada, lo que sugiere que también se necesitan medidas adicionales de mitigación de amenazas.

Seguimiento satelital de la tortuga boba

Por su parte, el equipo del Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC) del campus de Gandia de la Universitat Politècnica de

València (UPV), coordinado por Eduardo Belda, también ha trabajado en el seguimiento satelital de tortuga boba en el Mediterráneo, realizando el marcado de las tortugas marinas, recopilación de datos y su tratamiento. Los animales marinos son más difíciles de estudiar que los terrestres, por lo que el seguimiento satelital permite obtener información detallada y actualizada de su comportamiento, hábitat, distribución y rutas migratorias, así como de las amenazas potenciales con las que se pueden encontrar en su viaje por el mar.



FACTORES CLAVE PARA LA SUPERVIVENCIA DE LOS TIBURONES CAPTURADOS ACCIDENTALMENTE EN EL MEDITERRÁNEO

Un estudio liderado por el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva (ICBiBE) de la Universitat de València (UV) revela que los tiburones de menor tamaño y de aguas profundas son especialmente vulnerables ante la captura accidental. El trabajo, publicado en la revista *Conservation Biology*, aporta soluciones prácticas para reducir este impacto y promover la sostenibilidad de los mares.

El estudio ha identificado los principales factores que explican la mortalidad de tiburones capturados de forma accidental en la pesca de arrastre del Mediterráneo occidental. Realizado en colaboración con la asociación Catsharks, para el estudio y la conservación de los elasmobranquios y sus ecosistemas, el estudio ha analizado 2445 ejemplares de dos especies de pequeños tibu-

rones muy comunes en el Mediterráneo: la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*) y el olayo (*Galeus melastomus*).

Los resultados muestran que la mortalidad aumenta drásticamente cuando la temperatura atmosférica supera los 20 °C en el caso de la pintarroja –tiburón de aguas someras– y de los 16 °C en el caso del olayo, una especie de aguas profundas. El riesgo también se incrementa cuando los ejemplares permanecen más de 15 minutos en cubierta, tiempo suficiente para que el agotamiento y la falta de oxígeno comprometan su recuperación. A ello, se suma el tamaño corporal, ya que, según el artículo, los ejemplares más pequeños muestran una mayor vulnerabilidad al estrés fisiológico que se genera durante la captura.



«Apostar por prácticas que hagan compatible la actividad pesquera con la conservación es invertir en mares más resilientes y en un futuro sostenible tanto para la biodiversidad como para quienes dependen del mar», explica David Ruiz-García, investigador del ICBiBE y autor principal de este estudio.

«Conocer estos umbrales nos permite proponer medidas específicas para mejorar la supervivencia de los tiburones capturados accidentalmente», señala David March, investigador del ICBiBE y coautor del estudio.

El equipo propone una combinación de medidas preventivas, como la protección de áreas clave para juveniles mediante cierres espacio-temporales adaptados a los periodos de mayor riesgo, la modificación de los ar-

tes de pesca para aumentar su selectividad, o determinadas mejoras en el manejo a bordo, como, por ejemplo, la liberación rápida de los ejemplares o la reducción de su exposición a altas temperaturas.

«Trabajar en conjunto con el sector pesquero es esencial para que estas medidas se integren de forma efectiva y generen beneficios tanto para la conservación de los tiburones como para la actividad pesquera», añade Claudio Barría, del Departamento de Biología funcional de la Universidad de Oviedo, cofirmante del trabajo.

La investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto ECEME, con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

**LA PINTARROJA EN LA COSTA VALENCIANA
ES CLAVE PARA EL MONITOREO DE
METALES PESADOS EN EL MAR**



Alejandro Molera, del Instituto de Investigación en Medio Ambiente y Ciencia Marina de la Universidad Católica de Valencia (IMEDMAR-UCV), afirma que la pintarroja —un pez abundante en el Mediterráneo y en el Atlántico Noreste— «puede ser una herramienta clave para el monitoreo de metales pesados como el cobre, el cadmio y el plomo en el medio marino».

El descubrimiento abre nuevas posibilidades para evaluar la calidad ambiental del mar de forma más eficaz y accesible. Los resultados obtenidos suponen también un avance en el área de la salud, ya que «los metales pesados continúan siendo un problema para la seguridad alimentaria». En este sentido, ha advertido sobre «la urgencia de continuar con su seguimiento», porque «siguen estando ahí, aunque pasen de moda y centremos nuestra atención en nuevos contaminantes».

Para detectar estas sustancias tóxicas, Molera ha utilizado la pintarroja como biomonitor en las costas de la Marina Alta y Baja, en Alicante, ya que «es una especie particularmente útil para representar la contaminación localizada, ya que las hembras adultas permanecen toda su vida en la misma zona». Así, a lo largo de un año analizó trescientas hembras maduras procedentes de descartes de pesca de arrastre, y evaluó las concentraciones de cobre, cadmio y plomo. Los resultados revelaron estabilidad general, con variaciones estacionales y posibles focos de contaminación. El estudio también se ha centrado en la acumulación de estos metales en huevos fecundados de pintarroja, expuestos durante 75 días a distintas concentraciones de estos agentes nocivos en condiciones controladas, una prueba clave, al conducir a uno de los principales hallazgos de la investigación: la relación existente entre la concentración de metales en el agua y la que aparece en los huevos, especialmente en la cáscara.

Otro de los ensayos ha sido la comparación entre la pintarroja y otras especies de interés comercial como la merluza. Los resultados han mostrado correlaciones significativas en relación con los tres metales analizados, por lo que, «si las concentraciones de metales en ambos organismos acuáticos fluctúan de forma similar, se pueden extrapolar los datos de la pintarroja al resto». Según ha subrayado Molera, «esto puede reducir significativamente el tiempo y los recursos necesarios para evaluar el estado del medio marino».

El desarrollo del estudio ha abierto la puerta a «identificar con mayor precisión zonas de alta contaminación y a evaluar el estado del ecosistema marino», añade Molera.

ASÍ SE MOLDEA EL HALTERIO,

el estabilizador de vuelo de las moscas

Instituto de Neurociencias (CSIC-UMH)

El halterio es un ala modificada que permite a las moscas mantener el equilibrio y realizar maniobras complejas en el aire. Un equipo del Instituto de Neurociencias, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), ha desvelado cómo se forma esta estructura fundamental para el vuelo de las moscas. Este pequeño órgano, situado detrás de las alas principales, actúa como un giroscopio biológico que ayuda al insecto a estabilizarse en el aire. El estudio, publicado en la revista *Current Biology*, revela la existencia de una red interna de tensores celulares que es clave para darle al halterio su característica forma.

El trabajo ha sido liderado por José Carlos Pastor, director del Laboratorio de Arquitectura Celular y Tisular en el Sistema Nervioso del Instituto de Neurociencias. Demuestra que, al contrario de lo que se consideraba, el halterio no es una estructura hueca, sino que sus dos superficies están conectadas internamente a través de un sofisticado sistema celular que estabiliza su forma redondeada. «Esta estructura es un sistema de estabilización que recuerda a los soportes arquitectónicos: sin estas conexiones internas, el halterio se alarga y pierde su forma, igual que una carpa sin tensores», explica Pastor.

Durante el proceso que se conoce como metamorfosis de la mosca, el paso de larva a adulto, las alas y los halterios se desarrollan a partir de una fina capa de células. En el caso del halterio, el equipo ha descubierto que primero se degrada una matriz extracelular rica en colágeno

que separa sus dos caras. Esta degradación permite que se formen proyecciones celulares que conectan ambas superficies a través de una matriz con otra proteína, la laminina, formando una especie de armazón interno.

Estas conexiones actúan como unos tensores biológicos, que permiten resistir las fuerzas que, de otro modo, deformarían el órgano. Cuando este sistema falla, como ocurre en los modelos de mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) modificados genéticamente por el equipo, el halterio pierde su forma redondeada, clave para su función. El estudio revela que el halterio está sometido a una tensión constante: una fuerza que tira de su base y otra que lo ancla a la cutícula externa del insecto. Es precisamente este sistema interno de tensores el que equilibra ambas fuerzas para mantener su geometría.

Para observar estos efectos, el equipo utilizó técnicas avanzadas de microscopía electrónica y grabaciones en vivo durante la metamorfosis de la mosca. «Hemos visto que se producen una serie de proyecciones celulares que estabilizan la forma redondeada del halterio al contrarrestar fuerzas que de otro modo lo deformarían», explica Pastor. Y añade: «Cuando eliminamos esta estructura de soporte en modelos mutantes, el órgano pierde su geometría funcional» El uso de modelos mutantes y el análisis de la matriz extracelular han sido claves para desentrañar este mecanismo, que combina degradación de colágeno, adhesión celular y tensores internos que refuerzan la estructura desde dentro.



*José Carlos Pastor, investigador del Instituto de Neurociencias (izquierda),
y Jorge Fernández, investigador de la UA.*



Los resultados de este trabajo van más allá del caso particular de la mosca de la fruta, ya que aportan ideas generales sobre cómo los órganos adquieren su forma en los animales, una cuestión fundamental en biología del desarrollo. Además, pueden inspirar nuevas formas de abordar cuestiones como la ingeniería de tejidos o el diseño de estructuras biomiméticas.

El estudio se ha llevado a cabo en colaboración con los investigadores Yuzhao Song y Tianhui Sun, de la Universidad de Tsinghua (China); los investigadores Paloma

Martín y Ernesto Sánchez, del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO), centro mixto del CSIC y la Universidad Autónoma de Madrid; y el investigador Jorge Fernández, de la Universidad de Alicante (UA).

Esta investigación ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, el Programa para Centros de Excelencia Severo Ochoa del Instituto de Neurociencias CSIC-UMH, la Fundación Ramón Areces y la Fundación Nacional de Ciencia de China.



Investigadores de la Universidad de Alicante (UA), en colaboración con la Universidad Miguel Hernández de

Elche (UMH) y el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), han desarrollado la primera base



medio ambiente.

El trabajo, liderado por Esther Sebastián-González, del Departamento de Ecología de la UA, analiza 12 tipos de servicios ecosistémicos, tanto de provisión, regulación y culturales—que las aves ofrecen a la sociedad. Entre ellos, el control de plagas, la dispersión de semillas, el reciclaje de materia orgánica, el valor estético, artístico y ecoturístico, así como su importancia como especies cinegéticas o simbólicas.

Además, también presenta ServiBirds, una herramienta pionera que evalúa el papel ecológico, cultural y económico de 378 especies de aves pertenecientes a 73 familias y que, según los autores del estudio, «permite identificar qué especies son clave para el mantenimiento de los ecosistemas y cómo su conservación impacta directamente en la calidad de vida humana».

Además, según añaden los investigadores, ofrece un marco de referencia para España, pero también «puede aplicarse en otras regiones y grupos taxonómicos, sirviendo como herramienta para gestionar y conservar la biodiversidad de forma más efectiva».

«Esenciales para el bienestar»

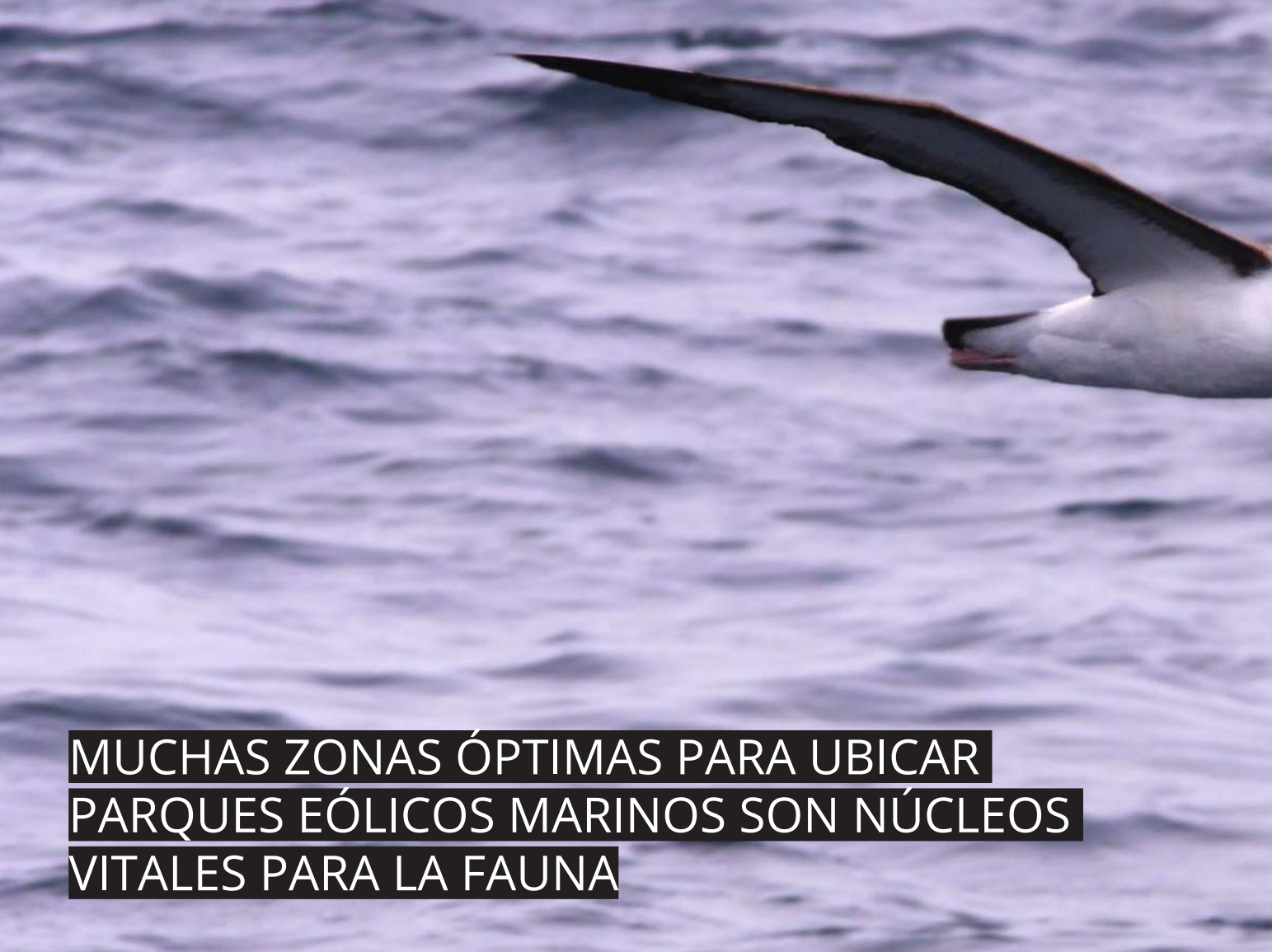
El análisis muestra que todas las especies de aves aportan algún tipo de servicio ecosistémico y que más del 60 % contribuye a cuatro o más servicios distintos, por lo que «las aves son esenciales para el bienestar humano: regulan procesos ecológicos clave y, además, inspiran nuestra cultura, el arte y el turismo», explican los autores en este estudio.

Entre las especies más relevantes, destacan la urraca común (*Pica pica*) y el mirlo común (*Turdus merula*), que proporcionan múltiples servicios de regulación, y el buitre leonado (*Gyps fulvus*), que sobresale por su papel en la eliminación de carroña. En el ámbito cultural, especies como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), el águila real (*Aquila chrysaetos*) o el jilguero europeo (*Carduelis carduelis*) destacan por su relevancia estética, artística y ecoturística.

En este sentido, los autores explican que el estudio «subraya que el valor de las aves va más allá de la biodiversidad: también tiene repercusiones económicas y sociales, especialmente en el turismo ornitológico».

Este estudio ha sido publicado en la revista *Ardeola: International Journal of Ornithology*.

de datos que cuantifica los servicios ecosistémicos que las aves nativas de España proporcionan a las personas y al



MUCHAS ZONAS ÓPTIMAS PARA UBICAR PARQUES EÓLICOS MARINOS SON NÚCLEOS VITALES PARA LA FAUNA

Un modelo predictivo estima que aves y mamíferos marinos se alimentan en los mismos lugares en los que las corrientes de viento son más fuertes y que sus poblaciones podrían verse en riesgo, si se instalan ahí parques eólicos. Esta es una de las conclusiones de un estudio publicado en *Journal of Environmental Management*, fruto de la colaboración de investigadores de la Universidad de Alicante (UA), la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), la Universidad de Murcia y la Universidad Complutense de Madrid. El estudio propone crear mapas de riesgo previos a la planificación de las instalaciones de energía eólica para evitar impactos sobre la biodiversidad.

La energía eólica marina está en pleno auge a nivel mundial, impulsando las metas de energía neta cero. Sin embargo, «para asegurar un desarrollo sostenible, es crucial entender y mitigar los posibles efectos sobre la fauna, especialmente en aves y mamíferos marinos», explica el investigador del Departamento de Ecología de la UA, Jon Morant. «Los resultados del artículo muestran que los modelos de riesgo que incluyen las zonas de alimentación de aves y mamíferos marinos pueden ayudar a predecir el impacto potencial futuro de la energía eólica a gran escala», señala Morant.

El profesor de Ecología de la UMH, Juan Manuel Pérez, destaca que «desde la planificación a la puesta en funcionamiento, hay muchos aspectos de los generadores eólicos *offshore* que afectan a la fauna». Algunos positivos (como la creación espontánea de santuarios, ya que en muchos países se prohíbe la pesca donde hay molinos), pero también existen negativos, como colisiones, ruidos submarinos o alteración del hábitat. Uno de los aspectos clave es anticipar si habrá grandes concentraciones de fauna marina en las zonas elegidas para instalar turbinas. «Ya que no se puede monitorizar a todos los animales del mar, tenemos que intentar calcular con modelos matemáticos dónde estarán», explica Pérez.

Para ello, el estudio propone usar la estructura de la cadena trófica marina —desde el fitoplancton hasta los depredadores tope— como base para predecir las zonas de alimentación de aves y mamíferos marinos. A partir de esa información, los autores elaboraron mapas globales de riesgo, combinando áreas con mayor riqueza biológica con los datos de densidad del viento, que indican dónde es más probable instalar parques eólicos.

El modelo reveló una estructura de control trófico «de abajo-arriba»: la riqueza de aves y mamíferos marinos



Albatros de pico amarillo del Índico (Thalassarche carteri), frente a la costa de Sudáfrica. Foto: Juan Manuel Pérez-García.

depende de la biomasa disponible en niveles inferiores de la cadena alimentaria, como el fitoplancton, el zooplancton y los peces. «Curiosamente, no es la diversidad de peces lo que más influye, sino su biomasa: contar con mucha cantidad de alimento importa más que la variedad», explica Juan Manuel Pérez. Algunas especies se alimentan directamente de plancton, mientras que otras dependen de peces que, a su vez, consumen esos organismos microscópicos. Este patrón permite anticipar dónde se concentran los animales para alimentarse.

Los resultados muestran una amplia superposición entre zonas de alimentación y regiones de alto potencial eólico, especialmente, en el hemisferio norte. En contraste, en el hemisferio sur, hay menos solapamiento, aunque los autores advierten que esto podría deberse más a la falta de datos que a un menor riesgo real.

«Estos mapas de riesgo son una herramienta clave para anticipar conflictos entre conservación y energía», subraya Pérez. «No se trata de frenar la transición energética, sino de hacerla compatible con la biodiversidad». El estudio también pone de relieve que muchas zonas con alto riesgo para la fauna marina quedan fuera de las áreas marinas protegidas, lo que limita su capacidad

de amortiguar impactos. Por ello, los autores proponen ampliar la cobertura y funcionalidad de estas áreas, incorporar información ecológica en la planificación espacial marina, y, también, establecer «zonas de exclusión» donde la biodiversidad tenga prioridad frente a nuevos desarrollos energéticos.

Para ello, destacan, es imprescindible proporcionar a las administraciones herramientas espaciales robustas, basadas en conocimiento científico independiente y actualizado. «Hace falta saber qué hacen las especies, por dónde se mueven y dónde están sus recursos», insisten.

En este punto, el seguimiento de aves con dispositivos GPS parece clave. Con estos dispositivos, se podría delimitar detalladamente las áreas de mayor riesgo de cruce y evaluar su comportamiento. Por ejemplo, utilizando estas balizas, algunos investigadores han comprobado que algunas aves evitan los parques eólicos marinos. El siguiente paso será evaluar si las turbinas afectan a sus patrones de alimentación, tanto en aves como en mamíferos marinos.



ASÍ AFECTAN LAS OLAS DE CALOR al movimiento de las águilas en la península ibérica

Investigadores de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), de la Universidad de Alicante (UA), del Ministerio para la Transición Ecológica, de la Junta de Extremadura y de otras instituciones han estudiado mediante tecnología GPS cómo las grandes aves rapaces responden a las condiciones meteorológicas adversas y, especialmente, a las olas de calor. El estudio, publicado en la revista *Ecology and Evolution*, demuestra que el comportamiento de vuelo y el movimiento de estas aves se ve significativamente afectado por los eventos meteorológicos extremos, aunque cada especie responde de manera distinta.

La investigación se ha centrado en tres especies de grandes águilas que habitan en la península ibérica: el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila perdicera (*Aquila fasciata*) y el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*). Mediante el uso de tecnología GPS de alta frecuencia, los investigadores analizaron más de un millón de registros de vuelo obtenidos entre 2021 y 2024. Esta exhaustiva base de datos permitió evaluar cómo factores como la temperatura, la velocidad del viento, la presión atmosférica y las precipitaciones influyen en aspectos clave del comportamiento de vuelo, incluyendo la altura, la velocidad, la distancia recorrida y el tiempo en el aire.

Los resultados han revelado que las tres especies muestran estrategias de vuelo distintas frente a las mismas condiciones meteorológicas. En particular, durante las olas de calor (periodos de al menos dos días con temperaturas superiores a 37°C), el águila real fue la que presentó los cambios más notables en su comportamiento de vuelo, lo que sugiere una mayor sensibilidad a las altas temperaturas. Por el contrario, el águila perdicera apenas modificó su patrón de vuelo, lo que podría deberse a su origen en regiones más cálidas y a su menor tamaño corporal, características que podrían conferirle una mayor tolerancia térmica.

Según explican la investigadora de la UMH y autora principal del artículo, Lara Naves, y el investigador del Departamento de Ecología de la UA, Jon Morant, «las olas de calor están aumentando en frecuencia e intensidad, especialmente en zonas como el suroeste de la península ibérica. Comprender cómo estas especies responden de forma tan diferente a las mismas condiciones meteorológicas nos ayuda a entender la respuesta de estas especies al cambio climático».

ZONAS DONDE LA EÓLICA puede suponer un riesgo para aves y murciélagos

Uno de los retos para alcanzar la transición hacia las energías renovables es minimizar su impacto ambiental y lograr una coexistencia entre la energía limpia y la protección de la naturaleza. En este contexto, un trabajo liderado por investigadores de la Universidad de Alicante (UA), la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) y la Estación Biológica de Doñana (EBD, instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas) revela cuáles son las zonas más vulnerables para las comunidades de aves y murciélagos en España frente a las eólicas. Hasta el momento, los estudios se focalizaban en analizar el impacto de la energía eólica en especies individuales y no en toda la comunidad.

La investigación, con datos recopilados durante más de 16 años en 47 provincias españolas, establece las características biológicas y ecológicas más sensibles a la colisión con turbinas a estos grupos faunísticos. «El trabajo determina cuáles serían las zonas que podrían tener un mayor impacto sobre estas comunidades y, por lo tanto, comprometer el equilibrio ecológico en un futuro», explica Jon Morant, investigador del Departamento de Ecología de la UA y autor principal del estudio.

Según los resultados, publicados en la revista *Journal of Environmental Management*, las aves enfrentan mayor riesgo en zonas del suroeste de España, incluyendo la submeseta norte y sur y depresión del Guadalquivir. Estas regiones, especialmente del oeste, como Extremadura, son las más sensibles al desarrollo futuro de energía eólica.

En el caso de los murciélagos, la vulnerabilidad está distribuida de una forma más homogénea a lo largo del territorio peninsular, pero se concentra en el centro, suroeste y mitad norte de España. Sin embargo, los investigadores indican «que las zonas vulnerables para los murciélagos no coinciden completamente con las de las aves, ya que están más concentradas en la parte oriental de España». A pesar de esto, los autores reconocen que el conocimiento actual sobre la distribución de los murciélagos podría estar incompleto «debido a limitaciones en el muestreo a nivel nacional, lo que introduce cierta cautela en la evaluación de su vulnerabilidad, si bien se está trabajando en la actualización de estos datos».

Científicos mapean las zonas donde la energía eólica supondría un riesgo para aves y murciélagos. Foto: Paulo Barros.





LAS AVES DE ENTORNOS AGRÍCOLAS INTENSIVOS BUSCAN ALIMENTO LEJOS DE SUS NIDOS PARA REPRODUCIRSE CON ÉXITO

Un estudio de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) revela que las aves insectívoras que se reproducen en parcelas agrícolas intensivas se ven obligadas a buscar alimento en zonas alejadas para compensar la escasez de insectos provocada por el uso de pesticidas y las prácticas de desbroce. Este trabajo, coliderado por la Estación Biológica de Doñana (EBD, instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas), pone de manifiesto la importancia de promover paisajes agrícolas diversos que ayuden a mantener las poblaciones de aves que son, a su vez, beneficiosas para el control de plagas.

Un equipo de investigadores de varias instituciones españolas ha estudiado durante cuatro años la reproduc-

Hembra de chotacabras cuellirrojo en una de las fincas agrícolas donde se ha desarrollado el estudio. Foto: Proyecto Chotacabras.

ción de un ave insectívora, el chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis*), en dos fincas agrícolas destinadas al cultivo de cítricos en el centro de la región de Murcia. Pese a que ambas fincas son colindantes, una de ellas está sometida a un manejo intensivo, con aplicación de pesticidas e importantes desbroces, mientras que la otra se explota en régimen de producción ecológica. En contra de lo esperable, los chotacabras de ambas fincas muestran un éxito reproductivo similar. Sin embargo, a diferencia de los chotacabras de la finca ecológica, los de la finca intensiva se ven obligados a desplazarse a zonas alejadas de sus nidos para obtener el alimento que necesitan para reproducirse con éxito.

Los autores del estudio explican que, durante las últi-



reproductiva, por lo que existen muy pocos trabajos que cuenten con nidos suficientes para extraer conclusiones robustas», afirma José Manuel Zamora, investigador del Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria (CIAGRO-UMH) y autor principal del trabajo.

Durante los cuatro años de estudio, el equipo de investigadores pudo localizar y monitorear un total de 191 nidos de chotacabras entre ambas fincas. En cada nido, los investigadores cuantificaron el éxito reproductor, así como otros parámetros relacionados, como la fecha de cría, la edad de los reproductores y la densidad de parejas. Además, durante el transcurso del estudio, marcaron a los chotacabras con dispositivos de seguimiento GPS, lo que permitió conocer su área de campeo y la ubicación de sus zonas de alimentación.

Los chotacabras de ambas fincas tuvieron un éxito reproductivo similar, pese a la presumible falta de insectos en la finca tratada con pesticidas. El siguiente paso en la investigación fue determinar cómo podían las aves compensar esta limitación. El análisis de la información obtenida mediante seguimiento GPS reveló que los chotacabras que se reproducían en la finca intensiva se desplazaban con mayor frecuencia a las zonas de alimentación colindantes alejadas de los nidos (2-8 km), en comparación con los chotacabras de la finca ecológica, los cuales se alimentaban dentro de la propia finca.

Los resultados ponen de manifiesto la importancia de promover paisajes agrícolas diversos para mitigar los efectos negativos de la agricultura intensiva sobre la biodiversidad. En este sentido, los autores resaltan la necesidad de fomentar la presencia de elementos paisajísticos singulares, como setos, pequeños cuerpos de agua, barbechos y parches de hábitat natural, que puedan ofrecer zonas de alimentación alternativas para las aves y que aumenten la conectividad entre las zonas de reproducción y de alimentación. «La aplicación de estas medidas en espacios agrarios permitiría mantener buenas poblaciones de aves insectívoras, las cuales a su vez pueden actuar como controladoras naturales de plagas agrícolas», añade el experto de la UMH, Zamora Marín.

El estudio, publicado en la revista *Ecological Applications*, ha sido realizado por un equipo de investigadores de la UMH, el CIAGRO-UMH, la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE), la Asociación Ullula y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y ha contado con la colaboración de la empresa Explotaciones Agrícolas de la Región de Murcia.

mas décadas, la agricultura intensiva se ha expandido por todo el mundo en respuesta a la creciente demanda de alimento motivada por el aumento de la población humana. A diferencia de la agricultura ecológica, la intensiva conlleva la aplicación masiva de fertilizantes y pesticidas, lo que contribuye al declive generalizado de las aves asociadas a los ambientes agrícolas, particularmente, las especies insectívoras. Por el contrario, la agricultura ecológica se fundamenta en la aplicación de métodos de control biológico para combatir las plagas, minimizando así la contaminación ambiental y evitando los efectos negativos sobre la biodiversidad.

«Las prodigiosas habilidades de los chotacabras para camuflar sus nidos han desafiado el estudio de su biología

EL COLOR APARENTE DE LAS LAGARTIJAS

cambia con la luz y el punto de vista

Universitat de València (UV)

Un equipo de investigadores del Instituto Canavilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE) de la UV y de la Universidad de Oporto han identificado y caracterizado iridiscencia en la coloración dorsal de la lagartija parda (*Podarcis liolepis*), un fenómeno óptico por el cual los colores reflejados por una superficie cambian según el ángulo entre el observador y la fuente de luz. Esta especie común en el este de la península ibérica, muestra este fenómeno en su dorso y, por primera vez, se ha evaluado cómo estos cambios cromáticos son percibidos por observadores con distintos sistemas de visión del color, como lagartijas, aves y humanos.

El trabajo publicado en la revista *Journal of Zoology* sugiere que la iridiscencia podría estar mucho más extendida entre los reptiles de lo que se piensa y que su aparente rareza puede deberse más a una falta de estudios adecuados que a su verdadera escasez, explica Javier Ábalos, investigador del Departamento de Etología del ICBiBE. La iridiscencia es la base de muchos de los colores más llamativos en la naturaleza (como en alas de mariposas o plumas de aves), aunque se sabe poco sobre si estos cambios son perceptibles para los animales que los ven.

Otro aspecto relevante del estudio es el uso de modelos visuales para comparar cómo se perciben los cambios de color inducidos por la iridiscencia desde la perspectiva de distintos observadores: lagartijas, aves rapaces y humanos. Se trata del primer trabajo en reptiles que aplica esta aproximación comparativa entre sistemas visuales, lo cual permite evaluar no sólo los

cambios físicos en la luz reflejada, sino también su impacto perceptual real. Esta distinción es fundamental para entender si la iridiscencia puede tener funciones adaptativas, como la comunicación o el camuflaje.

Los resultados revelan que, en ciertos contextos, la iridiscencia dorsal de *Podarcis liolepis* podría ser más visible para los depredadores aviarios (y para los humanos) que para los individuos de la especie. Esto introduce una dimensión sensorial del fenómeno: los mismos cambios espectrales pueden resultar más o menos detectables en función de cómo se solapan con las sensibilidades de los conos fotorreceptores del observador. Así, la iridiscencia no puede entenderse únicamente como un rasgo físico, sino también como una interacción entre estructura óptica y percepción sensorial, se explica en la investigación en la que también han trabajado Guillem Pérez y Enrique Font, profesores de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UV, y Ferrán de la Cruz (Universidad de Porto). En concreto, se ha analizado la iridiscencia en la coloración dorsal de *Podarcis liolepis*, comparando dos poblaciones con marcadas diferencias en su coloración: una en el Jardín Botánico de Valencia (de tonos marrones) y otra en el Parque Natural Municipal de La Murta de Alzira (de colores más verdosos e intensos). Se ha medido la coloración de 87 lagartijas adultas desde tres ángulos de visualización distintos y usado modelos visuales para estimar cómo percibirían esos colores otros lagartos, aves y humanos.

Los resultados explican que, aunque las lagarti-



De izquierda a derecha, Enrique Font, Javier Ábalos, Guillem Pérez i de Lanuza y Ferrán de la Cruz.



jas del Botánico parecen exhibir una iridiscencia menos aparente, sus propiedades espectrales cambian con el ángulo de visualización tanto como los de La Murta. Sin embargo, estos cambios son más aparentes en La Murta debido a una mayor coincidencia entre las longitudes de onda afectadas y la sensibilidad visual de todos los observadores examinados, incluyendo humanos.

Así, el trabajo muestra que la variación cromática dentro de la especie, por ejemplo, entre sexos o poblaciones, influye en la detectabilidad de la iridiscencia. A pesar de que los desplazamientos espectrales son similares, estos generan una mayor diferencia cromática en unas poblaciones que en otras, en parte debido a las característi-

cas del color de fondo. Esta interacción entre coloración base e iridiscencia implica que su visibilidad puede estar modulada por otros rasgos fenotípicos y por el entorno, lo que abre nuevas vías para explorar su significado ecológico.

El estudio pone en cuestión la fiabilidad de la percepción humana como única herramienta para describir la coloración animal. Las diferencias detectadas entre observadores sugieren que muchas descripciones basadas en observación directa o en fotografía estándar podrían estar subestimando la variabilidad cromática real, especialmente cuando entran en juego fenómenos como la iridiscencia.

Las dos fotos de la derecha: hembra juvenil (menos de un año) de *Podarcis muralis*. Las fotos de la izquierda: hembra juvenil (menos de un año) de *Podarcis muralis* y proceso de cría de las lagartijas.

Incubación de las puestas



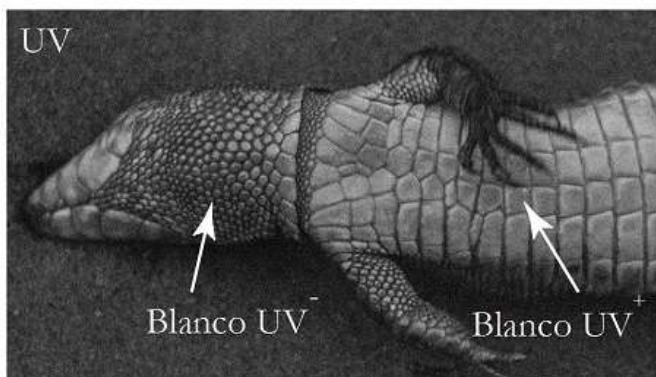
Mantenimiento de los juveniles



Coloración en crías y juveniles



Hembra juvenil (< 1 año de edad)



CAMBIO DE COLOR de la lagartija roquera al crecer

Una investigación del Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva (ICBiBE) de la Universitat de València (UV) ha descrito los cambios en la coloración ventral y lateral en una especie de lagartijas típica del norte de la península ibérica, *Podarcis muralis* o lagartija roquera, y afirma que los cambios, algunos invisibles al ojo humano, pueden tener funciones comunicativas mediando interacciones sociales. El trabajo se ha publicado en la revista *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecology and Integrative Physiology*.

Es la primera descripción detallada de los cambios de color (OCCs) ontogenéticos (a lo largo del desarrollo) en la coloración ventral y ventrolateral de *Podarcis muralis*. La investigación ha analizado el componente ultravioleta (UV) del color con espectrofotometría de reflectancia, desde el nacimiento hasta el primer año de vida. «Aunque se conocía los colores de los adultos de esta especie, no se había caracterizado la coloración propia de los juveniles ni cómo esta se desarrolla», destaca Javier Ábalos, primer firmante del artículo e investigador pos-

doctoral del Departamento de Etología del ICBiBE.

Los investigadores han identificado en las crías de lagartija un tipo de blanco desconocido hasta ahora en la especie (blanco con reflectancia ultravioleta-UV), perceptiblemente distinto al blanco adulto (blanco sin UV), que las distingue claramente de los adultos a ojos de otras lagartijas. Además, se documenta por primera vez un retraso en la adquisición de las manchas azul-UV de los flancos respecto a la coloración amarilla, naranja o blanco sin UV de la garganta y vientre, y diferencias marcadas entre sexos.

La investigación, en la que también participan Alicia Bartolomé, Guillem Pérez y Enrique Font (ICBiBE), destaca que estos colores probablemente cumplen un papel en la comunicación social. Las crías nacen con un vientre y garganta aparentemente blancos. El desarrollo de la coloración ventral y de las manchas azul-UV laterales ocurre de forma asincrónica y con diferencias entre sexos.

ASÍ SE MUEVE CERCETA PARDILLA

en sus viajes a través del Mediterráneo

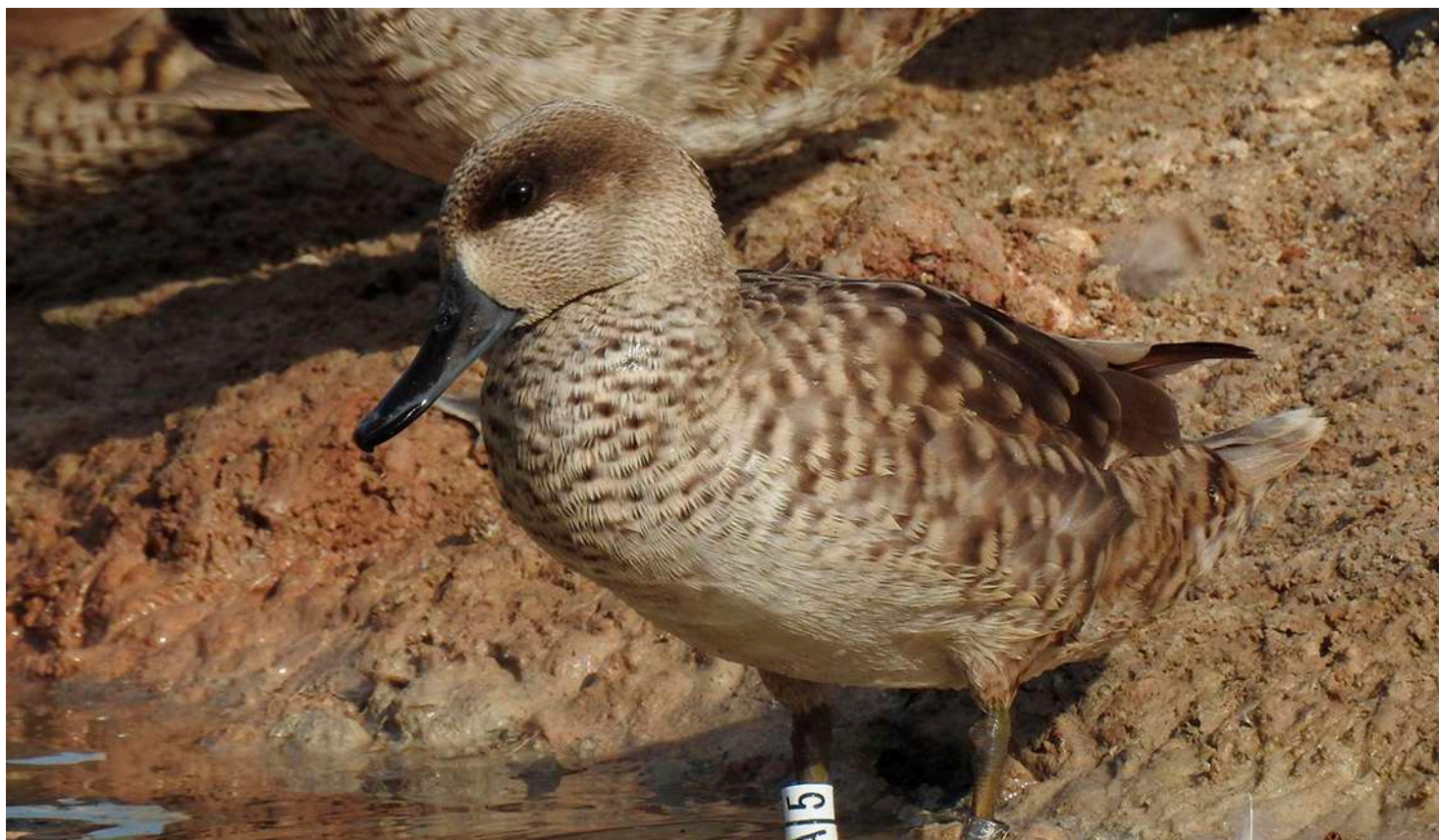
Un estudio liderado por investigadores de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) ha descrito por primera vez los movimientos de larga distancia de la cerceta pardilla y evalúa los factores que impulsan a las aves a cruzar hacia el continente africano. Para ello, desde el año 2018, investigadores de la UMH, junto con técnicos de la Generalitat Valenciana y de la Junta de Andalucía, han marcado más de un centenar de ejemplares con dispositivos de localización GPS que enviaban la información a través de la red de telefonía móvil.

Durante el siglo pasado, la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) fue una de las anátidas más abundantes en los humedales de la península ibérica. Sin embargo, desde mediados del siglo XX, inició un declive poblacional tan acusado que obligó a ser declarada como especie en peligro crítico de extinción, la categoría más elevada de amenaza España, superior incluso a especies tan conocidas como el lince ibérico o el oso pardo.

Para evitar su desaparición, se inició un programa de cría en cautividad en sus dos principales áreas de distribución, las marismas del Guadalquivir y los humedales del sureste de Alicante. Paradójicamente, y pese a es-

tar en peligro crítico, sigue siendo una de las especies menos conocidas de nuestras aves acuáticas. Desvelar cómo se mueve y cómo se conecta con el norte de África es hoy fundamental para saber si las acciones de conservación que se aplican están dando resultados o necesitan ser revisadas.

«A pesar del gran esfuerzo de seguimiento, sólo pudimos registrar 18 aves que cruzaron el Mediterráneo, lo que da una idea de las múltiples presiones que sufre la especie y que limitan su supervivencia», explica la investigadora del Centro de Investigación Agroalimentaria (CIAGRO) de la UMH, Irene Pacheco, principal autora del trabajo. El estudio reveló un marcado contraste entre los dos núcleos principales: en el Guadalquivir, los individuos se desplazaron preferentemente en primavera, mientras que, en Alicante, lo hicieron en otoño, después de la época reproductora. Según Pacheco, esto indica que, en la cerceta pardilla, los desplazamientos no siguen los patrones migratorios clásicos de reproducción en el norte e invernada en el sur que se observan en la mayoría de aves migratorias. Por lo tanto, más que seguir un patrón común, se observa una amplia variabilidad a nivel individual en los movimientos que realizan.



PRIMER ESTUDIO METAGENÓMICO GLOBAL

de la microbiota de pequeños rumiantes

Universidad CEU Cardenal Herrera (CEU UCH)

En los últimos años, los estudios metagenómicos están realizando avances importantes en el conocimiento de las poblaciones bacterianas naturalmente presentes en los animales y en la especie humana. Esto permite detectar especies bacterianas vinculadas con un estado saludable o parámetros relevantes, como la fertilidad. En el caso del sector ovino y caprino, hasta la fecha no se había realizado un estudio que incluyera la microbiota respiratoria, fecal, de la glándula mamaria, reproductiva y sanguínea de forma conjunta en hembras y machos.

El Grupo de Investigación ProVaginBIO de la CEU UCH de Valencia, cuyo responsable es Ángel Gómez-Martín, ha liderado un estudio que ha empleado el análisis metagenómico para evaluar el impacto de *Coxiella burnetii* en la microbiota de ovejas y cabras abortadas y con parto normal, presentes en brotes clínicos de fiebre Q. «Hemos incluido una representación de las diferentes situaciones epidemiológicas (tasas de abortos entre el 10 y 70 %) que hemos visto a lo largo de los cuatro años que llevamos estudiando rebaños afectados por numerosas áreas de la geografía española», señala Gómez-Martín.

Este patógeno es capaz de infectar a un amplio espectro de hospedadores domésticos y salvajes, entre ellos, roedores, lagomorfos, carnívoros, herbívoros o aves. Se trata de una zoonosis en la que la especie humana se suele infectar especialmente de forma aerógena, aunque también a través de las picaduras de garrapatas en menor medida. El sector ovino y caprino se ve especialmente afectado por las altas tasas de abortos en

los brotes clínicos de esta enfermedad. El estudio combinó el diagnóstico serológico de los animales con el empleo de la metagenómica y la q-PCR en muestras de sangre, heces, leche, nasofaringe, vagina, prepucio, así como en diversas muestras ambientales.

Impacto negativo en la microbiota

El estudio, publicado en la revista *One Health*, ha reportado también que, en todos los rebaños estudiados, se produjeron diferencias en la microbiota de todas las localizaciones evaluadas entre hembras abortadas y no abortadas, tanto en términos de riqueza y uniformidad de la diversidad microbiana fecal, sanguínea, láctea y vaginal, así como disbiosis en localizaciones relevantes como glándula mamaria, vagina y nasofaringe. En base a ello, el estudio sugiere que no deberían descartarse consecuencias en la fertilidad, la producción y la calidad lechera o el tracto respiratorio.

En todos los rebaños estudiados, la riqueza bacteriana de la microbiota vaginal fue menor en las hembras abortadas, en comparación con las de parto normal. Además, en todos los rebaños, las hembras abortadas tenían una microbiota vaginal significativamente diferente a la observada en las no abortadas, en el que destacaba un patrón de poblaciones bacterianas vinculadas a la infertilidad. Los problemas de infertilidad son ampliamente asumidos en rebaños bovinos con fiebre Q, pero escasamente estudiados en pequeños rumiantes. Uno de los rebaños, que presentó una elevada tasa de animales infecta-



dos y excretores de *Coxiella burnetii*, tenía una menor diversidad microbiana (filotipos) que los rebaños menos afectados y, una microbiota común en todos los animales, abortados y no abortados. «Es como si la barrera natural que forma la microbiota en el conjunto del rebaño se hubiera visto superada por la infección», afirma Gómez-Martín. De hecho, en los otros rebaños con menor clínica y gravedad de la enfermedad pudo comprobarse que la microbiota de las hembras no abortadas difería significativamente de los animales abortados.

Entre otros resultados novedosos, destaca por primera vez la abundancia de bacterias ácido-lácticas en la nasofaringe ovina y caprina, lo que puede jugar un papel importante en la salud del tracto respiratorio. También destaca el papel que la microbiota ambiental parece jugar a la hora de «sembrar» la microbiota de diferentes localizaciones anatómicas. El ambiente podría actuar como un eje que comunique la microbiota de diferentes localizaciones anatómicas entre las que se incluyen poblaciones bacterianas beneficiosas para la salud. También han descrito nuevas especies bacterianas antes no reportadas en pequeños rumiantes, así como nuevos tropismos de especies ya conocidas.

Avances en el diagnóstico

Entre los resultados, destaca la primera descripción de *Coxiella burnetii* en la nasofaringe del ganado caprino. Dado que es una bacteria que ocasiona graves neumonías en la especie humana, los autores del estudio destacan que no deberían infravalorarse las posibles consecuencias de este patógeno en el tracto respiratorio. Además, la evaluación de los parámetros de validez entre las diferentes muestras de este estudio, han determinado la idoneidad de la muestra de hisopo nasal para diagnóstico por q-PCR de *Coxiella burnetii*. Esta muestra evidenció una buena concordancia con la muestra vaginal y fecal.

Por otro lado, no hubo diferencias significativas a la hora de detectar animales infectados con el empleo de la serología o q-PCR entre hembras abortadas y no abortadas. También se destacó la idoneidad de obtener muestras vaginales para el diagnóstico por q-PCR en los rebaños ovinos estudiados cuando se emplea sólo este tipo de muestra.



INGENIERÍA METABÓLICA PARA AUMENTAR EL VALOR NUTRICIONAL DE LOS CULTIVOS

Un equipo de investigación del Instituto de Biotecnología y Biomedicina (BIOTECMED) de la Universitat de València (UV) ha logrado desarrollar plantas con un mayor valor nutricional, mediante el aumento de proteínas y aminoácidos esenciales en su metabolismo. Estos resultados, obtenidos a través de técnicas de ingeniería metabólica, contribuirán a mejorar la calidad de los cultivos para la alimentación. El estudio ha sido publicado en la revista *Plant Biotechnology Journal*.

El alarmante aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, impulsado por la actividad humana, está provocando patrones ambientales extremos, entre ellos, devastadoras inundaciones, prolongadas sequías y olas de calor intensas. El cambio climático no sólo altera el entorno, sino que también afecta directamente al me-

tabolismo de las plantas, comprometiendo el valor nutricional de los cultivos para la alimentación humana.

En ambientes con altos niveles de CO₂, las plantas reducen su contenido en nitrógeno y azufre, elementos constituyentes de las proteínas y de los ácidos nucleicos. «Lo más preocupante es la disminución de aminoácidos esenciales, cruciales para la salud de las personas», comenta Roc Ros, catedrático de Biología Vegetal de la UV, investigador en BIOTECMED y líder de este trabajo, en el que participan también dos centros alemanes de investigación. «Dado que las plantas y, especialmente, los cereales ya tienen niveles bajos de proteínas, este fenómeno podría agravar aún más la situación. Es vital, pues, abordar el aumento del contenido de nitrógeno y azufre orgánico en las plantas, no sólo por razones económicas, sino también por el bienestar de la humanidad», añade



el científico.

El estudio ha logrado incrementar el contenido proteico en plantas de cultivo, incluso en condiciones de alto CO₂. Lo ha hecho mediante la sobreexpresión de una ruta de biosíntesis de la serina y utilizando la ingeniería metabólica, una herramienta revolucionaria para potenciar el valor nutricional de las plantas. «Hemos utilizado técnicas de ingeniería genética que están resultando muy eficaces a la hora de enriquecer los alimentos de bajo contenido proteico, como son los vegetales. Con ello, no sólo mejoramos sus propiedades, sino que contribuimos a lograr una alimentación más sostenible, ya que la producción de alimentos de origen animal consume muchos más recursos y es bastante más contaminante», explica Roc Ros.

Este hallazgo abre la puerta al desarrollo de cultivos con mayor eficiencia en la biosíntesis de proteínas y aminoácidos esenciales, a un coste económico y medioambiental reducido.

Según el estudio, esta innovación podría jugar un papel crucial en la mejora de la salud pública al disminuir la dependencia de productos de origen animal, promoviendo así una alimentación más sostenible y nutritiva.

Además de BIOTECMED y del Departamento de Biología Vegetal de la UV, han participado en el estudio el Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK, Gatersleben, Stadt Seeland) y el Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology, Potsdam-Golm, ambos en Alemania.

UN RELOJ BIOLÓGICO DIFERENTE

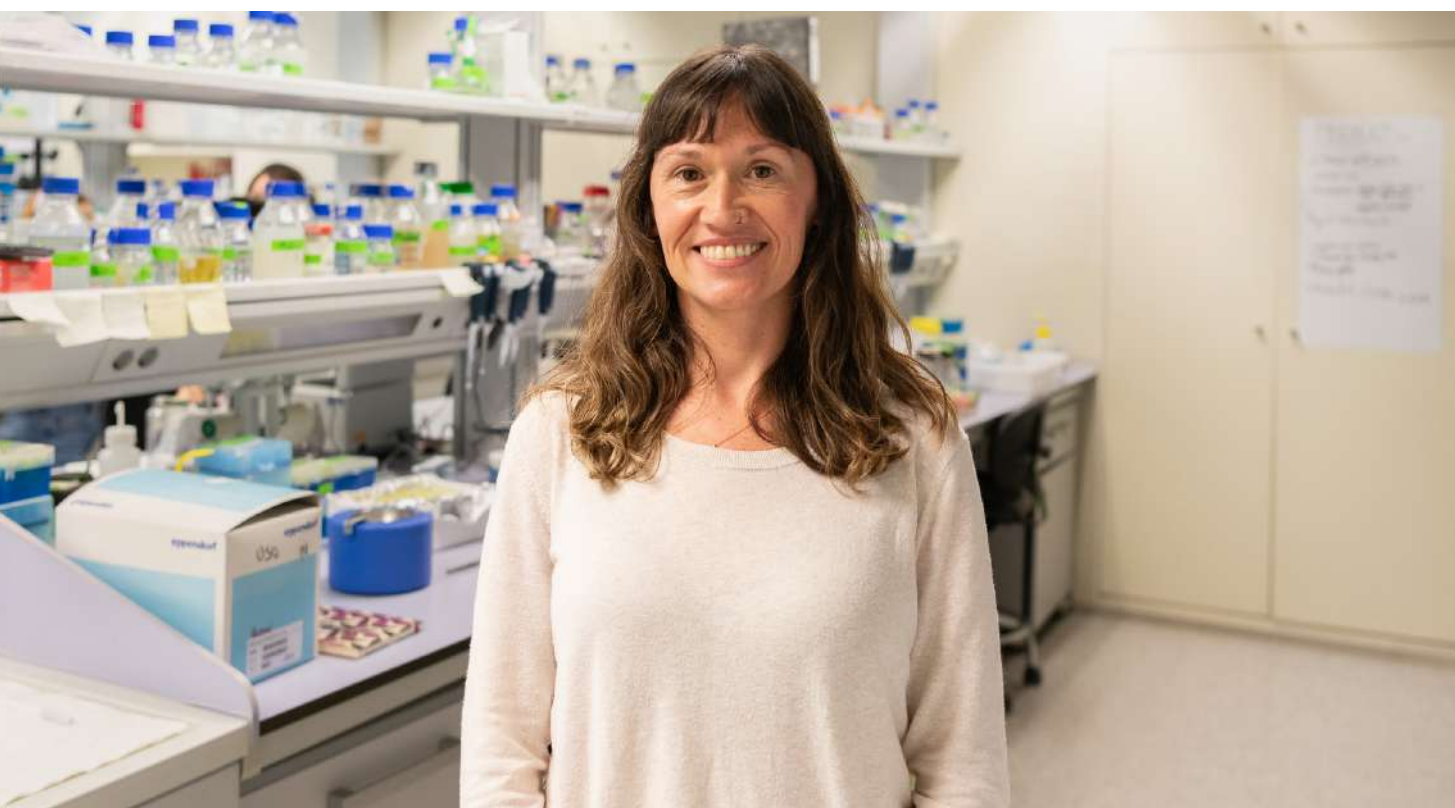
para cada célula de la planta

Un equipo internacional con participación del Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha logrado observar, por primera vez y con gran detalle, los ritmos biológicos en las células individuales de una planta. Gracias a una innovadora técnica de análisis genético, identificaron cerca de 3000 genes que siguen patrones rítmicos de funcionamiento dependiendo del tipo de celular. Por otro lado, hallaron que los genes que forman parte del reloj circadiano, mecanismo que regula la vida de las plantas, son rítmicos en casi todos los tipos celulares. Este hallazgo, publicado en *Nature Communications*, abre nuevas puertas para adaptar cultivos al cambio climático o mejorar su rendimiento.

Durante años, se pensó que el reloj circadiano de las plantas, el mecanismo que percibe los cambios medioambientales y mide el paso del tiempo para generar ritmos en múltiples procesos biológicos, desde la alimentación al descanso, era igual o funcionaba de igual manera en todos sus diferentes tipos celulares. En los últimos años, se ha descubierto que el sistema circadiano de las plantas está estructurado a nivel de organismo, presentando características distintas en distintos órganos y tejidos, de manera similar al sistema circadiano de los animales.

El estudio realizado por varias instituciones científicas chinas, con la participación del IBMCP (CSIC-UPV), contribuye a avanzar el conocimiento en este campo al elaborar un detallado atlas de expresión génica en células individuales de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* a lo largo del tiempo. Para ello, han empleado una técnica avanzada llamada secuenciación de ARN de núcleos individuales, mediante la cual analizaron la expresión de todos los genes en más de 200.000 núcleos de células vegetales individuales recolectados durante un periodo de 48 horas, con intervalos de 4 horas, y durante 24 horas con intervalos de 2 horas.

«Al comparar los patrones de expresión génica en unos tipos celulares y otros, hemos descubierto que ciertos grupos de células comparten ritmos similares y que unos 3000 genes muestran patrones rítmicos específicos, según el tipo de célula. Esto sugiere la existencia de un alto grado de regulación específica de tejido en el sistema circadiano vegetal», resume María A. Nohales, investigadora del CSIC en el IBMCP que colidera el trabajo.





EL PAPEL DE UNA PROTEÍNA

en el desarrollo y regulación genética de las plantas

Un equipo del Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha desarrollado un estudio que determina el papel clave de la proteína BDH en el correcto crecimiento de las plantas, debido a su efecto en un proceso que organiza el material genético dentro de las células. Además, el equipo ha utilizado la Inteligencia Artificial para comprobar que la estructura de esta proteína se ha conservado a lo largo de la evolución.

La investigación, publicada en la revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, señala que la función de estas proteínas sería similar en otras especies, jugando un papel importante en la regulación de la función celular cuyos fallos se asocian a enfermedades como el cáncer.

Todos los seres vivos de la Tierra tienen un origen común. Esto hace que determinadas estructuras se repitan en multitud de organismos, desde

plantas a animales. Esto ocurre con la forma en la que los seres vivos organizan su material genético, cómo el ADN se organiza dentro del núcleo de las células.

Esta función la realiza la cromatina, una mezcla de ADN y proteínas que permite compactar el material genético y regular el acceso a la información que contiene. Su estructura puede cambiar para activar o desactivar genes según las necesidades de la célula.

La cromatina funciona mediante unas proteínas especializadas llamadas «complejos remodeladores de la cromatina», que utilizan energía para deslizar, modificar o retirar otras proteínas, facilitando o bloqueando el acceso al ADN. En este campo, el estudio realizado por el equipo de Javier Gallego, científico del CSIC en el IBMCP, analizó la función molecular de la proteína llamada BDH (del inglés, *BCL-domain Homolog*) dentro de uno de estos remodeladores de la cromatina, el complejo denominado SWI/SNF (del inglés, *SWItch/Sucrose Non-Fermentable*) en el desarrollo de las plantas.



¿CÓMO CRECEN LOS TALLOS DE LAS PLANTAS?

Un estudio liderado por investigadores de la Universitat Politècnica de València (UPV), pertenecientes al Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto de la UPV y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha descubierto algunas de las claves celulares, genéticas y moleculares que coordinan los dos programas de crecimiento que coexisten en los tallos de las plantas: el longitudinal (en altura) y el radial (en grosor).

«Esta coordinación es crucial para que los tallos de las plantas se desarrollen en las proporciones adecuadas para asegurar una estabilidad suficiente, por medio del crecimiento radial, que facilite la expansión longitudinal. Además, nuestros resultados sugieren que el mecanismo que hemos identificado ocurre, probablemente, en la inmensa mayoría de las especies vegetales», destaca Javier Agustí, investigador del IBMCP y coordinador del estudio.

Junto al equipo de la UPV, en el estudio han participado también expertos del Plant Science Center (UPSC) de la Universidad de Umea (Suecia). Trabajaron con dos especies distintas: con la planta modelo *Arabidopsis thaliana* -una especie herbácea- y el chopo. Los resultados de sus investigaciones los publica la revista *Current Biology*.

Una analogía con el cuerpo humano

Esta investigación sirve como modelo para entender cómo se coordinan los distintos programas de crecimiento durante el desarrollo de órganos en organismos multicelulares.

«Si buscamos una analogía en humanos, podríamos pensar en el desarrollo de una extremidad, en el que el crecimiento de huesos, tendones, músculos y piel debe estar coordinado para que no se desarrollen formas aberrantes», explica Javier Agustí.

La ventaja de estudiar estas cuestiones en un sistema como el tallo de las plantas es que sólo coexisten dos programas de crecimiento: longitudinal y radial, lo que facilita identificar principios básicos de coordinación que podrían ser comunes a otros sistemas biológicos.

Más producción de biomasa

El tallo de las plantas, especialmente en el caso de los árboles, está compuesto por los tejidos que más biomasa acumulan en la tierra: aquellos que forman la madera. Por tanto, entender la coordinación de los programas de crecimiento que coexisten durante el desarrollo de los tallos podría ayudar a maximizar la producción de dicha biomasa.

«La biomasa vegetal está formada por polímeros de carbono y el origen de ese carbono es el CO₂ atmosférico. Además, la madera es un material renovable que favorece la producción ecológica en ciertas industrias, como la construcción. A partir de estas dos premisas, si maximizamos la producción de madera por árbol -por ejemplo, interviniendo en la coordinación de los programas de crecimiento que operan durante su desarrollo- no sólo estaríamos mejorando nuestras opciones de producir de forma más ecológica, sino que también contribuiríamos a reducir los niveles de CO₂ atmosférico», concluye Javier Agustí.

MÉTODO PARA EVALUAR PRODUCTOS NATURALES

como bioestimulantes en plantas

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP, CSIC-UPV)

Un equipo del IBMCP, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha desarrollado un método para evaluar de forma rápida y barata productos de origen natural que pueden utilizarse como bioestimulantes que ayuden a las plantas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, como la sequía o salinidad. Los investigadores pusieron en práctica su plataforma de evaluación de bioestimulantes y ya han confirmado que lo que funcionó en el laboratorio es eficaz en lechuga, brócoli y en tomate. El trabajo ha sido publicado en la revista *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*.

A partir de la combinación de cuatro extractos de origen natural (una especie de alga, sauce blanco, regaliz y una levadura) el grupo ha generado un nuevo producto denominado Calbio que, según explica José Miguel Mulet, investigador del IBMCP y coordinador del trabajo, «aumenta el rendimiento de diferentes cultivos un 10 % en condiciones normales, pero, en condiciones de salinidad, logra frenar la caída de producción y conseguimos rendimientos de cosecha un 30 % mayores que las plantas sin tratar con nuestro producto. Y, lo más importante, esto lo hemos replicado en cultivos muy diversos».

Mulet señala que «al ser de productos de origen natural, su proceso de autorización es más fácil, ya que son considerados bioestimulantes, por lo que la transferencia de resultados a los agricultores será mucho más rápida y sencilla. La eficacia del producto está contrastada y se conoce

su mecanismo molecular, algo que en estos momentos no ocurre con muchos productos que se encuentran disponibles en el mercado».

Ventajas y aplicaciones

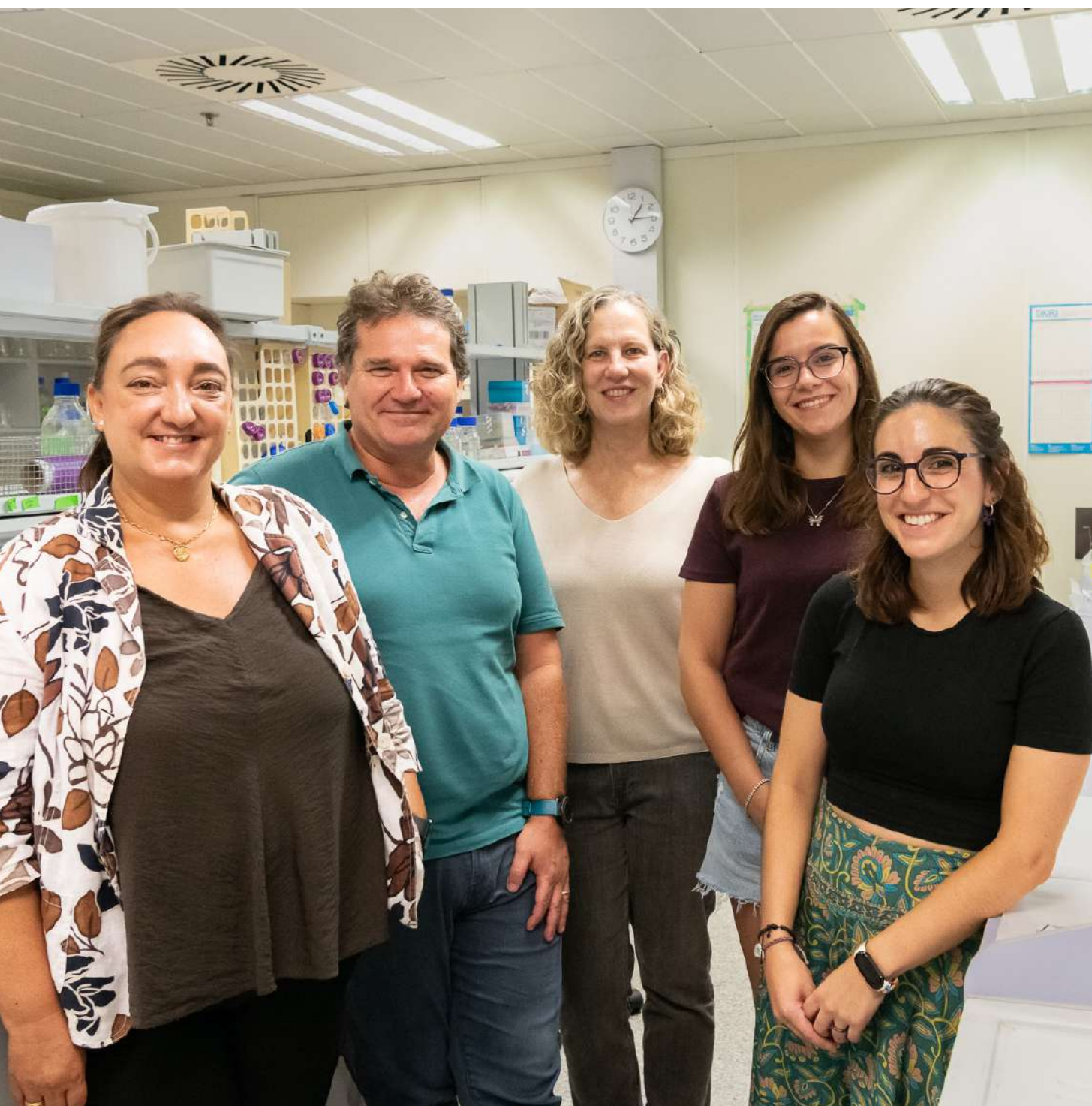
Antiguamente, cuando una empresa quería probar su producto, tenía que ir directamente a ensayos de campo, que resultan muy largos y caros y, además, no tenía la garantía de que funcionara. Con este nuevo sistema, se pueden evaluar diferentes productos en poco tiempo y a un precio asequible, y hacer un cribado previo de qué productos van a ser más efectivos. Además, se puede utilizar esta plataforma de forma combinatoria con diferentes materias primas para diseñar productos nuevos, como ha sido el caso del Calbio.

«Hasta ahora, hemos visto su efectividad en condiciones de crecimiento normal y de salinidad en diferentes cultivos como brócoli, lechuga y tomate», asegura Rosa Porcel, investigadora del IBMCP que participa en el trabajo. «En este momento, tenemos diferentes ensayos en marcha para evaluarlo en condiciones de sequía y de baja fertilización. Esto puede ser una gran ayuda para hacer la agricultura más sostenible. Además, al ser un producto de origen natural puede utilizarse tanto en agricultura convencional como ecológica», añade.

El grueso del trabajo se ha llevado a cabo en el IBMCP, en el que también han participado la catedrática Lynne Yenush, en colaboración con la empresa Caldic Ibérica, una compañía dedi-



De izquierda a derecha: Rosa Porcel, José M. Mulet, Lynne Yenush, Sara Trigueros y Patricia Benito.



cada a la venta al por mayor de productos químicos para la industria, la alimentación y el sector farmacéutico. Asimismo, en el estudio han trabajado Vicente Arbona y Miguel González-Guzmán, profesores de la Universitat Jaume I de Castelló.

Las pruebas de campo se han realizado en la Fundación Cajamar (Paiporta) y en la finca Sinyent que la Asocia-

ción Valenciana de Agricultores (AVA-ASAJA) tiene en la localidad de Polinyà del Xúquer (Valencia).

La investigación es el resultado de un proyecto de la convocatoria Retos colaborativos de 2022, del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Next Generation), y fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).



UN COMPUESTO PERMITE A LOS TOMATES Y OTROS CULTIVOS CONVENCIONALES RESISTIR LA SEQUÍA

Un equipo liderado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha desarrollado un nuevo compuesto que ayuda a las plantas a resistir mejor la sequía, superando incluso la eficacia de sus propias hormonas naturales. El hallazgo supone un hito en la lucha contra los efectos del cambio climático en la agricultura. Los investigadores han desarrollado una molécula denominada cianobactina invertida (iCB) que imita la hormona que regula la resistencia de las plantas, conocida como ácido abscísico (ABA). Mediante su aplicación con spray en hojas de tomate, las plantas muestran resistencia a la sequía severa, sin comprometer la recuperación de la fotosíntesis, manteniendo así su productividad. Los resultados se publican en la revista *Molecular Plant*, y han sido patentados en colaboración con una empresa española.

Además de reducir el consumo de agua, iCB protege el sistema fotosintético de las plantas y, así, mejora su capacidad para recuperarse tras sequía, en consonancia con la activación de numerosos genes relacionados con la producción de compuestos protectores. «Esta

molécula, además de regular la transpiración, también activa la expresión de numerosos genes de adaptación al estrés hídrico, por ejemplo, los que sintetizan moléculas protectoras como prolina y rafinosa», explica Pedro L. Rodríguez, investigador del CSIC en el Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto del CSIC y la Universitat Politècnica de València (UPV), que colidera el trabajo.

Estudios en trigo y vid

Gracias a técnicas avanzadas de diseño molecular y análisis estructural con rayos X, desarrolladas originalmente para el descubrimiento de fármacos, los investigadores lograron una molécula (iCB), que se adapta a distintos tipos de receptores de la hormona ABA presentes en muchas especies vegetales, incluidas plantas de *Arabidopsis thaliana*, un modelo vegetal ampliamente usado en investigación, y de tomate. 174 Estudios preliminares en trigo y vid sugieren que esta molécula podría ser también activa en otras plantas de cosecha», revela Rodríguez.



Este compuesto activa las tres subfamilias de receptores de ABA, con lo cual su respuesta es más amplia. Así, puede activar las respuestas mediadas por ABA en la raíz de la planta, como el crecimiento hacia la humedad (hidrotropismo) y la protección de la raíz en sequía. También es más potente que la hormona natural ABA en ensayos de germinación, lo que serviría para prevenir la germinación de los granos en espigas de cereales antes de la siega, un problema en países húmedos o con lluvias tardías.

«Los resultados son espectaculares», asegura Armando Albert, investigador del CSIC en el Instituto de Química Física Blas Cabrera (IQF-CSIC) que colidera el trabajo. «Las plantas en las que hacemos una aplicación foliar con un espray que contiene la molécula resisten sequía severa y pueden recuperar la fotosíntesis tras sufrir el estrés», remarca.

Sin modificación genética de plantas

Ambos investigadores desarrollaron hace un par de años otra molécula, iSBo9, para tratar plantas modificadas genéticamente y lograr protección a la sequía. «La principal ventaja de esta nueva molécula es que no requiere modificación genética de las plantas tratadas, lo que la hace compatible con cultivos convencionales y evita las barreras regulatorias y sociales asociadas a los organismos genéticamente modificados», remarca Albert.

Este avance no sólo ofrece una solución prometedora para mejorar el rendimiento agrícola en zonas afectadas por la sequía: «Además de mejorar la resistencia de las plantas ante la sequía, en casos extremos esta molécula permitiría su supervivencia hasta que se restaure el riego», avanzan los investigadores.

La molécula iCB está protegida por patente cuya titularidad comparten la empresa española GalChimia, el CSIC y la UPV. Existen colaboraciones con otros grupos de investigación de la Universidad de Santiago de Compostela y de Tartu (Estonia).

Borja Ferrández (centro), junto a Mar Cerdán (derecha) y Antonio Sánchez (izquierda), en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la UA, muestra el material con el que trabajan en la investigación.



RECUPERAN EL SABOR DEL tomate utilizando residuos de *Posidonia oceanica*

El tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) es uno de los cultivos hortofrutícolas más importantes del mundo y un pilar fundamental en la dieta humana por su aporte de micronutrientes. Sin embargo, en los últimos años, los consumidores han mostrado su descontento con la calidad del sabor del tomate comercial, que ha perdido gran parte de su aroma y sabor en comparación con las variedades autóctonas. Ante este desafío, un equipo de investigadores de la Universidad de Alicante (UA) ha desarrollado una solución innovadora: utilizar residuos de *Posidonia oceanica*, una planta marina protegida, como sustrato de cultivo para devolver al tomate sus propiedades organolépticas perdidas.

Esta iniciativa, enmarcada en los proyectos de investigación gastronómica desarrollados por el Centro de Gastronomía del Mediterráneo GAS-TERRA, ha sido liderado por el investigador principal Borja Ferrández, junto con Mar Cerdán y Antonio Sánchez, miembros del Grupo de Investigación Química Agrícola del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Edafología y Quími-

ca Agrícola de la UA. Los resultados obtenidos no sólo prometen revolucionar la calidad del tomate, sino también ofrecer una solución sostenible para gestionar los residuos de *Posidonia oceanica*, un problema recurrente en las costas mediterráneas.

Aunque esta especie desempeña un papel crucial en los ecosistemas costeros -oxigenando el agua, fijando sedimentos y sirviendo de refugio para numerosas especies marinas-, sus hojas muertas se acumulan en las playas, convirtiéndose en un problema de gestión de residuos, especialmente en zonas turísticas. Actualmente, estos restos se retiran y trasladan a vertederos, donde tardan años en descomponerse debido a su lenta tasa de degradación.

El proyecto de la UA busca dar un nuevo uso a estos residuos, transformándolos en un recurso valioso para la agricultura. «Nuestro objetivo era demostrar que la *Posidonia oceanica* no solo puede ser reutilizada, sino que también puede mejorar la calidad de los cultivos, en este caso, del tomate», explica Borja Ferrández.

ASÍ INFLUYE EL ESTRÉS ABIÓTICO en el tomate para sobrevivir al cambio climático

Cada año, situaciones de estrés abiótico como sequías, calor, salinidad o alta intensidad lumínica, unidas a condiciones de suelo desfavorables debidas a la actividad humana (herbicidas, cambios de pH o distintos contaminantes como microplásticos) y, especialmente, la combinación de estos factores, infligen un descenso en la productividad de los cultivos en todo el planeta. Si la tendencia en nuestro entorno no se desacelera o revierte, los suministros de alimentos podrían disminuir gravemente.

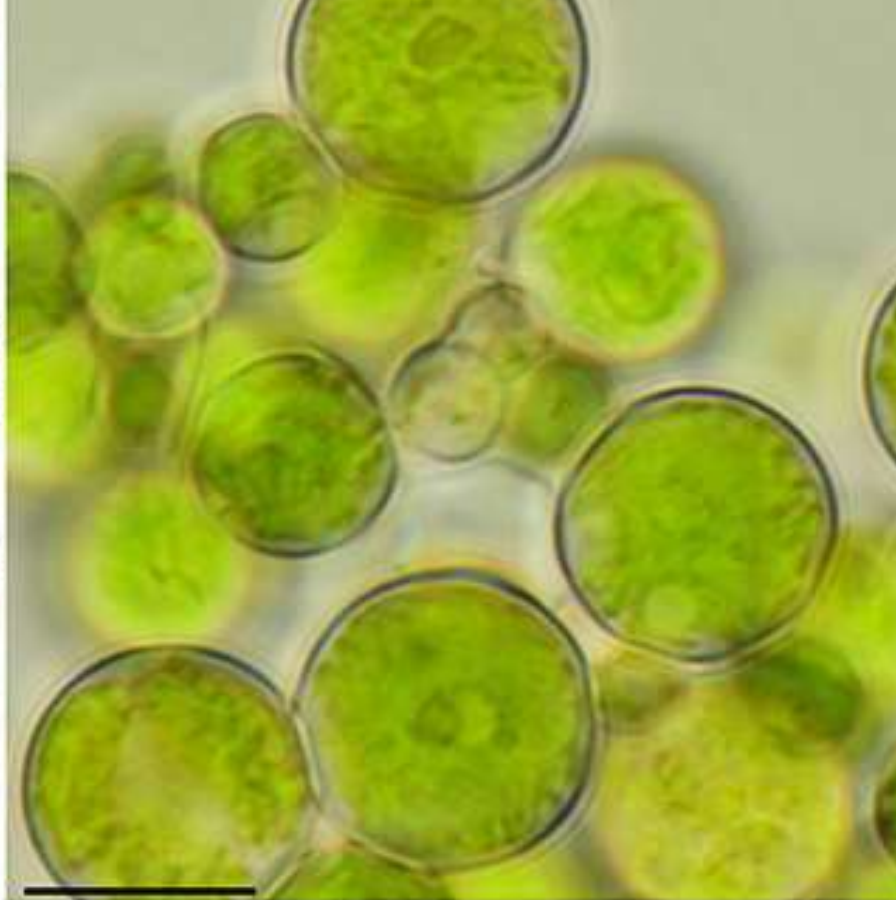
Un equipo de trabajo del Grupo de Investigación en Ecofisiología y Biotecnología de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), dirigido por la investigadora Sara Izquierdo, con la colaboración de José Luis Rambla, estudia cómo combinaciones complejas de esas situaciones de estrés afectan al crecimiento y la supervivencia de las plantas de tomate y analiza qué respuestas de la planta son beneficiosas o perjudiciales para la aclimatación a su entorno, así como los cambios que se producen en su metabolismo, sus proteínas o sus hormonas.

Según los resultados obtenidos, los efectos de la combinación de diferentes tipos de estrés son amplios. Afectan al proceso de fotosíntesis, al crecimiento y también a la acumulación de prolina, un aminoácido, que, si bien es beneficioso para resistir al estrés, durante el estrés multifactorial podría tener un efecto adverso. También se han obtenido indicios interesantes referentes al papel de una poliamina concreta (espermina) en la tolerancia de las plantas a un determinado estrés combinado (salinidad y herbicida paraquat).

Otra de las conclusiones de este estudio es que los mecanismos de eliminación de las especies reactivas de oxígeno (ROS), podrían representar una estrategia potencial para aumentar la tolerancia de las plantas y los cultivos a la combinación de estrés multifactorial, y que la hormona ácido jasmónico resultaría clave para la aclimatación del tomate cuando se dan condiciones combinadas de alta luminosidad, salinidad y presencia de paraquat.

Finalmente, a través de un enfoque multiómico, se ha analizado el efecto de hasta seis estreses simultáneos y se ha determinado que el tomate activa un programa molecular específico según la complejidad del estrés. Se han identificado más de 190 genes que responden de forma común y otros que se activan solo bajo condiciones extremas, incluyendo dos reguladores clave de las respuestas al calor combinado. Al comparar con otras especies, se han hallado respuestas similares, lo que apunta a un mecanismo universal de adaptación. Estos hallazgos aportan nuevas claves para desarrollar cultivos más resistentes a las condiciones extremas impuestas por el cambio climático.



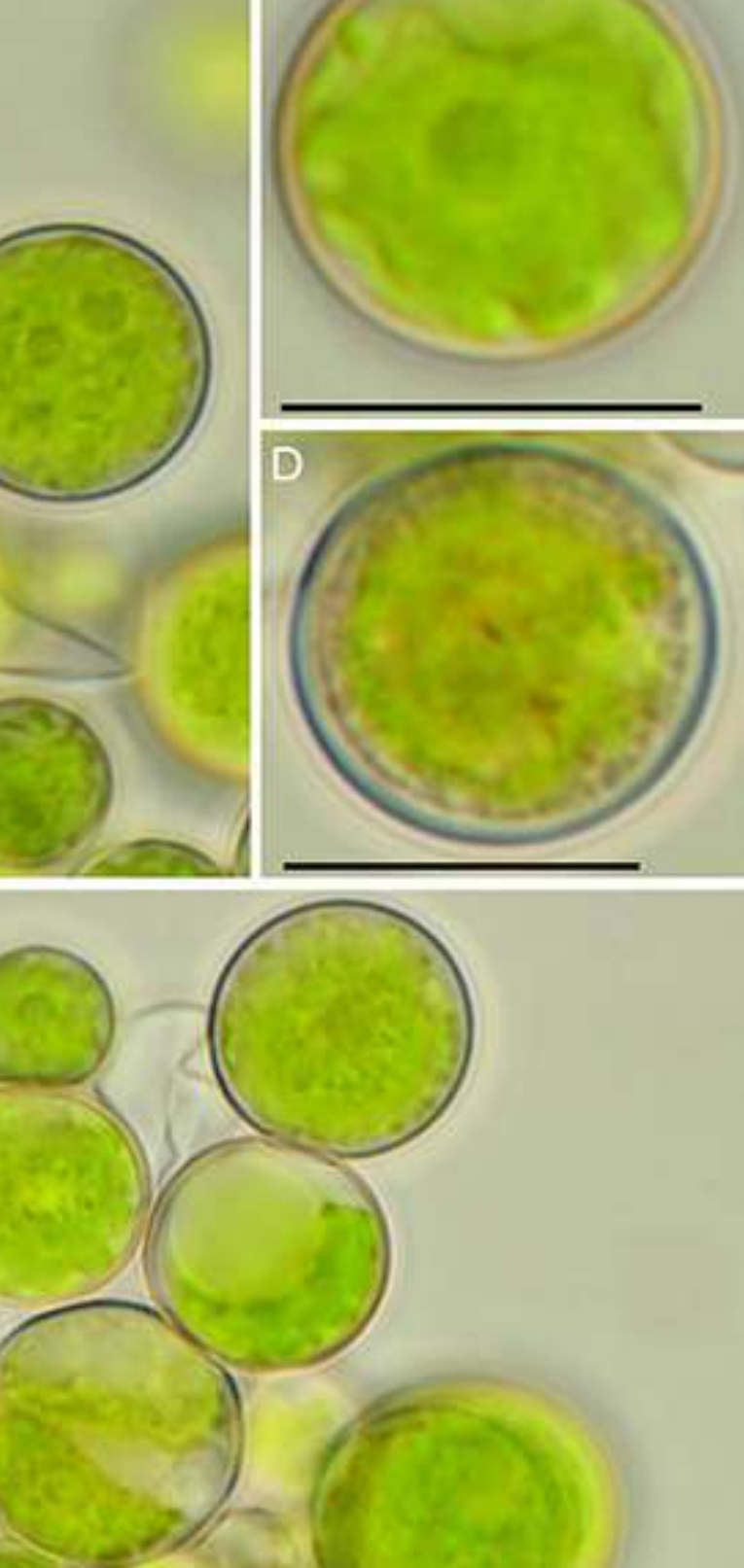


DESCUBREN MICROALGAS DE LÍQUENES CAPACES DE RESISTIR LAS CONDICIONES EXTREMAS DEL PLANETA MARTE

Una investigación de la Universitat de València (UV) ha demostrado que ciertas microalgas simbiotas de líquenes son capaces de sobrevivir en condiciones extremas similares a las de la superficie marciana. Su capacidad para producir oxígeno y nutrientes en los ambientes más severos y su potencial biotecnológico hacen de estas especies una interesante fuente de recursos para la industria alimentaria, la agricultura espacial y el desarrollo de futuras misiones humanas en el planeta rojo. El proyecto está financiado por la Agencia Espacial Europea, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Univer-

sidades y la Generalitat Valenciana.

Denominado TREBOUXMARS, el proyecto toma su nombre de una familia de microalgas simbiotas extraídas de talos de líquenes, las *Trebouxiaceae*. Este trabajo es fruto de la colaboración entre los grupos de investigación Simbiosis, Diversidad y Evolución en Líquenes y Plantas (SYMBIOGENE) y Biodiversidad y Biotecnología de microalgas líquénicas (PHOTOBIONTECH), ambos de la UV. El equipo ha simulado en laboratorio las condiciones ambientales de la superficie del planeta rojo y



ha demostrado que algunas de estas microalgas pueden sobrevivir en condiciones extremadamente difíciles, incluida la exposición al medio espacial. Una vez extraídas de talos de líquenes, estas especies simbiotas pueden cultivarse de forma independiente, siendo capaces de sobrevivir y prosperar en las condiciones de Marte, y utilizarse para producir recursos que sustenten allí la presencia humana.

«Estamos hablando de organismos con un repertorio metabólico complejo, altamente adaptable, que puede tener usos muy diversos, tanto dentro como fuera del planeta Tierra. Disponemos ya de una serie de microalgas capaces de seguir creciendo tras exponerse a ambientes extremos simulados en laboratorio; hemos analizado sus respuestas metabólicas y transcriptómicas frente a diferentes tipos de estrés ambiental y ahora estamos profundizando en las aplicaciones biotecnológicas que esto pueda ofrecer», comenta Pedro Carrasco, catedrático de Bioquímica y Biología Molecular, investigador en el Instituto Universitario de Investigación en Biotecnología y Biomedicina (BIOTECMED) y responsable del grupo PHOTOBIONTECH.

«Estas células eucarióticas y simbiotas tienen características biológicas muy novedosas y únicas, como, por ejemplo, que las membranas de sus cloroplastos, mitocondrias y citoplasmas no se desnaturalizan, pudiendo recuperar su estructura y funcionamiento originales en un tiempo breve, lo que estamos estudiando con metodologías de la biología celular», explica Eva Barreno, catedrática emérita de Botánica y responsable del grupo SYMBIOGENE en el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva (ICBiBE) de la UV.

El objetivo de TREBOUXMARS se centra ahora en dos aspectos fundamentales: por un lado, el cultivo de estas microalgas simbiotas para la producción de oxígeno y nutrientes en los ambientes más severos, de cara a futuras misiones humanas en el planeta rojo. Por otro, en precisar el potencial biotecnológico de estas especies y su posible interés para la farmacología, la industria alimentaria o la agricultura espacial.

Las microalgas utilizadas en el estudio proceden de la Colección de Algas Simbióticas de la Universitat de València (ASUV), originada por el grupo SYMBIOGENE, dedicada al cultivo y mantenimiento de las microalgas aisladas a partir de líquenes, mediante protocolos y técnicas generados por el propio grupo de investigación.

VACUNAS MÁS EFICACES

para plantas, sin modificar sus genes

Un equipo de investigación del Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha perfeccionado una técnica para producir múltiples fragmentos cortos de ARN diseñados para apagar uno o varios genes específicos en plantas sin provocar efectos secundarios. Esta tecnología usa un virus inofensivo como vehículo para llevar estas moléculas a las plantas rociándolas con un spray, silenciando los genes deseados sin necesidad de modificarlos, es decir, sin crear plantas transgénicas. Su trabajo se publica en la revista *Nucleic Acids Research*.

En concreto, el equipo ha conseguido mejorar la producción de syn-tasiRNAs, unos pequeños fragmentos de ARN que copian las instrucciones del ADN para que las células cumplan su función, diseñadas para apagar genes específicos en plantas. El uso de estas moléculas es limitado porque se necesitan introducir en las plantas versiones largas de ARN para que puedan producir syn-tasiRNAs. Este equipo ya había utilizado una tecnología similar, que producía un único fragmento pequeño de ARN, en un trabajo anterior, demostrando su utilidad y aplicaciones.

En el estudio publicado ahora, demuestran que es posible generar varios syn-tasiRNAs eficaces usando versiones de ARN mucho más cortas y simples. Al introducir estas versiones mínimas en plantas como *Arabidopsis thaliana* y *Nicotiana benthamiana*, estas produjeron syn-tasiRNAs muy eficaces, capaces de apagar no uno, sino varios genes al mismo tiempo. «Hemos conseguido producir varios syn-tasiRNAs muy eficaces a partir de precursores de mínimo tamaño que apagan con gran eficacia y especificidad uno o varios genes de la planta sin provocar efectos secundarios», resume Alberto Carbonell, investigador del CSIC que lidera el trabajo.

Además, comprobaron que estas versiones mínimas funcionan cuando se introducen en la planta usando un virus, sin necesidad de modificarla genéticamente. «Aplicamos estas moléculas syn-tasiRNAs en modo spray mediante un virus inofensivo como vehículo y logramos un silenciamiento generalizado y duradero de ciertos genes en las plantas sin necesidad de producir plantas transgénicas», explica Carbonell.



Alberto Carbonell, científico del CSIC en el IBMCP que lidera el trabajo.

El Grupo de Investigación en Envejecimiento Celular y Nutrición, de la CEU UCH, que dirige Eloy Bejarano, en el centro de la imagen.



EL PODER ANTIOXIDANTE en las hojas y la corteza de la planta del anacardo

Las hojas y la corteza de la planta del anacardo tienen un alto potencial antioxidante para el desarrollo de tratamientos frente al envejecimiento celular y los trastornos relacionados con la edad. Este es el principal resultado del estudio liderado por Eloy Bejarano, investigador Ramón y Cajal en la Universidad CEU Cardenal Herrera (CEU UCH), donde lidera el Grupo de investigación en Envejecimiento celular y nutrición. Su trabajo, publicado en la revista científica internacional *Antioxidants*, se ha realizado en colaboración con investigadores de Estados Unidos, Canadá y Guadalupe, y revela qué partes aéreas de la planta del anacardo son más adecuadas para la obtención de extractos antioxidantes.

En su investigación, el equipo ha realizado una caracterización fitoquímica, electroquímica y biológica del potencial antioxidante de extractos acuosos de las partes aéreas del anacardo (*Anacardium occidentale*): las hojas, la corteza, el fruto y la nuez del anacardo, que son tradicionalmente utilizadas en la medicina popular. Estos extractos se han analizado mediante distintas técnicas de espectroscopía, de cuantificación de polifenoles y a través de ensayos de capacidad antioxidante. La actividad biológica de los extractos procedentes de la planta del anacardo se ha evaluado en diferentes líneas celulares de ratón y humanas.

Según explica el profesor Bejarano, «nuestros hallazgos destacan el elevadísimo potencial terapéutico de los extractos de hojas y corteza de la planta del anacardo como antioxidantes naturales muy eficaces. En contraste, los extractos de fruto y nuez mostraron una actividad antioxidante mínima y no provocaron una modulación significativa de genes que nos protegen frente al estrés oxidativo. Por esta razón, pensamos que las hojas y corteza de la planta son mejores candidatos para diseñar tratamientos fitoterapéuticos para combatir el envejecimiento celular, un ámbito en el que ya estamos trabajando desde nuestro laboratorio en la CEU UCH».

UN DROW *LOW COST* MEJORA LA PREDICCIÓN

de fenómenos meteorológicos extremos

Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-GVA)

El grupo Climatoc-Lab del CIDE, centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Universitat de València (UV) y la Generalitat Valenciana (GVA), ha desarrollado Meteo-Dron, un dron de bajo coste capaz de ascender hasta 7 kilómetros de altura y proporcionar valiosa información sobre la atmósfera. Estos datos, que se pueden visualizar en tiempo real, son una fuente de información única para mejorar los modelos que predicen fenómenos meteorológicos extremos como la DANA que afectó la provincia de Valencia. Con un coste aproximadamente diez veces menor respecto a otros dispositivos comerciales, el Meteo-Dron del CIDE tiene la ventaja de reutilizar su equipamiento científico y poder volar varias veces al día sobre la vertical y horizontal de una zona concreta, superando las limitaciones de los globos sonda que se utilizan actualmente para la predicción meteorológica.

El Meteo-Dron se ha desarrollado en el marco del programa ThinkInAzul, el plan complementario de investigación en Ciencias Marinas de la GVA que coordina el CSIC a través del Instituto de Acuicultura Torre de la Sal (IATS). En su desarrollo, colaboran el Instituto Nacional de Investigación del Agua y la Atmósfera (NIWA) y la Universidad de Auckland, ambos en Nueva Zelanda, lugar donde se ha probado el equipo en diferentes condiciones de viento y turbulencias, tanto en túnel de viento como en atmósfera real.

El dispositivo utiliza un dron comercial capaz de alcanzar los niveles medios de la troposfera (entre 5 y 7 kilómetros), equipado con una

estación meteorológica que registra variables atmosféricas como la temperatura, humedad, presión, y dirección y velocidad del viento. Estos datos se guardan en una memoria incorporada en el propio dron y se envían en tiempo real a la estación de control en tierra para un análisis posterior más detallado.

Mejorar la predicción de extremos como la DANA

«Disponer de datos meteorológicos en tiempo real de una sección vertical hasta 7 kilómetros de la atmósfera sobre un punto concreto y varias veces al día nos ofrece información muy valiosa para mejorar las predicciones de fenómenos extremos locales como los temporales costeros, reventones, tormentas severas o danas como la que afectó a la provincia de Valencia», explica César Azorín, investigador del CSIC en el CIDE, la PTI+ Clima y director del Climatoc-Lab. «Es una información única con la que no contamos actualmente», remarca.

En la actualidad, los datos de la atmósfera hasta estas alturas se obtienen lanzando globos sonda que estallan al alcanzar una altura crítica, con la pérdida del equipo científico que incorporan. Además, estos dispositivos no se controlan y se lanzan sólo 2 veces al día. Con el Meteo-Dron, se puede volar varias veces sobre un mismo punto, obteniendo información en tiempo real sobre la evolución de las condiciones de la atmósfera, sin perder el equipamiento científico.

«Nuestro dispositivo podría reemplazar a los





globos sonda, una tecnología que tiene un alto impacto ambiental al destruirse en el aire, mediante una tecnología más sostenible al poder reutilizarse», resume José Gómez, técnico del Climatoc-Lab que participa en el desarrollo del Meteo-Dron.

Además de visualizar los datos en tiempo real y guardarlos en una base de datos para posteriores análisis, el diseño del dron incorpora un algoritmo de corrección en tiempo real para eliminar el movimiento del vuelo y conseguir así una mayor precisión en la toma de datos del viento.

Vigilar los incendios

Además de la vigilancia y monitorización de las condi-

ciones atmosféricas para mejorar las predicciones de eventos extremos, el Meteo-Dron tiene otras aplicaciones. «También se podría utilizar para vigilar incendios forestales, al detectar los cambios en la dirección e intensidad de los vientos con los que afinar los modelos de evolución», asegura César Azorín.

El Climatoc-Lab ultima ahora los permisos para volar el Meteo-Dron a los rangos de altura contemplados, y comenzar campañas diarias de muestreo de las condiciones atmosféricas en varias zonas de la Comunitat Valenciana. Así, generarán una base de datos con información única para el estudio de la atmósfera local y sus posibles variaciones.

LA CALIDAD DEL AGUA ES CLAVE para recuperar la vegetación acuática de la Albufera

Investigadores del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE) y del Laboratorio de Procesamiento de Imágenes (IPL) de la Universitat de València (UV) han publicado dos estudios que confirman la importancia de mantener una buena calidad del agua y una correcta gestión hídrica para recuperar los prados de vegetación acuática que caracterizaron este ecosistema hace más de 50 años. Los trabajos se han basado en el análisis de las especies *Myriophyllum spicatum* y *Najas marina* con imágenes satelitales de Sentinel-2 y Landsat-8.

«Ambos estudios subrayan la sensibilidad de la vegetación acuática de la Albufera a las variaciones en la calidad del agua, especialmente la transparencia, y que la gestión hídrica, incluyendo la cantidad y la calidad del agua que ingresa a la laguna, juega un papel fundamental en la recuperación de los macrófitos sumergidos», destaca Juan Soria, investigador del ICBiBE, quien incide en la necesidad de implementar programas de monitoreo continuo basados en teledetección para evaluar la efectividad de las medidas de restauración ecológica. Además, destaca que el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que mide la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación por medio de sensores instalados en una plataforma espacial, es una metodología eficaz para monitorizar la vegetación acuática en este tipo de ecosistemas.

El primer estudio, publicado en la revista *Journal of Marine Science and Engineering (JMSE)*, se centra en la aparición extraordinaria y temporal de *Myriophyllum spicatum* en la primavera-verano del año 2018. La investigación demostró que este evento coincidió con un aumento significativo en la transparencia del agua en comparación con años anteriores. Sin embargo, la vegetación desapareció por completo en agosto de 2018, con las altas temperaturas estivales como factor ambiental más importante. Estos datos se pudieron conocer por el uso de NDVI.

El segundo estudio, publicado en la revista *Water*, documenta la resurgencia masiva de *Najas marina* en el oeste de la Albufera durante los años 2022-2023. Se trata de una especie que vive preferentemente en aguas estancadas e incluso salobres, muy sensible a los cambios ambientales. Los resultados sugieren que se debió a una combinación de factores como una reducción en las descargas y un aumento en el suministro de agua procedente del río Júcar, hecho facilitado por un acuerdo con la Confederación Hidrográfica del Júcar.



Adulto de tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*), anfibio endémico de la península ibérica, procedente de una población introducida de manera no autorizada en el municipio de Crevillent (sur de Alicante), donde la especie nunca antes había estado presente. Foto: Adrián Guerrero Gómez.

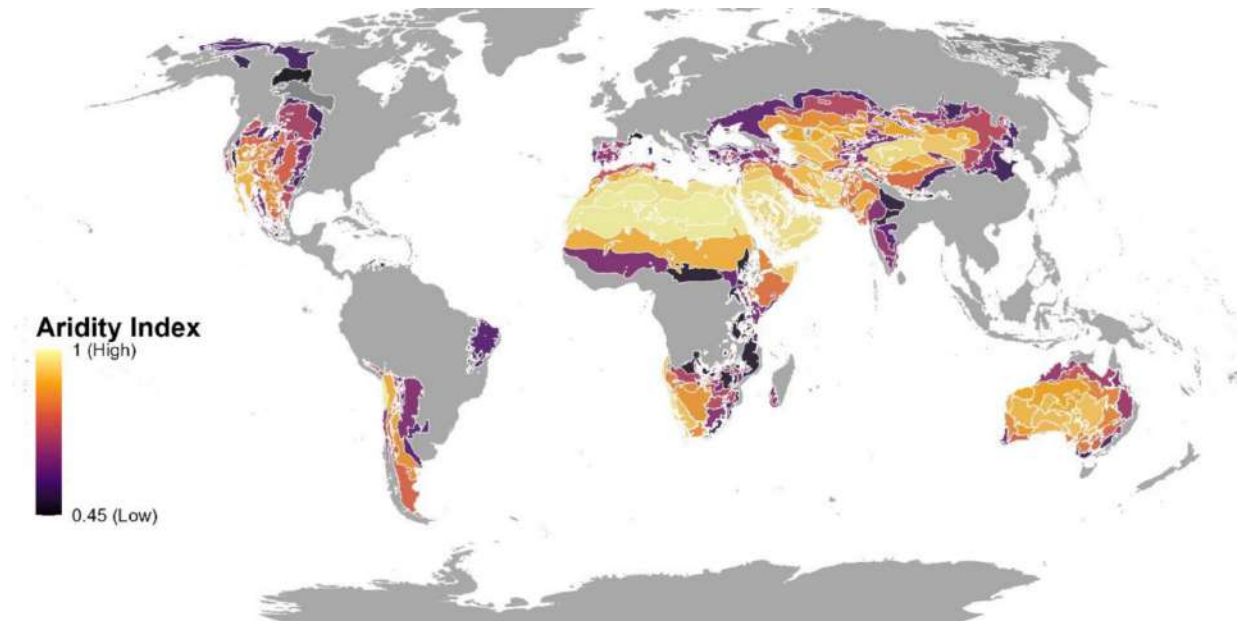


BIODIVERSIDAD AMENAZADA por la introducción ilegal de especies protegidas

Hasta 14 poblaciones de peces y anfibios amenazados han sido introducidas de forma clandestina en el sureste ibérico, fuera de su área actual de distribución natural y sin evaluación previa de riesgos. Los expertos advierten de que estas especies, legalmente protegidas, pueden constituir un riesgo para el equilibrio de aquellos ecosistemas donde han sido introducidas, por lo que urge implementar medidas para mitigar esta problemática y proponer soluciones para gestionar las poblaciones introducidas de manera clandestina. Esta es una de las conclusiones de dos estudios llevados a cabo por un equipo de investigadores de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) y de la Universidad de Murcia (UMU).

Según afirman los investigadores, estas introducciones no autorizadas de fauna amenazada suponen un dilema para los gestores del medio natural. Por un lado, estas especies están estrictamente protegidas por la legislación ambiental, por lo que la erradicación de las poblaciones introducidas podría contradecir la normativa vigente. El análisis de las poblaciones introducidas de manera no autorizada en Alicante, Murcia y Almería pone de manifiesto que estas pueden alterar el equilibrio ecológico, desplazar a otras especies nativas e incluso provocar conflictos de conservación. Este es el caso de la población de tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*), un anfibio endémico de la península ibérica, introducida sin autorización en el municipio de Crevillent, una zona donde esta especie no había estado presente de forma natural. «De las 14 poblaciones introducidas identificadas, sólo la del gallipato (*Pleurodeles waltl*) fue reintroducida en un lugar que históricamente había sido parte de su área de distribución», señalan los autores.

«El procedimiento es distinto cuando los programas de reintroducción o conservación de especies se hacen de manera controlada y autorizada», explica el investigador de la UMH, José Manuel Zamora Marín, quien ha liderado estos trabajos. «Las translocaciones oficiales implican evaluaciones rigurosas y pueden ser rechazadas por las autoridades ambientales, si existen dudas sobre los beneficios esperados, los impactos potenciales o la viabilidad a largo plazo», comenta Zamora. Apunta, además, que la pasividad institucional ante los programas oficiales de reintroducción puede estar animando a que algunas personas particulares recurran a liberar fauna protegida por su propia cuenta, un fenómeno denominado *covert rewilding* o renaturalización encubierta.



PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD en ecosistemas áridos globales

Un equipo de la Universidad de Alicante (UA) y la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) ha publicado un estudio en la revista *Ecology Letters* que desvela cómo la biodiversidad de las zonas áridas de la Tierra responde de forma abrupta a distintos niveles de aridez.

El trabajo, liderado por el investigador del Departamento de Ecología de la UA, Jon Morant, y con la participación de José Antonio Sánchez, catedrático del Área de Ecología de la UMH, analiza la riqueza taxonómica y trófica de múltiples organismos — desde bacterias hasta mamíferos— a través de 290 ecorregiones áridas a nivel mundial. Los resultados muestran que la pérdida de biodiversidad no ocurre de forma lineal, sino que existen umbrales específicos de aridez (valores entre 0.45 y 0.95 en el índice de aridez) tras los cuales la diversidad puede caer entre un 19 % y un 54 %, dependiendo del grupo trófico estudiado.

El estudio también evidencia que la presión humana, el cambio climático y las alteraciones en el uso del suelo exacerbaban estas pérdidas, afectando la estabilidad y los procesos ecológicos que mantienen los ecosistemas. «La productividad primaria y la riqueza de las especies vegetales pueden actuar como amortiguadores, ayudando a mitigar los efectos negativos y favoreciendo la recuperación y conservación del medio», explica Morant.

Las zonas áridas cubren el 41 % de la superficie terrestre y albergan entre el 30 % y el 40 % de la biodiversidad global. Estos hábitats son vitales no sólo porque sustentan a una gran parte de los organismos vivos del planeta, sino también porque proporcionan servicios ecosistémicos esenciales para la supervivencia humana y la estabilidad ecológica. El número de especies vegetales está directamente relacionado con la funcionalidad de estos ecosistemas, influyendo en la capacidad de resistir procesos como la desertificación y los efectos adversos del cambio climático. Las zonas áridas son, además, refugios de especies muy adaptadas que no se encuentran en otros biomas, aportando una gran riqueza biológica y genética que es fundamental para la conservación global.

Esta investigación subraya la importancia de implementar estrategias que reduzcan las presiones antropogénicas y promuevan la recuperación de la vegetación para proteger la diversidad biológica y las funciones ecosistémicas en contextos de incremento de la aridez debido al cambio climático. «El fortalecimiento de estas áreas con medidas de conservación y restauración es crucial, no sólo para mantener su biodiversidad única, sino también para asegurar la provisión continua de servicios ecosistémicos que benefician tanto a la naturaleza como a las comunidades humanas que dependen de ellas», asegura Morant.

EXTRAER ARENA DEL MAR

amenaza la biodiversidad marina

Un grupo internacional de investigadores de Alicante, Stanford, Michigan, Estocolmo, Bruselas, Gante y Ginebra ha publicado en la revista *One Earth* un estudio que insta a abordar el impacto negativo que la extracción de arena tiene sobre la biodiversidad marina, para lo que ha examinado el contexto internacional del dragado de arena y sedimentos, y las consecuencias que la expansión de estas actividades tiene para los ecosistemas y, además, propone una serie de medidas para paliar esta dinámica destructiva.

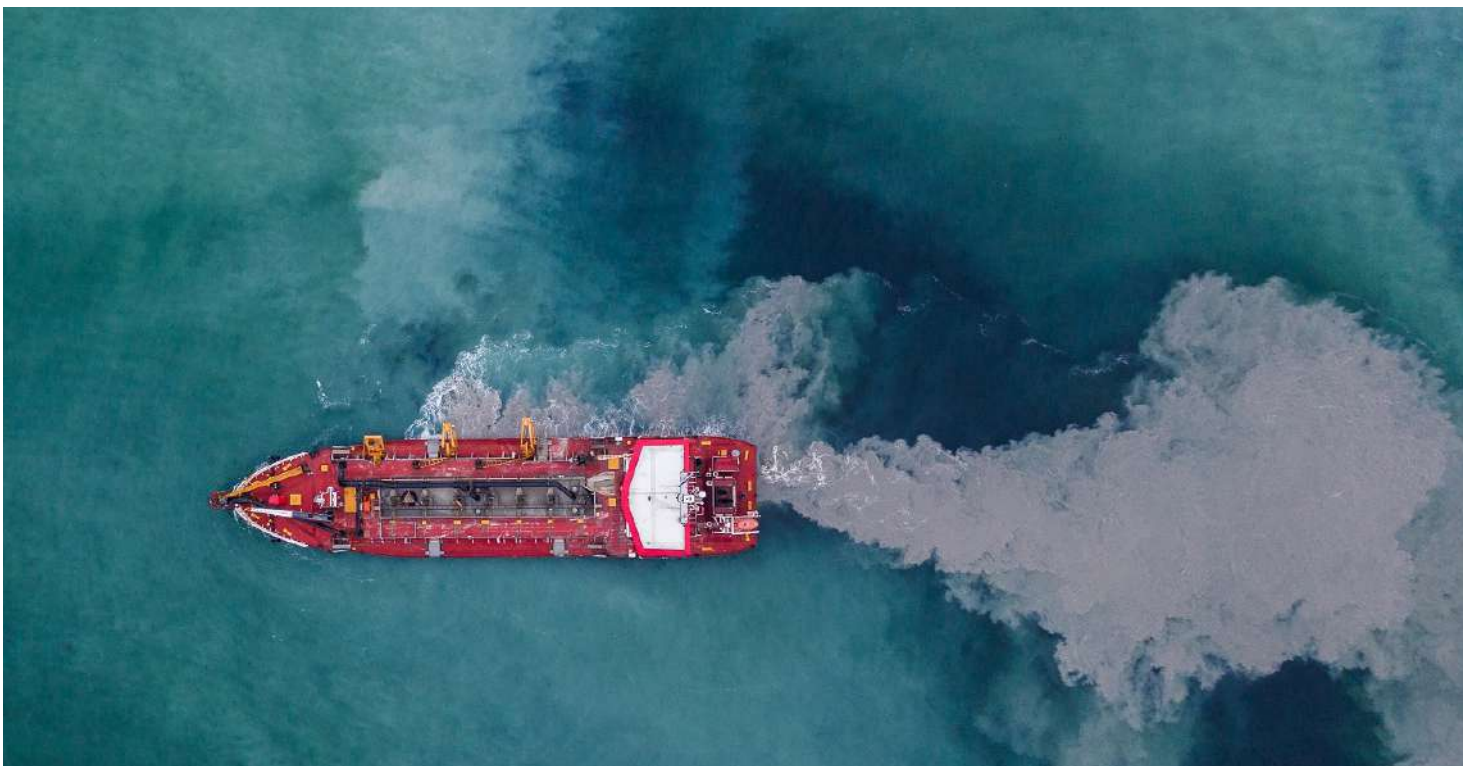
Según explica Aurora Torres, investigadora del Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante (UA), «la arena es un recurso fundamental que moldea tanto el mundo construido como el natural. En los ecosistemas costeros y marinos, desempeña un papel crucial que sirve de base para una amplia gama de hábitats que sustentan la biodiversidad en múltiples niveles, desde cianobacterias hasta las algas, peces y rayas. Además, la arena contribuye a la resiliencia de las costas frente al aumento del nivel del mar y las tormentas, y proporciona servicios ecosistémicos esenciales que respaldan los medios de vida», insiste.

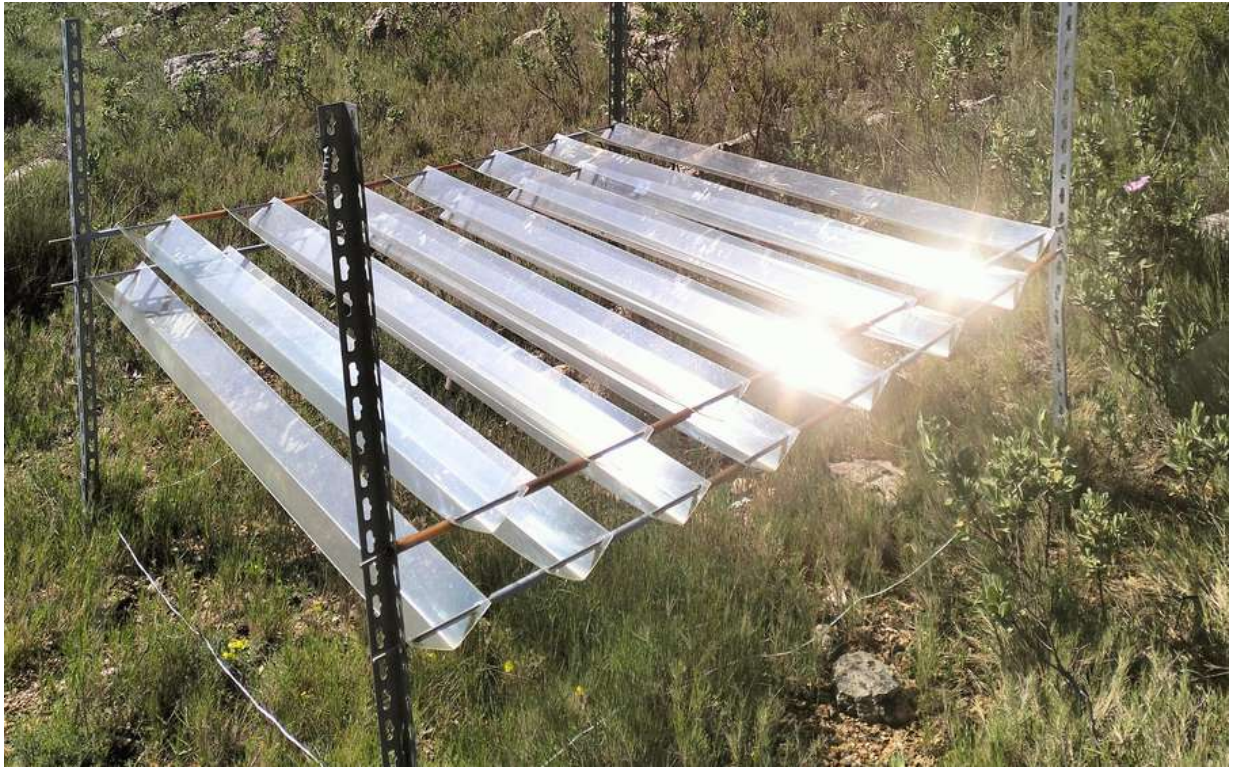
En el mismo sentido, la investigadora concreta que «la arena también supone la base del desarrollo urbano, de infraestructuras y costas a nivel global y es un compo-

nente clave del hormigón, la regeneración de playas y los proyectos de ganancia de tierras al mar. A diferencia de minerales críticos o la minería en aguas profundas, que han atraído una atención significativa, la extracción de arena en entornos marinos sigue siendo en gran parte ignorada, a pesar de ser la segunda actividad humana más extendida en zonas costeras después de la pesca».

El estudio examina el contexto internacional del dragado de arena y sedimentos, y las consecuencias que la expansión de estas actividades tiene para los ecosistemas a partir de datos de la plataforma Marine Sand Watch. Lanzada en 2022 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y GRID-Ginebra, esta plataforma representa el primer esfuerzo mundial para monitorizar la extracción de arena en el mar. Sus estimaciones indican que, entre 2012 y 2019, se dragaron anualmente entre 4000 y 8000 millones de toneladas de arena y otros sedimentos.

«Aunque las dragas han operado durante mucho tiempo en ciertas regiones, la frontera de dragado se está expandiendo a nuevas áreas e intensificándose en las existentes. Además, casi la mitad de los operadores a nivel mundial desarrollan actividades en áreas marinas protegidas, lo que representa en promedio el 14,2 % del tiempo total de dragado cada año», indica Torres.





LOS PASTIZALES RESISTEN climas extremos con nutrientes

Un estudio internacional en el que participa la Universidad de Alicante (UA) muestra que la adición de nutrientes puede ayudar a los pastizales a superar periodos cortos de sequía extrema. Este hallazgo, publicado en la revista *Nature Ecology & Evolution*, tiene implicaciones para la gestión y conservación de estos ecosistemas, así como para la ganadería y los sistemas alimentarios de los territorios que se enfrentan a factores de estrés climático.

«El artículo revela que la aridez, es decir, el grado de sequedad del clima, es un factor determinante de cómo los ecosistemas de pastos responden ante la sequía y el incremento de nutrientes», señala el coautor e investigador del Departamento de Ecología y del Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio Ramón Margalef (IMEM) de la UA, Alejandro Valdecantos.

Para abordar esta cuestión, los investigadores han evaluado cómo responden los pastizales a la sequía extrema y al aumento de la disponibilidad de nutrientes a través de experimentos de campo en 26 áreas de casi una decena de países. En concreto, añadieron nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros, y descubrieron que, si bien la sequía por sí sola redujo el

crecimiento de las plantas en un 19 %, la adición de fertilizantes lo incrementó en un 24 %.

Gracias a este trabajo, se demuestra que la sequía y la adición de nutrientes regulan conjuntamente la productividad de los pastizales, «siendo la aridez, el nitrógeno del suelo, la variabilidad de las precipitaciones y la biodiversidad factores críticos que moldean las respuestas de los ecosistemas al cambio climático y a los aportes de nutrientes inducidos por el ser humano», destaca Valdecantos. El investigador de la UA, junto a David Salesa, del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), han coordinado los experimentos de la zona este de la península Ibérica con una estación situada en la comarca del Valle de Ayora, en el interior de la provincia de Valencia. «Las zonas de ecosistemas secos y semiáridos son especialmente sensibles tanto al cambio climático como a la presión humana», explican.

El artículo, que representa el análisis más completo hasta la fecha sobre los efectos combinados de sequía y fertilización en pastizales, proporciona herramientas fundamentales para predecir y gestionar la respuesta de estos ecosistemas frente al cambio climático.

LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

garantiza la estabilidad de los ecosistemas

Un equipo internacional donde participa el Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Universitat de València (UV) y la Generalitat Valenciana (GVA), ha estudiado la forma en la que los usos del suelo afectan a la estabilidad de los ecosistemas, su capacidad para mantenerse en equilibrio frente a condiciones como el uso intensivo del suelo o el cambio climático. Los resultados, que publica la revista *Science Advances*, destacan un hallazgo clave: las características funcionales de las plantas, como las estrategias que utilizan para crecer y aprovechar recursos, tienen un papel crucial en la forma como los ecosistemas responden a cambios en el uso del suelo. El CIDE es el único centro de investigación español que participa en este estudio, donde colaboran científicos de Alemania, Suiza y República Checa.

Para realizar este trabajo, utilizaron información de organismos de varios niveles tróficos, los escalones que representan cómo obtienen su energía y nutrientes los seres vivos de un ecosistema, que habitan en 300 lugares (praderas y bosques) repartidos entre el norte, centro y sur de Alemania. Los datos fueron recopilados durante 13 años mediante la iniciativa Exploratorios de Biodiversidad, una plataforma de investigación abierta financiada por la Fundación Alemana de Investigación.

«Nuestro estudio ha mostrado, por primera vez, cómo los cambios en las características de las plantas, cómo la manera en que utilizan los recursos, pueden influir en la estabilidad de los ecosistemas. Los cambios en el uso del suelo, como la agricultura o la urbanización, afectan a la variabilidad de las especies dominantes, las más comunes en un ecosistema, y esto impacta el equilibrio de todo el ecosistema», explica Marta Gaia, primera autora del estudio que realizó durante su estancia en el CIDE con financiación de la Agencia Estatal de Investigación, del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

«Este efecto no ocurre sólo dentro de un grupo específico de plantas, sino que afecta también a otros organismos como insectos o animales, que dependen de ellas. Así, la diversidad de plantas y sus estrategias para aprovechar los recursos naturales juegan un papel clave en la estabilidad de los ecosistemas a lo largo del tiempo», asegura la investigadora.



El estudio ha utilizado datos de varias zonas de Alemania como la de la imagen. Foto: Biodiversity Exploratories.



PREVÉN LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR A MAYOR PLAZO CON UNA HERRAMIENTA BASADA EN IA

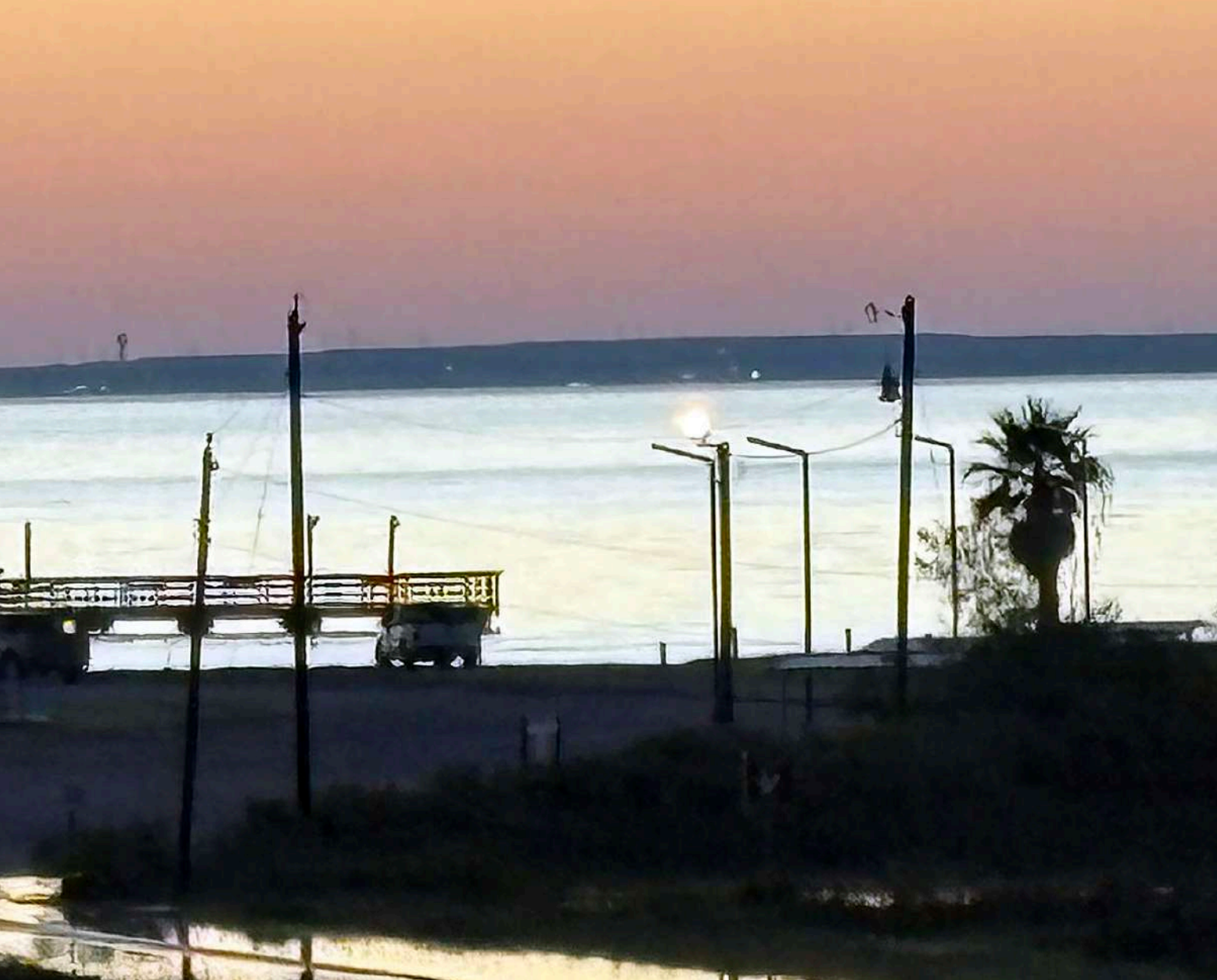
Una colaboración internacional entre la Universitat de València (UV) y la Universidad Texas A&M–Corpus Christi ha logrado un importante avance en el estudio de los cambios estacionales y plurianuales del nivel del mar. Mediante el uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA), los equipos han logrado ampliar significativamente los plazos de pronóstico de estas variaciones, reforzando la capacidad de planificación costera y la cooperación científica en el estudio de los océanos.

Los resultados del trabajo, publicados en *Journal of Ocean & Coastal Management*, destacan un uso innovador de la IA para pronosticar los cambios en el nivel del mar a lo largo de la costa del Golfo de Texas, una región donde se ubican algunos de los puertos y comunidades más grandes del país, y cada vez más vulnerables a las inundaciones, el hundimiento del terreno y la elevación de los niveles del mar.

«La necesidad de realizar predicciones para las próximas semanas y meses va cobrando importancia a medida que

aumenta la frecuencia de las inundaciones a lo largo de nuestra costa», afirma Philippe Tissot, coinvestigador principal del proyecto AI2ES (*Trustworthy AI in Weather, Climate, and Coastal Oceanography*) y catedrático de IA Costera en el Instituto Conrad Blucher de Topografía y Ciencia (CBI) en la Universidad Texas A&M–Corpus Christi TAMU–CC. «Los métodos de predicción tradicionales suelen estar diseñados para condiciones a corto plazo, como mareas o tormentas, cubriendo plazos de solo unas horas o unos pocos días. Este trabajo se centra en ampliar esos plazos a meses e incluso años, proporcionando una perspectiva complementaria para mejorar la preparación», añade el científico.

Para crear el modelo de IA, los equipos de investigación combinaron décadas de datos de mareógrafos y satélites con un avanzado método estadístico de agrupación regional desarrollado por Verónica Nieves, directora del grupo AI4OCEANS de la UV y coinvestigadora principal del proyecto, y Cristina Radin, entonces estudiante de doctorado en la UV. «Captar una señal regional compar-



Recientes inundaciones costeras en Texas, asociadas al aumento estacional del nivel del mar. Foto: TAMU-CC.

tida era esencial para comprender cómo los patrones oceánicos a gran escala influyen en todas las estaciones costeras», comenta Nieves. «Este enfoque nos permitió identificar los procesos más amplios que moldean la variabilidad del nivel del mar a lo largo de la costa de Texas».

Cristina Radin y Marina Vicens-Miquel, que en ese momento era investigadora doctoral en el CBI, entrenaron a la IA para que reconociera los patrones de la costa de Texas que influyen en el aumento y la disminución de los niveles del mar a lo largo del tiempo. «El modelo de IA fue capaz de aprender patrones que pueden ayudar a predecir los niveles del mar con meses e incluso años de antelación», señala Vicens-Miquel. «Esto puede proporcionar a las regiones costeras indicadores más tempranos y ayudar a orientar la planificación para los próximos años, especialmente en zonas donde los datos son limitados», añade Radin.

Según el estudio, el modelo de IA, que es extrapolable a

otras regiones costeras, generó previsiones con mayor precisión y fiabilidad que los métodos predictivos existentes en la región, lo que proporciona un valioso margen de tiempo a los planificadores costeros y a gestores de recursos para anticipar los periodos de mayor nivel del agua y respaldar las decisiones de gestión a más largo plazo.

Más allá de sus resultados científicos, el proyecto pone de relieve la importancia de la colaboración internacional a la hora de abordar retos medioambientales complejos. Tanto AI2ES como AI4OCEANS son reconocidos a nivel mundial por promover el uso de la IA en la investigación oceánica y climática. En una época marcada por los crecientes retos para la financiación de la investigación, el éxito de esta colaboración demuestra cómo la cooperación intercontinental puede impulsar la innovación y fortalecer la resiliencia costera en todo el mundo.

ESPAÑA DEBE REDUCIR LAS EMISIONES DE NOx del tráfico rodado, antes de 2030

Universitat Jaume I de Castelló (UJI)

Las conclusiones del informe *Bases científicas para un Plan Nacional de Ozono*, publicado por la Subdirección General de Prevención de la Contaminación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, indican que es fundamental, antes de 2030, alcanzar objetivos como la reducción del 60 % de las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx) del tráfico rodado respecto a 2019, el descenso de un 20 % de las mismas emisiones del transporte marítimo y el control frecuente de instalaciones industriales que concentran un elevado porcentaje de las emisiones totales de precursores de ozono.

El ozono troposférico se encuentra en las capas bajas de la atmósfera y puede tener efectos perjudiciales tanto para la salud humana como para los ecosistemas, especialmente en los bosques y en el rendimiento de las explotaciones agrícolas. Es un contaminante secundario que se genera mediante reacciones fotoquímicas (en presencia de luz solar) a partir de otros contaminantes primarios, llamados «precursores», que son principalmente óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. Sus principales fuentes incluyen el tráfico rodado, marítimo y aéreo, así como las actividades industriales.

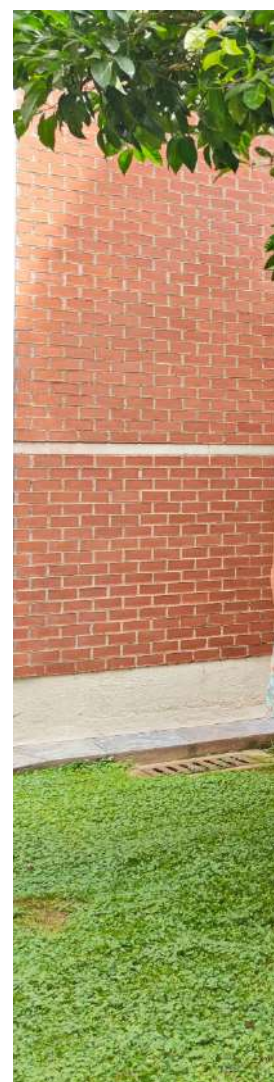
En el estudio previo que ha servido para este informe, el personal científico que lo ha elaborado resalta que durante el período anterior a la pandemia existía un incumplimiento sistemático en casi todas las comunidades autónomas españolas de los valores guía de la Organización Mundial de la Salud y de los valores de la Directiva Europea de 2008, agravados aún más por la

publicación en 2024 de una nueva directiva con objetivos más estrictos. La bajada de los niveles durante la pandemia permite pensar que existe margen de actuación para la mejora de los niveles de ozono en España.

El grupo multidisciplinar encargado de la redacción ha estado integrado por una cuarentena de científicos, coordinado por Xavier Querol del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y ha contado con la participación de grupos de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), el Barcelona Supercomputing Center (BSC), el Centro de Estudios del Mediterráneo (CEAM), la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y la colaboración de las universidades de Zaragoza, Huelva y Aveiro (Portugal).

El Grupo de Ingeniería Ambiental y Energética Aplicada a Procesos Industriales (GAIA) del Instituto de Tecnología Cerámica Agustín Escardino de la UJI, liderado por Eliseo Monfort, ha contribuido en las campañas de medida de compuestos orgánicos volátiles (COV) y en el análisis de los inventarios y medidas correctivas en emisiones industriales de zonas con una alta concentración de ozono. Para asegurarse de que la información recopilada fuera realista, se han visitado 50 de las 80 mayores empresas industriales emisoras de precursores de ozono de once sectores industriales ubicadas en Madrid, Cataluña, Andalucía y la Comunitat Valenciana.

De acuerdo con los niveles de ozono y aporta-





ciones locales de precursores, el estudio ha establecido cuatro tipos de cuencas atmosféricas en la geografía española: R1, las de niveles más bajos con aportes principalmente externos, e incluye las Islas Canarias, el norte y el noroeste peninsular; R2, aquellas que requieren medidas preventivas moderadas por la contribución de áreas vecinas y que incluiría a las Islas Baleares, el Valle del Ebro y las mesetas centrales; R3, en las que se superan los límites normativos y con una generación local importante de precursores de ozono e incluiría a Madrid, norte de Barcelona, Valle del Guadalquivir y Comunitat Valenciana, donde sería fundamental aplicar políticas intensivas de reducción de precursores; y R4, que incluía a Puertollano, caracterizada por una alta producción local de contaminantes y unas condiciones geográficas que limitan la dispersión, por lo que requerirá implementar controles estrictos de emisiones.

Principales recomendaciones

Las medidas más relevantes deben aplicarse en las cuencas R3 y R4 (Comunidad de Madrid, Cataluña, Andalucía, Comunitat Valenciana y Puertollano), sin perjuicio de que muchas tengan también efectividad en R2 y R1. En general, con algunas variaciones, en los últimos años se ha observado una mejoría impulsada por la adopción creciente de energías renovables que han reducido las emisiones de precursores a nivel nacional. No obstante, en la cuenca de Madrid se ha registrado un aumento sostenido de los niveles de ozono en los últimos 15 años, por lo que se recomienda investigar en mayor profundidad las causas de dicho incremento.

En general, se recomienda ampliar al máximo el uso de energías libres de emisiones de precursores de ozono (solar, eólica, hidroeléctrica y nuclear), entre los meses de abril y septiembre, para reducir las emisiones de estos precursores en el periodo más crítico.



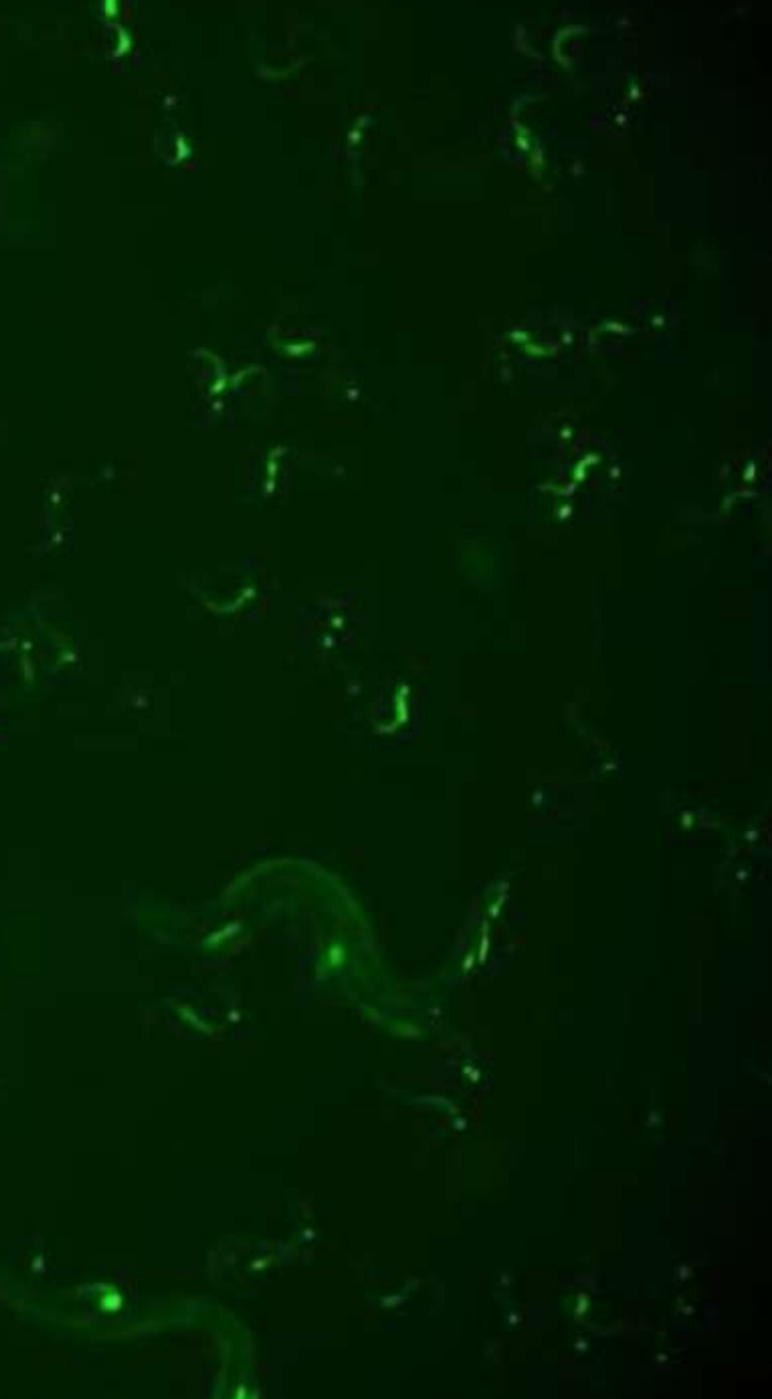
GUSANOS CON MEMORIA INMUNITARIA ANTE REINFECCIONES POR VIRUS

Un estudio del Instituto de Biología Integrativa de Sistemas (I2SysBio), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València (UV), muestra que el virus Orsay, que infecta de forma natural al nematodo (gusano redondo) *Caenorhabditis elegans*, establece infecciones latentes que permanecen dormidas y que se reactivan en distintas fases de la vida del animal. Los resultados, publicados en la revista *Nature Communications*, muestran cómo estas infecciones iniciales crean una memoria inmunitaria que permite al organismo protegerse frente a reinfecciones, incluso cuando provienen de diferentes cepas del virus.

Orsay es un virus de ARN que, a pesar de sus similitudes con otros patógenos como los causantes de la gripe aviar

o la COVID-19, no afecta a los seres humanos, sino que su único huésped conocido es el nemátodo *Caenorhabditis elegans*. Se trata de un gusano muy utilizado como modelo experimental en investigación por su similitud genética con el ser humano, con quien comparte más del 80 % de sus proteínas. Con estos elementos iniciales, el equipo investigador realizó un estudio para comprender los mecanismos de persistencia viral, reactivación y respuesta inmunitaria de *C. elegans* ante su parásito natural.

El trabajo, liderado por Santiago F. Elena, muestra que la respuesta inmunitaria del animal frente al virus depende de un mecanismo llamado interferencia por ARN. Este sistema, clave para la defensa antiviral de este tipo de nematodo, consiste en la degradación del ARN men-



Grupo de C. elegans infectados visualizados con una lupa. La fluorescencia verde corresponde con las células infectadas y permite distinguir animales infectados de sanos.

sajero (ARNm), la molécula que transporta la información genética para la síntesis de nuevas proteínas. Este proceso de degradación permite apagar los genes de forma específica, impidiendo así que el mensaje de un gen se traduzca en una proteína. A través del análisis de este mecanismo, los investigadores observaron cómo los animales previamente infectados eran capaces de contener la replicación viral tras una segunda exposición, algo que sugiere una respuesta inmunitaria inducida.

Además, el trabajo señala que dicha respuesta inmunitaria está regulada por dos vías. Por un lado, mediante una reprogramación generalizada del transcriptoma, el conjunto de todas las moléculas de ARNm en cada célula. Este proceso supone una alteración en las cantidades de ARNm, alterando así la estructura, metabolismo y

función de las células. Por otro lado, está mediada por alteraciones en el paisaje de pequeños ARN, no mensajeros, pero con función reguladora en situaciones de estrés, como son las infecciones virales. «Cuando hablamos de estas alteraciones, nos referimos a cualquier cambio en los ARN no codificantes pequeños, es decir, en moléculas cortas que no se traducen en proteínas, pero que desempeñan un papel clave en la regulación de la expresión génica», aclara Santiago F. Elena.

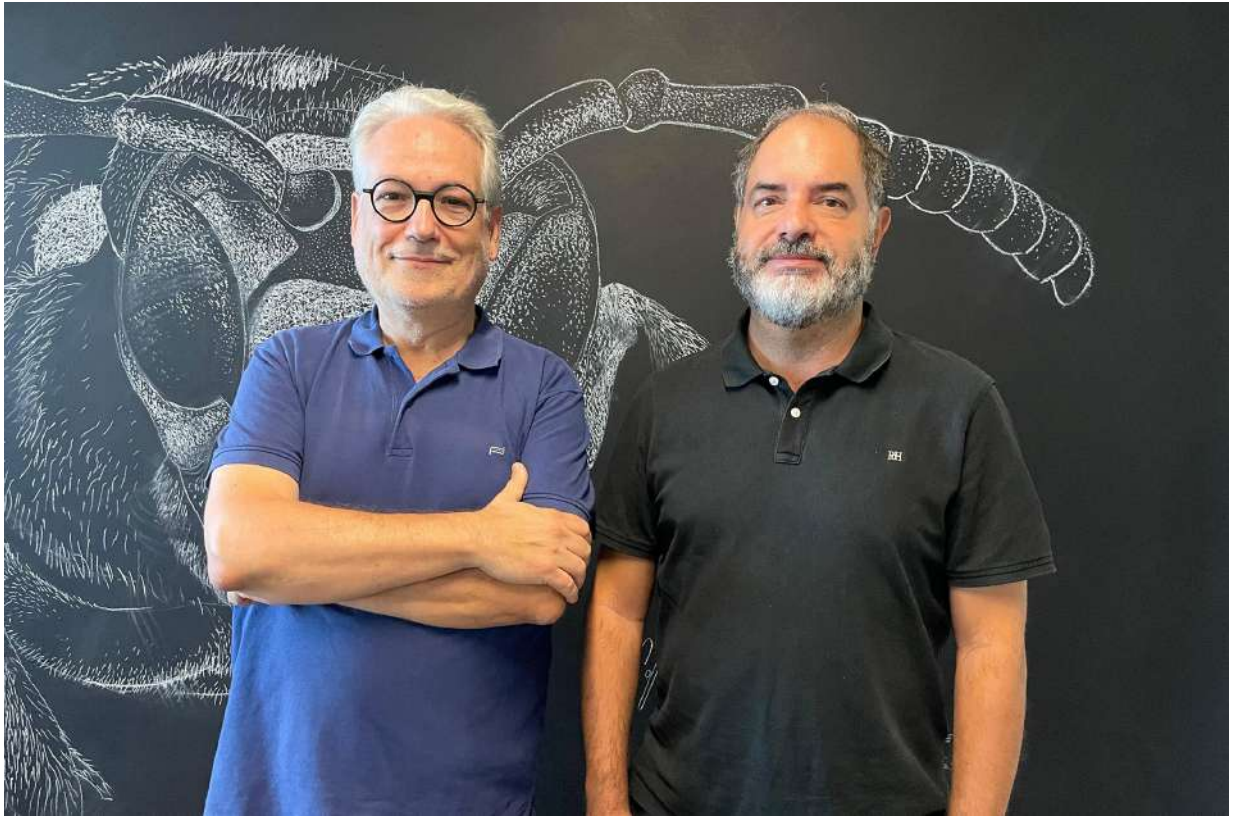
La respuesta inmunitaria disminuye con la edad

En 2024, el equipo investigador del I2SysBio ya consiguió describir la respuesta del nematodo *C. elegans* ante una infección crónica del virus de Orsay desde que nace hasta que alcanza la madurez sexual, con la mayor resolución hasta la fecha. Ahora, el nuevo estudio no sólo muestra cómo el animal recuerda la respuesta inmunitaria ante el virus para hacer frente a nuevas infecciones, incluso frente a distintas cepas del virus, sino que constata que la intensidad de dicha respuesta adquirida va disminuyendo con la edad.

Este fenómeno de protección cruzada se explica por la acción del mecanismo de interferencia por el ARN, que se basa en generar pequeños ARNs interferentes (ARNi) a partir del genoma del primer virus que infecta, y que luego una compleja maquinaria celular amplifica y utiliza como guía para bloquear la expresión génica de un virus, relacionado genéticamente con el primero, que infectase más tarde. Este tipo de inmunidad, ancestral en términos evolutivos, se encuentra tanto en plantas como en animales. «La inmunidad cambia a lo largo de la edad en todos los seres vivos, siendo los individuos ancianos en general resistentes a infecciones pasadas, pero con peores respuestas a las nuevas», explica el investigador del I2SysBio.

El estudio también sugiere que la lucha por los recursos y la maquinaria celular entre las moléculas de ARN producidas por el propio organismo (endógenas) y los ARN que el virus introduce durante una infección podría modular la eficacia del mecanismo de interferencia por ARN (RNAi), del que depende la respuesta inmunitaria de *C. elegans*. Esta conclusión abre nuevas vías para investigar cómo los virus interfieren con los mecanismos de defensa del hospedador.

«Descubrir un mecanismo evolutivamente conservado que permita entender por qué la interacción entre un huésped y sus virus resulta en una infección latente o en una infección aguda tiene relevancia para el diseño de nuevas terapias y el control de epidemias», concluye Santiago F. Elena.



DEL ORIGEN DE LA VIDA al metabolismo del ancestro común universal

Juli Peretó y Pablo Carbonell, investigadores del Instituto de Biología Integrativa de Sistemas (IzSysBio), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València (UV), aportan una estrategia para retroceder desde del último ancestro común universal (LUCA) hasta el origen de la vida. El estudio, publicado en la revista *Philosophical Transactions*, de la Royal Society británica, usa la estrategia del metabolismo generativo, una metodología de análisis propio de la biología sintética que emplea algoritmos de Inteligencia Artificial para extrapolar las capacidades metabólicas de LUCA hacia el pasado.

Pablo Carbonell, investigador científico del CSIC, remarca que «nuestra propuesta se basa en las metodologías del metabolismo generativo, que cuenta con un éxito contrastado, patente en el ámbito de la biología sintética y la ingeniería metabólica». Por otro lado, «la novedad es que estas técnicas puedan ser aplicadas a uno de los grandes problemas pendientes de la evolución primitiva de la vida: cómo emergió el metabolismo complejo de LUCA», señala Juli Peretó, también catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la UV.

En este trabajo, se argumenta que los modelos de metabolismo generativo, basados en un conjunto de reglas de reacción, abren una vía prometedora para explorar la evolución enzimática dentro de un espacio metabólico extendido, que incluye tanto las reacciones metabólicas que son actualmente reales como las posibles en unas condiciones ambientales dadas. «Al comprender esta gama completa de reacciones posibles, podemos hacer hipótesis más detalladas sobre los orígenes de la vida», destacan los investigadores.

Uno de los problemas clásicos del estudio de la evolución primitiva de la vida es cómo se dio la transición de la química prebiótica (antes de la aparición de la vida), en un planeta muy diferente al actual, hacia los metabolismos más primitivos que llegaron a hacer posible la evolución de los primeros microorganismos. Hasta ahora, la combinación de los enfoques ascendentes (de la química hacia la biología) y descendentes (desde la diversidad metabólica actual hasta LUCA) no podían salvar la brecha entre el mundo prebiótico y LUCA.

UNA TÉCNICA REDUCE UN 80 % las poblaciones de mosquito tigre

El biólogo Carles Tur ha demostrado que la aplicación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) permite reducir hasta en un 80 % las poblaciones del mosquito tigre en la Comunitat Valenciana. Esta especie es una de las más problemáticas para la salud pública y el bienestar ciudadano, pues transmite enfermedades como la fiebre amarilla, el dengue, el virus zika o la chikunguña.

La investigación, llevada a cabo en la Universidad Católica de Valencia (UCV), ha permitido validar la eficacia de esta técnica de control biológico frente a métodos tradicionales basados en insecticidas. Para llevarla a cabo, entre 2018 y 2020 se liberaron machos estériles en Polinyà de Xúquer (Ribera Baixa), logrando reducir la población de mosquitos entre un 70 y un 80 %. En este sentido, «la aplicación y demostración de la eficacia de esta técnica supone un hito porque permite introducirla en muchos más municipios con circunstancias similares», destaca Tur. De hecho, el proyecto ha continuado en 2024 y 2025 en varias localidades de la Comunitat Valenciana, entre ellas, Valencia, Paterna, Torrent, Sagunto, Castellón y Alicante.

Para garantizar el éxito del proyecto «fue necesario empezar una cría de mosquitos estériles y realizar una serie de ensayos de control de calidad que aseguraran que esos machos, una vez liberados en campo, se iban a aparear con las hembras e iban a tener éxito en la reducción poblacional». Así, uno de los avances más relevantes ha sido el desarrollo de un contenedor «todo en uno» que permite criar, irradiar y liberar los mosquitos estériles. «Esta innovación optimiza la estrategia de liberación, reduce costes y permite cubrir mayores superficies con el mismo presupuesto, haciendo la técnica más accesible para las administraciones públicas», explica el investigador.

Tur también ha destacado la expansión de la técnica más allá de España. «Actualmente, varios países europeos, como Italia y Francia, están desarrollando propuestas similares. El objetivo principal es reducir costes para poder ampliar su aplicación a más localidades», precisa. Además, este método de control biológico disminuye la necesidad de productos químicos y otros tratamientos nocivos para las personas y el medio ambiente.



RESPONDEN AL GRAN ENIGMA DE LA EVOLUCIÓN:

la aparición de vida compleja

Universitat de València (UV)

El investigador de la UV, Fernando Ballesteros, es uno de los coautores del artículo que ha publicado la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, en la que se explica cómo las células simples dieron lugar a las complejas. La investigación aporta luz para entender qué y por qué somos. Después de este exhaustivo estudio, Ballesteros apunta que la aparición de la vida compleja era inevitable.

La aparición de los organismos eucariotas como el ser humano fue un evento necesario en la evolución. El equipo internacional de científicos ha descubierto que esta aparición fue consecuencia de la dificultad creciente del genoma para encontrar proteínas cada vez más largas, según la vida se iba haciendo más compleja, lo que forzó un cambio en las reglas de juego genéticas. Este descubrimiento, realizado tras estudiar los genes de más de 33.000 especies a lo largo de todo el árbol de la vida, aporta una comprensión sobre el papel de las restricciones en el origen de la complejidad de los organismos.

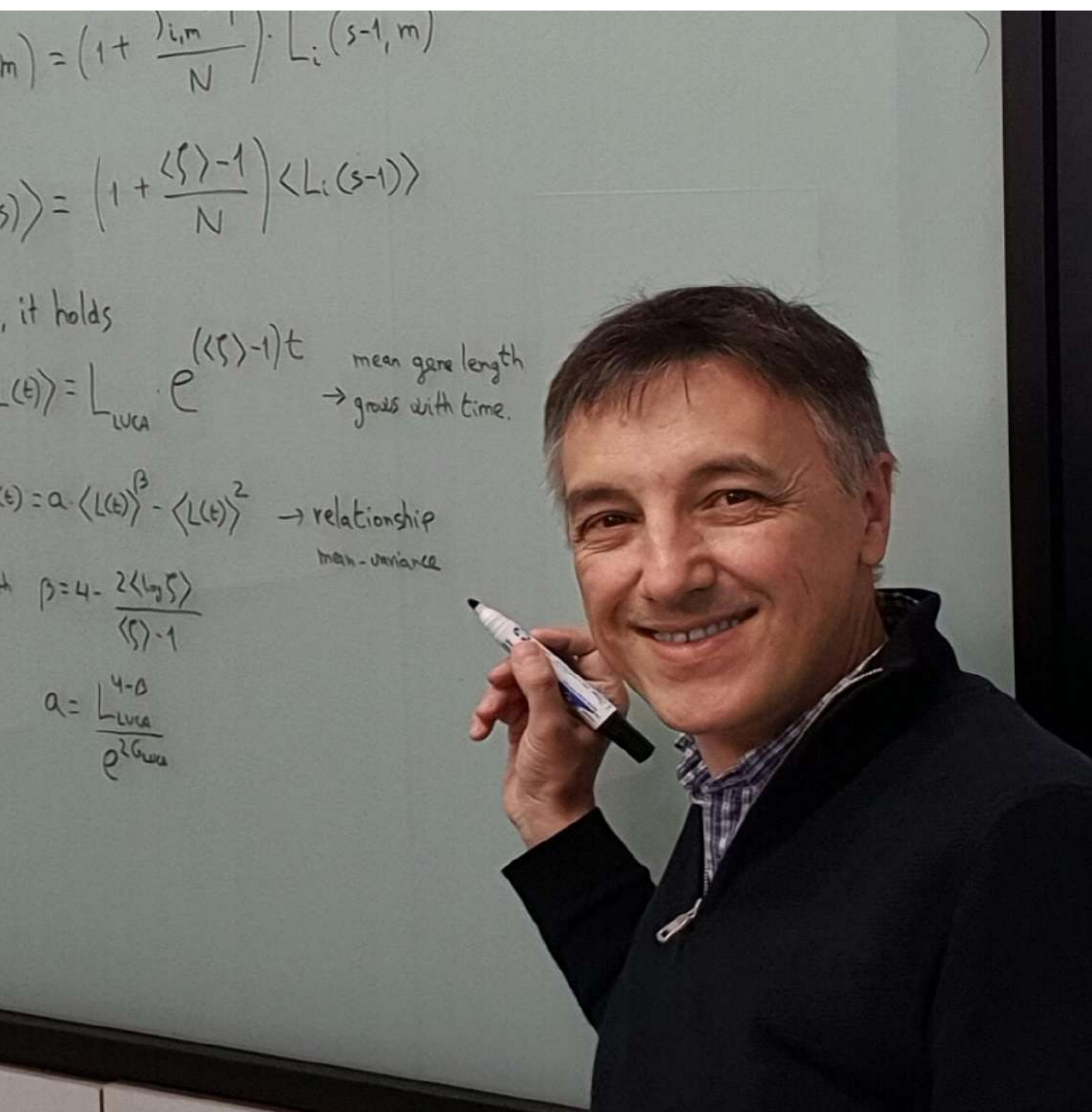
Durante gran parte de la historia de la Tierra, la vida estuvo representada exclusivamente por células simples sin núcleo procariontas, tales como las bacterias, células cuyos genomas se autorregulan mediante proteínas. Pero «este mecanismo simplemente llegó a un límite, un muro más allá del cual la complejidad ya no podía crecer», señala Fernando Ballesteros.

Estudiando las distribuciones de longitud de

genes y sus proteínas asociadas en varios miles de organismos entre bacterias, arqueas, protistas, plantas, hongos y animales, hallaron un proceso de crecimiento multiplicativo en los genes que estaba abocado a una crisis computacional, ocurrida hace 2600 millones de años, que provocó la aparición de los eucariotas.

La sofisticación del mecanismo regulador de las células sin núcleo se podía mejorar incrementando el tamaño de las proteínas, pero sólo hasta cierto punto, más allá del cual, la búsqueda de nuevas proteínas se volvió inviable computacionalmente. Sin embargo, al mismo tiempo, la longitud media de los genes que codifican tales proteínas fue creciendo de forma exponencial a lo largo de toda la historia de la vida, trazando el aumento de complejidad de los organismos. Esta tensión evolutiva entre genes que crecían y proteínas que ya no podían hacerlo, se resolvió mediante una transición de fase algorítmica, un tipo de transición característico de los sistemas de búsqueda de soluciones. Tras ella, el genoma cambió sus reglas de funcionamiento, incorporando dentro de los genes secuencias que no codificaban proteínas llamadas intrones.

«Esta transición de fase algorítmica permitió superar las limitaciones del sistema regulador procarionta, impulsando la aparición de nuevas funciones y facilitando la complejidad celular necesaria para la vida pluricelular», concluye Enrique Muro, otro de los autores e investigador de la Universidad Johannes Gutenberg de Mainz.



La investigadora Lynn Margulis ya propuso la teoría endosimbiótica que establece que dos células se unieron en una relación simbiótica (de beneficio mutuo) que permitió el desarrollo de la mitocondria, que es la central energética de la vida. La investigación que ahora se publica es complementaria, ya que aporta luz a cómo, a partir de la simbiosis, se pudo llegar a un nuevo sistema de regulación genética que permitiera mantener este nuevo nivel de organización celular.

Esta investigación, marcadamente transdisciplinaria, combina biología, matemáticas y física, y abre las puertas a una nueva comprensión de la evolución y de la complejidad de los organismos, sentando las bases para nuevas vías de estudio de un periodo tan transcendental como desconocido de la evolución.



LA «DIVERSIDAD AUSENTE» REVELA EL IMPACTO OCULTO DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA NATURALEZA A NIVEL GLOBAL

Identificar las especies potenciales que podrían vivir en un determinado lugar, pero que están ausentes. Es lo que se conoce como «diversidad ausente» (*dark diversity*, en inglés), una nueva forma de medir el impacto de la actividad humana, cuyo trabajo más completo hasta la fecha se ha publicado en la revista *Nature*.

El estudio, donde participa el Centro de investigaciones sobre Desertificación (CIDE), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Universitat de València (UV) y la Generalitat Valenciana (GVA), analizó registros de vegetación de 5500 lugares de 19 regiones en todo el mundo, evidenciando un impacto de las actividades humanas en la vegetación natural que no habría sido detectado con métodos tradicionales.

Los resultados muestran que, en regiones con escaso impacto humano, los ecosistemas contienen más de un tercio de las especies potencialmente adecuadas, mientras que otras especies permanecen ausentes por razones naturales, como una dispersión limitada. En cambio, en regiones muy afectadas por las actividades humanas, los ecosistemas sólo contienen una de cada cinco especies potenciales. Las mediciones tradicionales de la biodiversidad, como el simple recuento del número de especies registradas, no detectaban este impacto porque la variación natural de la biodiversidad entre regiones y ecosistemas ocultaba el verdadero alcance del impacto humano, según los investigadores.

El estudio se realizó gracias a la colaboración internacio-



El parque natural de la Sierra de la Calderona es una de las zonas que aparece en el estudio. Foto: Wikimedia.

nal DarkDivNet, que comenzó en 2018 a partir de una idea de Meelis Pärtel, profesor de Botánica en la Universidad de Tartu (Estonia), que coordina la red y es el autor principal del estudio. «Habíamos introducido la teoría de la diversidad oscura y desarrollado métodos para estudiarla, pero, para hacer comparaciones globales, necesitábamos un muestreo consistente en muchas regiones. Parecía una misión imposible, pero muchos colegas de distintos continentes se unieron a nosotros», recuerda Pärtel.

Índice de Huella Humana

El nivel de perturbación humana en cada región se midió mediante el Índice de Huella Humana, que incluye factores como la densidad de población, los cambios en el uso del

suelo (como el desarrollo urbano y la agricultura) y las infraestructuras (carreteras y ferrocarriles). El estudio descubrió que la diversidad vegetal de un lugar se ve influida negativamente por el nivel del Índice de Huella Humana y la mayoría de sus componentes, desde una zona circundante hasta cientos de kilómetros de distancia.

«Los resultados son alarmantes porque demuestran que las perturbaciones humanas tienen un impacto mucho más amplio de lo que se pensaba, llegando incluso a las reservas naturales. La contaminación, la tala, la basura, el pisoteo y los incendios provocados por el ser humano pueden excluir a las plantas de sus hábitats e impedir su recolonización», asegura Pärtel. «También descubrimos que la influencia negativa de la actividad humana era menos pronunciada cuando al menos un tercio de la región circundante permanecía prístina, lo que apoya el objetivo mundial de proteger el 30 % de la Tierra», añade.

Cuarenta puntos de muestreo en la Comunitat Valenciana

A pesar de los retos planteados por la COVID-19 y las crisis económicas y políticas mundiales, los datos se recopilaban a lo largo de los años gracias a la red DarkDivNet, a través de la cual, más de 200 investigadores aportaron registros de 5500 lugares de 119 regiones en todo el mundo para su análisis en la Universidad de Tartu. Aquí, también aparecen datos de varios lugares de la Comunitat Valenciana, gracias a la aportación del equipo del investigador del CSIC, Francesco de Bello, en el CIDE.

«Nuestros resultados, basados en muestras recopiladas en cerca de 40 puntos de muestreo de la Comunitat Valenciana, ejemplifican los efectos descritos en el artículo. Se trata de una región con una Huella Humana considerable, a pesar de que los puntos de muestreo se encuentran dentro del parque natural de la Sierra de la Calderona, entre las provincias de Castellón y Valencia», explica de Bello, colaborador de Meelis desde hace más de una década y también autor del trabajo.

Además del CIDE, en el trabajo participan otros centros del CSIC como la Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), la Estación Experimental del Zaidín (EEZ-CSIC) y el Instituto Botánico de Barcelona (IBB-CSIC).



CÓMO SE ADAPTARON las bacterias que hicieron respirable la atmósfera

Si disfrutamos de una atmósfera con oxígeno que podemos respirar es también gracias a las cianobacterias. Estas algas verdeazuladas son bacterias que realizan la fotosíntesis y producen oxígeno, igual que las plantas. Así, estas protoplasmas microscópicas fueron claves para la evolución de la vida en la Tierra. Sin embargo, su proliferación excesiva en el agua supone un problema medioambiental y sanitario por las sustancias tóxicas que producen.

Un grupo de investigación del Instituto de Biomedicina de Valencia (IBV), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha conseguido visualizar a nivel casi atómico la compleja maquinaria que permite a estos microorganismos adaptarse a ambientes pobres en nitrógeno biológicamente útil, caracterizando dianas potenciales para el control de su proliferación. Sus resultados se publican en la revista *Nucleic Acids Research*.

Las cianobacterias fueron las transformadoras de nuestra atmósfera en un entorno oxigenado, y siguen desempeñando un papel clave en esa

función. Fueron precursoras de los cloroplastos, los pequeños órganos de las plantas que realizan la fotosíntesis. Su contribución a la estabilidad medioambiental y a los ciclos biológicos globales de oxígeno, nitrógeno y carbono es muy importante.

La acumulación de sustancias en las aguas (principalmente, fosfatos) y las elevadas temperaturas dan lugar con frecuencia a floraciones masivas de cianobacterias, las características «aguas verdes», con efectos negativos, entre ellos, la producción de cianotoxinas, sustancias con toxicidad hepática, renal y neurológica. Incluso el pescado o los moluscos contaminados por estas toxinas pueden ser tóxicos si se ingieren. «Es crucial determinar los mecanismos de control metabólico de las cianobacterias. Sólo así podemos entender bien tanto su papel en el ciclo de los elementos en la naturaleza como los mecanismos de regulación de la expresión de sus genes, que pueden determinar su propagación masiva y la producción de toxinas», asevera el investigador del CSIC, José Luis Llácer, líder del estudio.

LAS CLAVES EVOLUTIVAS

de las bacterias marinas más abundantes

Mediante el uso de metagenómica de tercera generación, investigadores del Departamento de Producción Vegetal y Microbiología de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) han descifrado el éxito evolutivo de la bacteria marina SAR11, la más abundante del océano. El estudio, publicado en la revista *Microbiome*, revela que estas bacterias combinan un «núcleo genético» común con pequeñas regiones de «genes flexibles» que les permiten como población adaptarse con éxito a las fluctuaciones medioambientales. Este avance permitirá entender cómo estas poblaciones microbianas, claves para el equilibrio ecológico global, se diversifican y sobreviven al cambio climático.

El microbioma marino desempeña un papel esencial en el mantenimiento de los ecosistemas, impulsando los ciclos biogeoquímicos globales y representando hasta el 98 % de la productividad primaria marina. El grupo de bacterias denominado clado SAR11 es de vida libre y domina numéricamente las aguas superficiales del océano, representando el 20-40 % de todas las células procariontas. «A pesar de la distribución cosmopolita y abundancia de estos microbios, las limitaciones para recuperar toda la riqueza genética de sus poblaciones naturales han impedido desentrañar la relación entre evolución y ecología microbiana desde un punto de vista genómico», apunta el investigador y líder del estudio, Mario López.

El Grupo de Genómica y Evolución Microbiana de la UMH

ha combinado por primera vez técnicas de genómica de célula única y metagenómica de lectura larga para reconstruir con alta precisión la diversidad genética de SAR11 en muestras ambientales del Mediterráneo. Esta combinación ha permitido descifrar cómo se organiza su genoma y cómo se diversifican las cepas que conviven en una misma población. El estudio muestra que estas bacterias comparten un núcleo genético casi idéntico, que representa el 81 % de su genoma. El resto, conocido como genoma flexible, está concentrado en pequeñas regiones —la mayoría con un único gen— y se encuentra en posiciones equivalentes dentro de todas las cepas. «Estas pequeñas variaciones están siempre en el mismo lugar del genoma y contienen genes con funciones equivalentes, aunque en distintas versiones», explica la investigadora Carmen Molina, primera firmante del estudio. Este patrón genómico favorece la coexistencia de múltiples cepas y reduce la competencia entre ellas.

El estudio revela que estas bacterias forman poblaciones policlonales que no sólo garantiza la conservación de los genes esenciales durante los barridos selectivos, sino que también mantiene la redundancia funcional, salvaguardando una amplia reserva genética ambiental. «Estos resultados nos dan pistas sobre las estrategias que explican el éxito ecológico de SAR11 en ambientes marinos pobres en nutrientes, como el Mediterráneo», aclara el investigador José M. Haro Moreno, también primer firmante.



EL CONSUMO DE CARROÑA PUDO CONTRIBUIR

a la evolución de la humanidad

Universidad de Alicante (UA)

Esther Sebastián-González, investigadora del Departamento de Ecología de la UA, participa en un artículo, publicado en la revista *Journal of Human Evolution*, en el que se presenta un nuevo paradigma del papel de la carroña en la subsistencia de las poblaciones humanas a lo largo de su evolución. Se trata de un trabajo de síntesis multidisciplinar en el que paleontólogos, arqueólogos y ecólogos han revisado las ventajas e inconvenientes del consumo de carroña para un homínido.

Según los autores, la mayor ventaja del carroñeo radica en que requiere mucho menos esfuerzo para obtener el alimento que la caza. Entre sus desventajas, siempre se ha dicho que es un recurso escaso e impredecible, que consumir cadáveres conlleva un alto riesgo de adquirir patógenos, y que implica el riesgo de ser atacado por un predador letal al tratar de acceder al cadáver de un animal. Sin embargo, los resultados de las investigaciones ecológicas dibujan un escenario muy diferente que dinamita estas desventajas que tradicionalmente se le han atribuido al carroñeo. Por un lado, la carroña es más predecible de lo que se pensaba y suele estar más disponible precisamente en las épocas del año en las que otros alimentos alternativos son más escasos, por lo que sería un recurso clave para superar los periodos de hambruna. «Cuan-

do mueren, los grandes mamíferos terrestres y marinos ofrecen toneladas de alimento fácilmente disponible que favorece el que muchas especies de carroñeros se toleren y se alimenten de forma simultánea», señalan los autores.

Los animales carroñeros muestran comportamientos que minimizan la probabilidad de contraer un patógeno al consumir carroña o entrar en contacto con ella. Según los investigadores, «los humanos están anatómica, fisiológica, comportamental y tecnológicamente adaptados desde nuestros orígenes para ser eficientes carroñeros. El pH ácido del estómago humano puede ser una defensa ante patógenos y toxinas y, además, el riesgo de infección se redujo considerablemente cuando comenzamos a utilizar el fuego para cocinar. Más aún, los humanos podemos recorrer grandes distancias con poco gasto energético en comparación con otros mamíferos, lo cual es imprescindible para detectar suficiente carroña».

Como explican, «el lenguaje, incluso en sus inicios, nos permitió comunicarnos y organizarnos para buscar cadáveres de grandes animales o arrebatárselos a un gran predador, al que podíamos ahuyentar lanzando proyectiles (o simplemente piedras). Incluso las lascas más simples permiten cortar la gruesa piel de





los grandes mamíferos, acceder al interior y también rebañar eficazmente los restos de carne que quedan en un cadáver abandonado, mientras que el uso de piedras como martillos permite romper los huesos y acceder a la grasa y al tuétano de su interior».

Los investigadores afirman que, más allá de ser una actividad fundamental para los primeros homínidos, «los humanos siempre han recurrido al carroñeo regularmente como una forma más, y muy eficiente, de obtener alimento, complementaria a la caza y al aprovechamiento de recursos vegetales».

Cuando en la década de 1960 se hallaron en yacimientos africanos evidencias de que los primeros homínidos consumían carne, se desató un intenso debate sobre si los animales consumidos habían sido cazados por los propios homínidos o habían muerto por otras causas y fueron posteriormente carroñeados por ellos.

A partir de ese momento, los arqueólogos y paleoantropólogos se esforzaron en encontrar las pruebas más

antiguas de que los homínidos eran capaces de cazar grandes presas. Esto condujo a pensar en una evolución lineal del comportamiento humano, según la cual, los homínidos abandonaron muy pronto el consumo de carroña, una vez que adquirieron la capacidad tecnológica para cazar grandes presas. Este debate estaba contaminado por la visión de los grandes predadores como la cúspide de la pirámide alimentaria, con los humanos haciéndose un lugar entre ellos, mientras que el consumo de carroña se ha relacionado históricamente con una actividad marginal y menos «noble», propia de especies subordinadas y primitivas. Esta visión ha sido refutada por los estudios desarrollados por ecólogos en las últimas décadas.

«Hoy sabemos que la carroña juega un papel fundamental en los ecosistemas y que todas las especies carnívoras la consumen, en mayor o menor medida. Si hasta ahora se ha venido diciendo que comer carne nos hizo humanos, también se podría decir que comer carroña nos hizo humanos», concluyen los autores.

COMPOSTAJE DE ESTIÉRCOLES

de vacuno con menos emisiones contaminantes

La Organización Interprofesional de la Carne de Vacuno (PROVACUNO), la Universitat Politècnica de València (UPV) y la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) han desarrollado un innovador protocolo de compostaje que permite reducir las emisiones de gases y aumentar el valor fertilizante de los estiércoles del vacuno de carne. Este nuevo protocolo contribuirá a mejorar la sostenibilidad ambiental y económica de las explotaciones ganaderas en España.

El proyecto, impulsado por Provacuno, surgió de la necesidad del sector ganadero de avanzar hacia sistemas de producción basados en el conocimiento, que mejoren la eficiencia y reduzcan la huella ambiental.

Tras dos años y medio de investigación, el método desarrollado permite optimizar la composición de las pilas de compostaje y su manejo en las granjas, logrando así una reducción destacable de emisiones de gases y una mayor concentración de nutrientes en el compost final. Este resultado aporta un doble beneficio: por un lado, reduce los impactos ambientales; y, por otro, incrementa el valor añadido del compost como fertilizante agrícola.

En una primera fase, el equipo de investigadores realizó una exhaustiva caracterización de los estiércoles procedentes de diferentes tipos de explotaciones de vacuno de carne en España. «Esto permitió desarrollar una herramienta de cálculo del valor fertilizante, que facilita a los agricultores una dosificación adecuada de estiércoles en campo, ajustada a las necesidades agronómicas», destaca Salva Calvet, investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (ICTA) de la UPV.

En la segunda fase, se diseñó y validó el protocolo avanzado de compostaje mediante la aplicación de sistemas de monitorización y control en laboratorio y en explotaciones reales distribuidas por toda España. «Los resultados han permitido que el protocolo haya sido validado como Mejor Técnica Disponible (MTD), garantizando así su viabilidad económica y su implementación en cualquier tipo de granja, tanto de nueva creación como en explotaciones ya existentes», destaca Raúl Moral, del Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO de la UMH.





DIVERSIDAD MICROBIANA de alimentos fermentados tradicionales de Etiopía

Un equipo multidisciplinar de científicos coordinado desde el Instituto de Biología Integrativa de Sistemas (I2SysBio), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la Universitat de València (UV), y Darwin Bioprospecting Excellence, *spin-off* de la UV, ha realizado un estudio pionero y exhaustivo sobre la diversidad microbiana presente en alimentos y bebidas fermentadas tradicionales de Etiopía. El estudio ha contado con la colaboración de la Universidad de Wolaita Sodo (Etiopía) y la empresa ecuatoriana Quiitos S.A.S.

En él, se revela la importancia de los conocimientos tradicionales sobre fermentación y los conecta con las herramientas más avanzadas de la microbiología moderna, con el objetivo de identificar bacterias beneficiosas que puedan ser aprovechadas en campos como la alimentación funcional, la biotecnología y la salud humana.

Etiopía cuenta con una enorme riqueza en productos fermentados elaborados de forma arte-

sanal, que forman parte fundamental de su dieta y patrimonio cultural. Sin embargo, su base microbiana es, en gran medida, desconocida. En este contexto, el equipo científico diseñó un estudio integral que combinó técnicas de secuenciación genética (metataxonomía), aislamiento y cultivo de cepas (culturómica) y análisis fisicoquímicos para describir en detalle las comunidades microbianas presentes en nueve alimentos tradicionales: dos productos sólidos (kotcho e injera), un condimento (datta) y seis bebidas fermentadas (tej, tella, cheka, kinito, borde y shamita).

Los resultados muestran una gran heterogeneidad microbiológica entre productos, lo que refleja tanto la variedad de ingredientes y procesos como la riqueza ecosistémica de las fermentaciones espontáneas. Casi todos los alimentos analizados presentaron un dominio de bacterias del filo *Firmicutes*, en especial bacterias lácticas ampliamente conocidas por su capacidad de mejorar la digestibilidad, conservar los alimentos y generar compuestos con efecto probiótico.



VALÈNCIA Y L'HORTA NORD, SUD Y OEST PODRÍAN AUTOABASTECERSE DE ALIMENTOS QUE AHORA IMPORTAN DE OTRAS REGIONES

València y su área metropolitana son capaces de autoabastecerse de cinco grupos de alimentos que, sin embargo, actualmente importan en su mayoría de Europa y el Norte de África. Es una de las principales conclusiones del estudio sobre *Metabolismo Agroalimentario de València*, realizado por el Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento (INGENIO), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), con el apoyo del Ayuntamiento de Valencia a través de Valencia Innovation Capital. Estos cinco grupos de alimentos son hortalizas; patatas, cebollas y cítricos; aceites y carnes; cereales, bollería y procesados; leche y derivados.

El estudio analizó datos correspondientes al año 2022 referentes a 45 municipios de las comarcas de l'Horta Nord, Horta Oest y Horta Sud, incluyendo Valencia capital y su área metropolitana, lo cual supone una población de más de 1,5 millones de habitantes. «Aun existiendo excedente productivo en cinco categorías hortofrutícolas en los 45 municipios analizados, así como cierta capacidad de abastecimiento en otros grupos, como huevos, marisco, miel y pescado, la distribución de productos locales de este tipo sigue siendo muy minoritaria y la cobertura de esta parte de la dieta depende, en gran

parte, de las importaciones interprovinciales y procedentes de Europa y Norte de África», explica Guillermo Palau, investigador principal del estudio en INGENIO (CSIC-UPV).

En el marco del proyecto, se analizó no sólo la cantidad de productos consumidos y desperdicios generados, sino también los costes energéticos totales derivados del sistema alimentario, tanto para el abastecimiento como para el suministro de materiales y energía del comercio de alimentos. Los 45 municipios del estudio gastan más de 2 millones de barriles de petróleo al año para abastecerse alimentariamente o comerciar productos alimenticios que se consumen fuera del ámbito analizado.

Además, en los municipios estudiados, cada año se desperdician más de 140.000 toneladas de alimentos. En total, el informe analizó el desperdicio doméstico y extradoméstico de 34 grupos de alimentos. De las más de 700.000 toneladas de alimentos que esta parte de la población consume anualmente, un 20 % se desperdician o se pierden en la cadena de producción. Los productos lácteos (leche líquida y derivados), los procesados de cereales y las hortalizas frescas constituyen los mayores volúmenes de desperdicio (un 5 % del total), en el global



de los municipios. Sin embargo, en el ámbito de l'Horta y la ciudad de Valencia, los productos congelados, especialmente las carnes congeladas, son los que arrojan un mayor desperdicio.

Palau apunta que «los datos derivados del informe plantean un desafío importante en la gestión de residuo orgánico en las regiones analizadas, que abarca desde la sensibilización para la prevención de descarte hasta la reducción del desperdicio para la prevención del residuo, junto con el abordaje de las causas que propician el desperdicio alimentario, probablemente ligadas a condiciones socioeconómicas y culturales».

El objetivo del análisis del sistema agroalimentario de la ciudad de Valencia y los municipios colindantes ha sido la identificación de puntos de mejora en el circuito de producción, circulación y consumo de alimentos. El análisis de todos los flujos de entrada y salida a partir de los procesos de exportación, importación, pérdidas y consumos arroja algunas recomendaciones finales, como apoyar la distribución local y aumentar los mercados públicos para aumentar el acceso a pie de los consumidores, potenciar el tráfico férreo frente al rodado para la distribución de alimentos, o potenciar la reduc-

ción del consumo de carnes y lácteos, entre otras.

¿Cómo se alimentan los valencianos y valencianas?

Según datos del estudio, cada valenciano gasta, de media, 1597 euros al año en alimentación. En 2022, cada habitante consumió una media de 590 kilos o litros de alimentos. El informe agroalimentario concluye que, en la Comunitat Valenciana, el consumo y gasto per cápita en productos de alimentación se ha mantenido relativamente alto, a pesar de la tendencia estatal a la reducción del mismo, especialmente en frutos secos, patatas y bebidas. Las hortalizas, frutas y frutos secos son los productos, en peso, más consumidos, con un 36 % del total.

Además, el informe apunta una dependencia alimentaria «extrema» en el caso de los productos derivados de animales, esto es, carnes, pescados y lácteos. Anualmente, cada habitante de Valencia y su área metropolitana consume una media de 120 kilogramos de lácteos. Estos productos son, a su vez, los que concentran un mayor coste energético productivo, mayores desperdicios domésticos y altos costes logísticos. Las legumbres siguen representando solo un 0,7 % del consumo total de la dieta per cápita.

OTROS TITULARES QUE HAN SIDO NOTICIA

El crecimiento urbano pone en jaque el acuífero de Valencia

Un equipo del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València (UPV), en colaboración con la Universidad Pablo de Olavide, ha publicado un estudio en el que se analiza el efecto de la expansión urbana sobre el sistema acuífero de la Plana de Valencia, una de las zonas más sensibles del litoral mediterráneo, debido a la presión antrópica y a los efectos del cambio climático.

La innovación contra el cambio climático no repercute igual en toda la población

Esta es una de las principales conclusiones de un estudio llevado a cabo por el Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), en colaboración con investigadores de la Universitat de València (UV), la Universidad de Urbino y la Universidad de Ferrara. Sus conclusiones han sido publicadas en un número especial de la revista *Regional Studies*.

Hallan en Penyagolosa un líquen nunca visto antes en Europa

Investigadores del Departamento de Botánica y Geología de la Universitat de València (UV) y de VAER-SA, entre otros, han elaborado el primer catálogo de líquenes y hongos liquenícolas del Parque Natural de Penyagolosa, donde han encontrado uno, *Punctelia caseana*, que es la primera vez que aparece en Europa. Además, el trabajo incluye una especie ubicada en la lista roja de líquenes amenazados de la Comunitat Valenciana, *Xanthoparmelia camtschadalis*.

El impacto del fuego en los suelos de los Andes peruanos

Un equipo de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) ha recogido y analizado muestras de suelo en la zona incendiada de casi dos mil hectáreas de matorral, en el volcán Pichu Pichu, de alto valor ecológico en los andes peruanos, a 3700 metros de altitud, para comprender cómo estos frágiles ecosistemas responden a la perturbación por incendio.

Los humedales artificiales reducen la contaminación en Albufera de Valencia

Un estudio del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE) y del Departamento de Química Analítica de la Universitat de València (UV) señala que los humedales artificiales del Tancat de la Pipa y el de l'Illa, en el Parque Natural de la Albufera mitigan de manera significativa la presencia en el agua de contaminantes por plaguicidas y metales pesados/metaloideos.

El cambio climático amenaza las aguas subterráneas en la península ibérica

Un estudio internacional en el que ha participado Jaime Gómez, investigador del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València (UPV), alerta del impacto directo del cambio climático sobre los acuíferos de la península ibérica. Según el trabajo, publicado en la revista *Science of the Total Environment*, de aquí a final de siglo el 40 % de los pozos sufrirán una caída del nivel de agua superior a 1 metro.

Describen una nueva microalga dedicada a la liquenóloga Eva Barreno

Personal investigador del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBiBE), del Instituto de Biotecnología y Biomedicina (BIOTECMED) y del Departamento de Botánica y Geología de la Universitat de València (UV) ha descrito una nueva microalga, a la que se ha nombrado como *Trebouxia barrenoae*, en honor a Eva Barreno, catedrática emérita de la UV cuyos estudios han contribuido significativamente a la comprensión de las interacciones mutualistas en los líquenes.

La fotografía de naturaleza mantiene un sesgo con el mundo real

El uso de imágenes de naturaleza ha cobrado una gran importancia a la hora de informar y cambiar la percepción pública sobre determinadas especies o para promover la conservación de hábitats. Por primera vez, un estudio liderado por la Universidad de Alicante (UA) ha evaluado los sesgos de la fotografía de la vida silvestre, que se ha publicado en la revista *People and Nature*.