

The background consists of several overlapping geometric shapes. A large light gray triangle is positioned on the left side, pointing towards the top-left. A horizontal light gray bar crosses the middle of the page. Other shapes include various triangles and polygons in shades of pink and light gray, creating a layered, abstract composition.

**FOT  
CIENCIA  
14**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

FECYT



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



Fundación  
Jesús Serra  
Catalana Occidental

## FOTCIENCIA14

www.fotciencia.es

### ORGANIZAN

**Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología**  
www.fecyt.es

**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
www.csic.es

### COMITÉ DE SELECCIÓN

**Graziella Almendral**  
IndagandoTV

**María Jesús Bartolomé**  
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.  
CSIC

**José González Calbet**  
Centro Nacional de Microscopía Electrónica

**Rosa Capeáns**  
Departamento de Cultura Científica. FECYT

**José Manuel Guillamón**  
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. CSIC

**Laura Halpern**  
Fundación Jesús Serra

**Jesús Hidalgo**  
Departamento de Comunicación. FECYT

**Laura Llera**  
Área de Cultura Científica. CSIC

**José López Carrascosa**  
Sociedad de Microscopía de España y CNB-CSIC

**Ignacio Tacchini**  
Centro de Química y Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza-CSIC

**Leonardo Velasco**  
Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC

### CATÁLOGO

Diseño **underbau**  
Impresión **Tórculo**  
**Comunicación Gráfica**  
NIPO **057-17-016-7**  
E-NIPO **057-17-017-2**  
Depósito legal **M-3591-2015**

### DERECHOS

#### Sobre las imágenes retribuidas

De conformidad con lo previsto en la Ley de propiedad Intelectual, los autores de las siete imágenes sobre las que FECYT ha adquirido los derechos de explotación cederán estos a la FECYT con carácter exclusivo hasta el 31 de diciembre de 2017, y en el ámbito mundial.

Dichos derechos comprenden el uso de las imágenes seleccionadas sin fines lucrativos, pudiendo la FECYT libremente y sin otra contraprestación económica, proceder a su reproducción, distribución, comunicación pública y transformación en cualquier medio, formato o soporte conocidos o no en la actualidad. Transcurrido este periodo los derechos patrimoniales de explotación podrán ser ejercitados por el autor así como por la FECYT.

Sin perjuicio de lo anterior, la FECYT compartirá con el CSIC, o con cualquier otro colaborador o patrocinador de FOTCIENCIA, los derechos de explotación de dichas imágenes para los mismos fines y periodo.

El uso público por terceros del resto de imágenes que componen el Catálogo, se ejercita a través de la licencia «Creative Commons 2.5 España», siempre y cuando:

1. Se trate de un uso no comercial.
2. Haya un reconocimiento explícito del nombre del autor y **FOTCIENCIA**.
3. Las obras producidas con las imágenes de **FOTCIENCIA** sólo pueden distribuirse bajo los términos de una licencia idéntica a ésta.

# FOTCIENCIA14

**INTRODUCCIÓN** 6-12  
**GENERAL** 13-62  
**MICRO** 63-113

José Ignacio  
Fernández Vera

El pasado mes de diciembre se hacía público el resultado de la 14ª edición de FOTCIENCIA. Entre las siete fotografías más impactantes y que mejor describían algún fenómeno científico se encontraba, en la modalidad General, «Atracción digital», de Antonio Luis Martínez Cano. Su imagen, un sencillo experimento casero, era capaz de reflejar cómo un chorro de agua cambia su trayectoria y curvatura al entrar en contacto con un dedo y así, sin darnos cuenta, nos revelaba las propiedades de tensión superficial, cohesión y adhesión de los fluidos.

Esta y otras fotografías, igual de curiosas y atractivas, se encuentran en este catálogo para el que se han seleccionado 49 imágenes entre las más de 600 que participaron en esta iniciativa, de ámbito nacional, que desde hace años organizan la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), con la imprescindible colaboración de la Fundación Jesús Serra, una institución que comparte con nosotros la misión de promover la ciencia para contribuir a construir una sociedad mejor.

Las imágenes recogidas en este catálogo fueron elegidas por un comité formado por 11 profesionales relacionados con la fotografía, la microscopía y la divulgación científica. Ellos han sabido distinguir, con gran acierto, cuáles eran aquellas imágenes capaces de conjugar el arte fotográfico con el rigor científico.

Todas las obras pueden encontrarse en [www.fotciencia.es](http://www.fotciencia.es), una web que durante 2016 recibió 14.460 visitas. Agradezco sinceramente la gran acogida que ha tenido esta nueva edición, tanto de visitantes como de participantes, que con su cámara nos han descubierto otra perspectiva más social de la ciencia.

FOTCIENCIA se suma a la estrategia de la Fundación, que es acercar la ciencia a los ciudadanos, despertar su interés y, en última instancia, impulsar su participación.

Dentro de esta participación es muy importante el papel de los jóvenes. Por ello, como en ediciones anteriores, se ha abierto un apartado, «La ciencia en el aula», para involucrar a alumnos de secundaria y de ciclos formativos de grado medio. En esta edición, la elegida en esta categoría fue la fotografía de Alejandro Ruiz de la Puente y Ángel Ruiz de la Puente, quienes nos han hecho comprender el infinito colocando dos espejos frente a frente y un objeto entre ellos, el cual veremos reproducido indefinidamente por el fenómeno de reflexión de la luz.

La esencia de esta iniciativa tiene que llegar al mayor número de personas posibles y, por ello, una exposición itinerante recorrerá en 2017 diversos centros y museos de toda España, entre ellos, el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT).

Varios libros explican las relaciones entre ciencia y creación artística pero solo este catálogo de FOTCIENCIA es capaz de mostrártelo con originalidad y sensibilidad sin dejarte indiferente. Detrás de estas imágenes hay una historia, la de su/s autor/es, que nos transporta a un mundo sorprendente y mágico lleno de significado: la ciencia. Espero que lo disfruten.

Emilio Lora-Tamayo

Fenómenos físicos como la tensión superficial del agua, resina fosilizada de coníferas, esferas de carbono ordenadas como una ciudad futurista, «narices electrónicas» que imitan el sistema olfativo humano, microorganismos que aparecen en la crianza del vino... Son solo algunas temáticas de las imágenes seleccionadas en la presente 14ª edición de FOTCIENCIA. Si algo tienen en común es que son capaces de aunar ciencia y arte de un modo vistoso, bello y divulgativo.

Hablar de fotografía desde la perspectiva científica nos lleva a reparar en una aparente obviedad de ida y vuelta: sin los avances científicos no habría sido posible la existencia de la fotografía, ni digital ni analógica. Gracias a la ciencia, sobre todo a partir del siglo XIX, emergió la oportunidad de plasmar el mundo en imágenes, algo que abrió enormes posibilidades para el conocimiento.

Pero a su vez, la fotografía repercutió, y repercute, de manera muy positiva en el desarrollo del método científico, ya que permite registrar y observar fenómenos con detalle. Incluso determinados instrumentos como los telescopios o los microscopios permiten explorar manifestaciones que nunca antes habían podido ser observadas por el ojo humano, al captar fragmentos de realidades que hace tiempo eran inimaginables. Y, aún más, si algo pone de relieve FOTCIENCIA es que prácticamente todo lo que nos rodea puede ser visto desde un punto de vista científico.

Comprenderán entonces por qué una iniciativa de fotografía científica como FOTCIENCIA viene impulsada año tras año por la institución que tengo el honor de presidir, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), junto con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el apoyo de la Fundación Jesús Serra.

El objetivo fundamental del CSIC es el desarrollo de la actividad científica y la divulgación a la sociedad de las investigaciones y los avances que se llevan a cabo en los institutos del CSIC repartidos por toda España.

Podrán así entender la ilusión con la que un año más presento este catálogo que recoge 49 imágenes seleccionadas entre las más de 650 presentadas en esta edición, la número 14 de FOTCIENCIA. Entre las diversas categorías que abarca la iniciativa, hay una dirigida a estudiantes de secundaria y de ciclos formativos de grado medio, un sector muy importante de la población, indispensable para lograr una ciencia y un futuro mejores.

La exposición a la que acompaña este catálogo recorrerá diversas salas y centros culturales de unas veinte localidades durante 2017, les invito a visitarla si tienen la oportunidad. Vayan preparando sus fotografías para participar en la próxima edición.

## Fotciencia14

Las imágenes contenidas en este catálogo reúnen las fotografías seleccionadas en la XIV edición de FOTCIENCIA. Organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), con el apoyo de la Fundación Jesús Serra, FOTCIENCIA llega a su décimo cuarta edición mostrando la ciencia y la tecnología a través de la combinación de imágenes atractivas y textos divulgativos. FOTCIENCIA nos ofrece la posibilidad de admirar el ingenio y la pericia de sus autores, que han sabido elegir el momento propicio y buscar la composición más original sin renunciar a la calidad técnica.

Se han presentado 666 fotos de 318 autores diferentes, a los que, un año más, queremos agradecer el entusiasmo y la calidad de las diferentes propuestas presentadas. La valoración del comité de selección y la selección de las fotografías para la exposición y el catálogo tienen en cuenta tanto la calidad fotográfica como el contenido científico y divulgativo de la imagen. En cada edición, la página web, la exposición —que visita una media de 20 ciudades por año— y el catálogo son los principales escaparates de la actividad y las cuestiones científicas que emergen del laboratorio.

El plazo de presentación de las fotografías se inició el 26 de octubre de 2016 y concluyó el 20 de noviembre. El comité de selección se reunió el 14 de diciembre y una semana más tarde se hizo pública la selección de las imágenes reconocidas como las mejores.

Agradecemos a los miembros del comité de selección su colaboración: Graziella Almendral (IndagandoTV), María Jesús Bartolomé (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. CSIC), José González Calbet (Centro Nacional de Microscopía Electrónica), Rosa Capeáns (Departamento de Cultura Científica. FECYT), José Manuel Guillamón (Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. CSIC), Laura Halpern (Fundación Jesús Serra), Jesús Hidalgo (Departamento de Comunicación. FECYT), Laura Llera (Área de Cultura Científica. CSIC), José López

Carrascosa (Sociedad de Microscopía de España y CNB-CSIC), Ignacio Tacchini (Centro de Química y Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza-CSIC) y Leonardo Velasco (Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC).

En 2017, FOTCIENCIA14 iniciará su periplo por salas de exposiciones, centros culturales, museos y universidades de un buen número de ciudades españolas. Os invitamos a que descubráis el arte y la ciencia que encierran sus imágenes y os animamos a participar en esta obra colectiva de ciencia y fotografía que aspira a ser FOTCIENCIA.

**GENERAL**



*Atracción digital*

Antonio Luis Martínez Cano

Nuestra vida cotidiana está rodeada de fenómenos físicos, solo es cuestión de observarlos adecuadamente a través de un objetivo para descubrir en ellos una sorprendente belleza y armonía. Entre las características de los fluidos es muy conocida la tensión superficial, pero también poseen otras como la cohesión y la adhesión. La cohesión es la fuerza de atracción que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia. La adhesión es la fuerza de atracción que se manifiesta entre las moléculas de dos sustancias diferentes que se ponen en contacto. Con un sencillo experimento casero se puede observar cómo el chorro de agua que cae del grifo, al entrar en contacto con el dedo, cambia su trayectoria y fluye por su curvatura debido a la adhesión. Y dado el pequeño caudal de este chorro de agua en concreto, el mismo se mantiene unido (no se disgrega o divide) gracias a la tensión superficial y a la cohesión del fluido. El resultado es un fenómeno casi mágico, con sensación de ingravidez, que interfiere en el fluir natural de la caída del chorro del agua de una manera sorprendente. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon 6D, EF 70-300 mm f4-5.6 IS USM



*Resina fosilizada producida  
por los árboles de coníferas*

Júlia Román Márquez

El ámbar, árabe o succino es una piedra semipreciosa compuesta de resina vegetal fosilizada proveniente principalmente de restos de coníferas y algunas angiospermas. Es de color marrón claro normalmente, aunque existen variedades amarillas y verdosas. Cuando la corteza de un árbol es herida debido a una rotura o a un ataque por escarabajos de madera u otros insectos, bacterias u hongos, estos árboles producen la resina como una protección contra enfermedades e infestaciones de insectos. Después de exudar al exterior, la resina queda enterrada y se endurece por polimerización en el interior de rocas arcillosas o arenosas, algunas veces calizas, que se forman en zonas deltaicas de ríos generalmente con mucha materia orgánica asociada. Esta resina se conserva en su interior durante millones de años. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D3200, 1/250 s, f/8 48 mm, ISO 100



*Velo de flor*

Francisco Javier Domínguez García

El proceso de crianza biológica —envejecimiento biológico— bajo velo de flor es uno de los fenómenos naturales de mayor interés en el mundo de la enología. Surge en aquellos vinos, dentro del marco vitivinícola jerezano, sometidos a crianza en botas, donde se origina una fina capa de levaduras en su superficie (se identifican varias razas fisiológicas del grupo *Saccharomyces cerevisiae*) derivadas de las condiciones climatológicas de la zona. Estos microorganismos metabolizan el oxígeno, reduciendo con ello, por un lado, el grado alcohólico durante la crianza; y por otro lado, la glicerina, modificando notablemente el sabor del caldo en cuestión al acentuar su carácter seco y salino y equilibrando la sensación de acidez en boca. En el caso de la imagen, se muestra una bota que contiene fino y cuyas condiciones se deben mantener constantes durante todo el año (aproximadamente inferior a 22 °C y una elevada humedad relativa) para conservar una homogeneidad del producto, año tras año. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D700 (Full Frame) + Sigma 70-200 2.8 estabilizado



*Cin(fin)ita*

Alejandro Ruiz de la Puente,  
Ángel Ruiz de la Puente

El infinito es un concepto que ha intrigado y preocupado a la humanidad desde sus orígenes. Cuando una persona oye hablar de él por primera vez no alcanza a entenderlo ni a imaginarlo de tan inabarcable como parece su significado. Pero visualizar el infinito y comprender verdaderamente lo que esta palabra encierra no es una tarea tan complicada. Para contemplar el infinito no hay más que colocar dos espejos frente a frente (que formen un ángulo agudo entre sí si se quiere tomar una fotografía en la que no aparezca la cámara) y un objeto entre ellos, el cual veremos reproducido indefinidamente por el fenómeno de reflexión de la luz. Así ocurre en esta imagen, creando la ilusión de que la cinta es inacabable. EQUIPO FOTOGRAFICO Lumix DMC-FZ7 (12x)



*Los niños de la cripta  
de Las Trinitarias*

Álvaro Minguito Palomares

Un médico forense sostiene uno de los cráneos infantiles hallados en el convento de Las Trinitarias, en el madrileño barrio de Las Letras. En el año 2015 se exhumó en este lugar lo que se suponen los restos de Cervantes, enterrados en su cripta. Junto a ellos, y en lo que es aún un misterio por resolver, aparecieron los restos de más de 400 niños, algunos de ellos momificados, de distintas edades y, a juzgar por los modos de enterramiento, también de distintas clases sociales y épocas. Una de las posibles causas de este extraño enterramiento sería la peste que asoló la ciudad de Madrid en distintos momentos del siglo XIX. Este cráneo presenta malformaciones debidas a una enfermedad infantil. En la actualidad los restos encontrados siguen siendo objeto de estudio por parte de un equipo multidisciplinar. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D4S, Nikkor 80-200 2.8



*Paseo con tirantes*

Juan Manuel Maroto Romo

¿Sabes cuál es la diferencia entre un puente atirantado y un puente colgante? Un puente atirantado tiene el tablero suspendido de uno o varios pilones centrales mediante tirantes que enlazan la pista directamente con el pilón con partes que trabajan a tracción y otras a compresión. Los puentes colgantes llevan unos cables principales de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales y trabajan principalmente a tracción. Los puentes atirantados surgieron como una variante más manejable de los puentes colgantes. La idea fundamental es la de reemplazar los cables principales de gran sección transversal por un grupo de cables de acero de menor sección y, por consiguiente, de menor peso. EQUIPO FOTOGRAFICO Nikon D800, AF-S Nikkor 24-120 mm 1:4 G ED



*¿Es posible un mundo sin abejas?*

David Martín Pinto

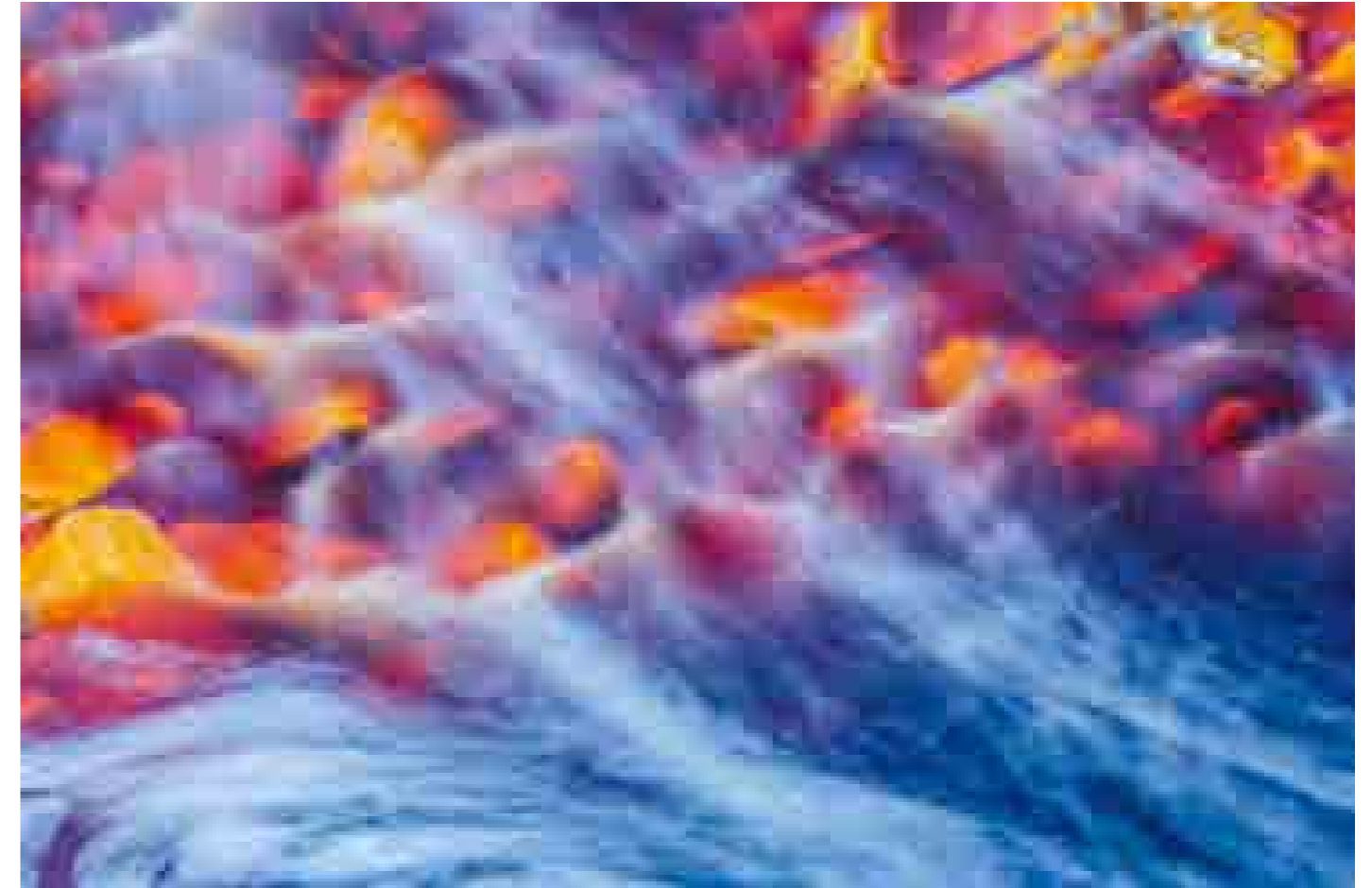
La población de abejas se ha reducido drásticamente en algunas zonas de la geografía mundial. Se han llevado a cabo diferentes estudios que determinan que son las enfermedades, el calentamiento global y los insecticidas los factores que podrían estar detrás del problema. Además, científicos alemanes han alertado recientemente de que es probable que la radiación que emiten los teléfonos móviles desorienta a las abejas y no sepan regresar a sus colmenas. Dada la importancia que las abejas tienen para el equilibrio medioambiental, así como para la agricultura —pues de las abejas depende un alto porcentaje de la polinización que se lleva a cabo— estaríamos ante un serio problema para el ser humano. Por otra parte, las abejas nos aportan la dulce miel que todos hemos probado y el polen (en la imagen) que es un alimento muy completo que además de nutrir y aumentar la actividad enzimática, es un buen regenerador sanguíneo. Ya avisaba Albert Einstein de lo caótico que sería su desaparición, advirtiendo de que sin abejas, el hombre no viviría más de cuatro años. EQUIPO FOTOGRAFICO Canon EOS 5D Mark III. Lente macro 50 mm



*Río Tinto, extremófilo por naturaleza*

Roberto Bueno Hernández

Parece lava, pero no lo es. Es agua y no se puede beber. A partes iguales bellas y hostiles, las aguas rojizas del Río Tinto tienen una acidez altísima, con un pH cercano a 2, debido a la disolución de los sulfuros de hierro, cobre y otros metales pesados que arrastra a lo largo de su colorida cuenca. Sorprendentemente, y a pesar de su acidez, en sus aguas se encuentran organismos microbianos que crecen oxidando los minerales que hay en el río. Aunque no hace mucho se pensaba que su color era debido a la intensa actividad minera de la zona a lo largo de la historia, diversos estudios parecen confirmar que son estos organismos extremófilos, al obtener su energía metabólica de los minerales disueltos en las aguas, los responsables de su atrayente color. Es un medio ambiente tan peculiar que atrae desde hace años el interés de agencias espaciales e instituciones científicas, en donde desarrollan diferentes proyectos de investigación fundamentados en la posible similitud con terrenos y ambientes orgánicos extremos que podrían esperarse en Marte. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D300; Nikkor Lens 70-200 mm f:2.8





*Vino de yema*

Montserrat Alexandre Siscart

Después de la primera fermentación del vino tinto se realizan las operaciones de descubado y prensado. Mediante el descubado se obtiene el vino de yema, un vino limpio, separado de los residuos sólidos de la fermentación, que es el que refleja la foto. Este vino es traspasado a otro depósito donde terminará la fermentación alcohólica y desarrollará la fermentación maloláctica. Los residuos sólidos, escurridos, se extraen del depósito para su prensado, que proporcionará el vino de prensa y representa en torno al 15% del vino elaborado. El vino de la primera prensada es un vino de calidad rico en polifenoles, con color y en el que apenas aparecen gustos herbáceos. A partir de la segunda prensada ya se lesionan los tejidos del orujo, sensibles por el efecto de la fermentación, liberando sustancias con gusto amargo y herbáceo. La extracción de estas sustancias se incrementa en prensadas sucesivas. La decisión de mezclar o no y en qué medida, depende de la estrategia de elaboración del vino de yema con el precedente de la primera prensada, o incluso una fracción de la segunda. Todo dependerá de la calidad de ambos y la personalidad que se le quiera imprimir al resultado final. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon 6D + Carl Zeiss 50/2 Makro Planar



*La mirada de la mantis*

Manuel Roldán

Si observamos de cerca una mantis nos sorprenderá la gran movilidad de su cabeza, que le permite mirarnos con sus dos grandes ojos compuestos. Esta capacidad que comparte con pocos insectos le da un aire extrañamente próximo, sorprendentemente «humano». Dispone de otros tres ojos simples u ocelos, situados entre las antenas y posiblemente relacionados con la orientación durante el vuelo, ya que, además de al verde y al ultravioleta, son sensibles a la luz polarizada. Sus ojos principales le permiten la visión estereoscópica y en la zona frontal disponen de una parte más plana, que permite que los omatidios que los componen se orienten hacia una zona más pequeña para percibirla con más resolución. En esta área, vemos más grande la aparente pupila formada por los omatidios que absorben la luz que llega desde nuestra dirección. Durante la noche, por una redistribución pigmentaria, sus ojos sacrifican resolución y ganan en sensibilidad, adquiriendo un tono rojizo oscuro. Todo esto la dota de una excelente visión frontal tridimensional, lo que le permite proyectar en milisegundos sus temibles patas anteriores para atrapar a sus presas. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon EOS60D Objetivo Zuiko 50 mm, f:3,5 macro



*Cuando los okupas montan  
las orgías en tu casa*

Jacinto Pérez Dieste

La solitaria ascidia *Ciona intestinalis* es una criatura sin nada que ocultar. Pero... ¿no hay algo más en su interior? Pues sí, ahora nos toca hablar de los «okupas», tres ejemplares del nemertino *Vieitezia luzmurubae* que están realizando una danza nupcial, dos machos y una única hembra. Ésta parece hastiada del acoso de los dos machos que se retuercen sobre su cuerpo, y nos mira levantando la cabeza como si fuera una cobra. Sabemos que es la hembra por su coloración más oscura, las cuatro líneas longitudinales que adornan el dorso de esta especie son más claras en los machos. Es una especie hermafrodita protándrica, primero son macho y luego cambian a hembra. Las hembras son más grandes, lo que sin duda representa una ventaja evolutiva ya que, al ser mayores, pueden poner un mayor número de huevos. La colaboración involuntaria de *Ciona intestinalis* en el ciclo del nemertino no acaba aquí, pues incluso actúa de «guardería» permaneciendo los jóvenes nemertinos durante un tiempo después de la eclosión en la ascidia, a salvo de posibles depredadores. Esta foto fue fundamental en la descripción de un nuevo género y una nueva especie para la ciencia, el nemertino *Vieitezia luzmurubae*. EQUIPO FOTOGRAFICO Canon 5D / 50 mm Macro / Caja estanca Ikelite



*Calamar bioluminiscente*

Sergio Bárcena Varela

Los cefalópodos presentan bacterias marinas ectosimbiontes en su piel. Algunas de estas bacterias, si crecieran lo suficiente como para activar su sistema de *quorum sensing*, tendrían la capacidad de emitir luz (bioluminiscencia). Es posible verlas a simple vista en un calamar, sepia o pota fresca. El alimento se sumerge en una solución de NaCl 3% (p/v) estéril durante 24 horas en oscuridad a 14-16 °C, simulando las condiciones marinas. Aproximadamente, un 10-20% de la muestra debe quedar sobre el nivel del líquido (se puede utilizar únicamente la piel). A partir de las 24 horas de incubación es posible ver las colonias bacterianas emitiendo luz a simple vista, tal y como muestra la imagen. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D7100. Objetivo Nikon 18-105 mm f3.5. Exposición de 30 segundos



*El árbol pendular*

Jorge Pablo Rodríguez García

Este árbol pendular ha sido creado gracias a una exposición de 4 segundos fotografiando un péndulo de longitud variable. Este sistema dinámico consiste en un péndulo usual en el que la longitud de la cuerda varía con el tiempo. Si tomamos la ecuación del movimiento del ángulo con respecto a la vertical, en el límite de bajas velocidades y tiempos pequeños esta ecuación puede aproximarse a la de un oscilador amortiguado. Ubicando como masa oscilante una linterna, teniendo en cuenta la amortiguación de la variable angular y la reducción de forma lenta pero constante de la longitud de la cuerda, tan solo nos hace falta una amplia exposición para obtener este árbol pendular.  
EQUIPO FOTOGRAFICO Sony DSC-H90, Sony Lens-G



*El mejor insecticida*

Jesús Gómez Esteban

La humanidad se está enfrentando a una grave crisis de biodiversidad y se están perdiendo muchas funciones ecosistémicas que proporcionan las especies. Con la intensificación agrícola que se ha producido en las últimas décadas muchas especies han sufrido grandes declives, entre ellas las aves. Por ejemplo, el papel de estos animales alados en el control biológico de plagas es poco conocido o poco reconocido. Las aves insectívoras pueden consumir grandes cantidades de insectos al día, lo que podría reducir mucho el consumo de pesticidas si el conocimiento de su biología se utilizara en beneficio del agricultor. En la foto se aprecia un macho de cernícalo común (*Falco tinnunculus*). Sí, una rapaz diurna. Estas aves de presa de pequeño tamaño también consumen grandes cantidades de insectos, algunos de ellos perjudiciales para los sistemas agrícolas, hábitat predilecto de estas aves. Sin embargo, el desconocimiento de la biología de muchas especies y de su papel en el ecosistema, junto con la avaricia de los humanos, está contribuyendo al cambio global contra el que luchamos actualmente. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon 40 D - objetivo Canon serie L 100:400



*Suelo cromático*

Carles Barril Basil

Todos conocemos el dicho «somos lo que comemos». Si vamos un paso más allá también podemos decir que «somos lo que pisamos». La cultura de cada pueblo depende en buena medida de la ecología del entorno. Las plantas y los animales con los que nos relacionamos influyen en nuestra manera de ver y pensar el mundo. Esta es una influencia que tal vez vaya más allá del simple desarrollo de ciertas técnicas y no de otras. Tal vez los patrones estéticos, ya sean particulares o compartidos, deriven también de lo que hemos percibido a lo largo de nuestro desarrollo como especie. En este sentido, el suelo de la fotografía sugiere fertilidad y creatividad a partes iguales. Es un suelo envidiable, ¡un suelo que pide a gritos vivir! EQUIPO FOTOGRÁFICO Fujifilm XT1



*Observador observado*

María Polo Sanguino

Un joven gorila macho se sienta de manera paciente sobre una roca. Durante los últimos meses ha volcado toda su creatividad en un proyecto importante: Dilucidar los motivos que llevan a sus parientes «superiores» a arracimarse día tras día contra un cristal para observar el comportamiento de su especie. Nuestro joven investigador observa, analiza, genera hipótesis, comprueba éstas desechando aquéllas que no se sustentan por los datos recabados de su análisis. «Cuando nos lanzamos contra el cristal se asustan. Cuando acariciamos a nuestras crías aplauden. Cuando los miramos ven algo de ellos mismos en nosotros y se turban. Ansían nuestra libertad». Finalmente nuestro científico obtiene sus conclusiones, presentándolas y discutiéndolas con el resto de sus congéneres. ¿Quién observa a quién? Bioparc. Valencia, 2015. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D3100, objetivo Sigma 70-300 mm





*Las múltiples facetas de un mejillón*

Clara Estela Jiménez Tejero

La zona de las Rías Baixas en Galicia es la región más importante de producción de mejillón en Europa y segunda en el mundo después de China. Las bateas, plataformas flotantes en las que se enganchan las cuerdas donde crecerán estos apreciados bivalvos, son un agente de cambio en el ecosistema marino. Actúan como verdaderos arrecifes para muchos organismos y bancos de peces y generan un impacto en el fondo marino, en donde hay un aumento de aquellos individuos que se alimentan de sus secreciones y heces. Para el ser humano, el mejillón no sólo es importante por su valor gastronómico y su beneficioso impacto en la economía. Gracias a su capacidad de filtrado, se utiliza en ecología como medidor de la contaminación química en las zonas costeras. Su concha es apreciada en el mundo de la agricultura como fertilizante ya que, a diferencia de los productos industriales, no tiene un impacto negativo en el suelo. Para la medicina, una característica importante es el pegamento que segregan para permanecer adheridos a las superficies y bajo el agua. Recientemente se ha logrado sintetizar en el laboratorio y resulta un excelente material para suturar heridas sin ninguna toxicidad. EQUIPO FOTOGRAFICO Kodak C875



*Tarde de invierno*

Antonio Atanasio Rincón

Después de un año de trabajo intenso llega la recogida del fruto. Tarde de invierno, tarde de frío, tarde de recogida de la aceituna. Nuestros agricultores recogen este fruto tan necesario para nuestras mesas, para nuestra alimentación. Se trata, como todos sabemos, del aceite. La aceituna es recogida de la oliva con medios mecánicos o manuales. En este caso apreciamos que se realiza por medios manuales utilizando varas largas para golpear el árbol. Ésta cae a las denominadas mantas que se trasladan al remolque para llevarlas a la almazara. En definitiva, un trabajo duro en pleno invierno para que podamos disfrutar de un tesoro: el oro líquido. EQUIPO FOTOGRÁFICO Olympus E620 17 mm, objetivo Zuiko



*Heterocromía del iris*

Mercedes Portugués García

La heterocromía, distinguida en oftalmología como *heterochromia iridis* o *heterochromia iridum*, es una anomalía en la coloración del iris que provoca que ambos iris muestren diferente pigmentación. Esta condición se da por diferencias en la producción de melanina, la cual, en el caso de los gatos, también ocasiona que su pelaje sea completa o mayoritariamente blanco con algunas zonas pigmentadas de otro color, aunque también se dan casos de pelaje multicolor o incluso completamente negros. El color de los ojos es un rasgo heredado que viene determinado por los genes de un sujeto aunque, en algunos casos, la heterocromía del iris también puede deberse a alguna lesión o enfermedad. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D7100 y objetivo Nikkor 17-55 mm



*Ciudad digital*

Antonio Galisteo López

Esta imagen es un estudio de similitudes entre objetos con los que nos relacionamos a diario, objetos que tenemos totalmente integrados en nuestras vidas (aunque a veces ni tan siquiera los veamos) y las ciudades en las que nos movemos. He buscado el paralelismo entre edificios en los que vivimos y tecnología con la que convivimos. La imagen muestra una semiabstracción de una placa de ordenador fotografiada sobre un cristal, creando así mediante el reflejo esta imagen simétrica de modo analógico. El punto de vista hace que la imagen parezca el *skyline* de cualquier ciudad o la imagen de un puerto mismamente. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon 5D MK3. Óptica Zeiss Milvus 85 mm 1.4. Trípode y cable disparador remoto



*La pesada carga del viento*

M<sup>a</sup> José Varas Muriel

La acción del viento sobre las esculturas patrimoniales talladas en piedra puede provocar con el tiempo el mismo efecto de alveolización que es detectado habitualmente en los afloramientos rocosos existentes en el campo. El viento, según su velocidad, puede hacer que la carga granulométrica (granos de arena) que transporta sea proyectada como perdigones sobre las superficies de los materiales, provocando su pulido superficial y formación de pequeñas oquedades que hacen desaparecer los elementos artísticos labrados sobre cualquier fachada histórica de cualquier calle de una ciudad. La trayectoria del viento depende del trazado de las calles siendo éstas las que definen el objetivo del impacto. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon IXUS60



*Fenómeno vital*

Antoni Costa Fiol

La primera acepción que encontramos en el diccionario sobre el significado de la palabra ecología es «ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno». La segunda acepción incluye el concepto sociológico, en el que alude a la relación entre los grupos y su ambiente entendido desde un enfoque amplio. Es decir, por un lado la ecología es una ciencia que estudia las diferentes relaciones que se establecen entre los seres vivos y entre estos con su medio ambiente, mientras que por otro orienta ese estudio a su protección. De este modo, el concepto «medio ambiente» queda implícito en su definición. Un buen ejemplo de las relaciones de los seres vivos entre sí y su entorno, en un sentido más amplio, podrían ser estas fotografías tomadas en las escaleras del edificio de Son Lledó en el mismísimo campus universitario. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon EOS 350D Digital lente 70-300 mm, F/1.8-32



*Ingravidéz*

Santiago Giralt Romeu

Las reconstrucciones climáticas de los últimos milenios de la historia de la Tierra se construyen a partir del estudio multidisciplinar y la alta resolución temporal de archivos naturales como, por ejemplo, los sedimentos depositados en el fondo de los lagos. Estos sedimentos pueden entenderse como un gran libro en donde está escrito cómo las oscilaciones climáticas han ido condicionando la vida de los organismos que viven en estos lagos, así como de los procesos físicos y químicos que se producen en la columna de agua. Pero para realizar estas reconstrucciones primero hay que obtener dichos sedimentos. Una de las formas más comunes de recuperar los sedimentos depositados en los lagos es utilizando un equipo de perforación montado sobre una plataforma flotante. Esta plataforma flotante se monta y desmonta fácilmente y puede transportarse a casi cualquier parte del mundo, ya sea en camión, barco o avión, para estudiar cuál ha sido la evolución climática de esa área. EQUIPO FOTOGRÁFICO Canon Eos 7D, Canon 70-200 mm f/4L IS USM



*Arena hidrofóbica*

Júlia Román Márquez

El agua es una sustancia polar, cuando se acerca a una sustancia apolar esta atracción no es posible. En consecuencia no se puede mezclar con la arena, el recubrimiento apolar repele el agua y la arena no se moja. Así, al sacarla del agua permanece totalmente seca. Popularmente se conoce como «arena mágica» y se comercializa como juguete para niños. La arena mágica se obtuvo por primera vez con el objetivo de recoger los vertidos de petróleo en el mar. La idea es que la arena se une a la capa aceitosa del vertido, va al fondo del mar y allí se recoge. Esta arena es capaz de absorber gran cantidad de petróleo, pero este método resultó ser muy costoso y se han buscado otras soluciones. Investigadores de los Emiratos Árabes Unidos han desarrollado un tipo de arena mágica que se podría disponer en capas por debajo del suelo arenoso del desierto, de ese modo detendría la filtración del agua de lluvia hacia el subsuelo y haría así posible regar las plantaciones con mucha menos cantidad de agua. EQUIPO FOTOGRÁFICO Nikon D3200, 1/50 s, f/5.6, 55 mm, ISO 400





**MICRO**

*Mirada*

José Vicente Navarro Gascón

La imagen muestra los mapas de distribución de elementos realizados a partir de las líneas espectrales del silicio, plata, oro y mercurio sobre una imagen de contraste composicional obtenida a partir de la señal de electrones retrodispersados. Estos mapas revelan la estructura del dorado sobre plata, ejecutado mediante la técnica del dorado al fuego, en una figura esmaltada que representa a Santiago en un medallón de una cruz procesional del siglo XIV. El esmalte, representado por el silicio, se encuentra muy dañado, perdido y parcialmente oculto por depósitos ambientales, mientras que el soporte subyacente de plata queda al descubierto en las zonas doradas más erosionadas. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio VP-SEM Hitachi S-3400 N acoplado con espectrómetro Bruker Quantax X-Flash SDD



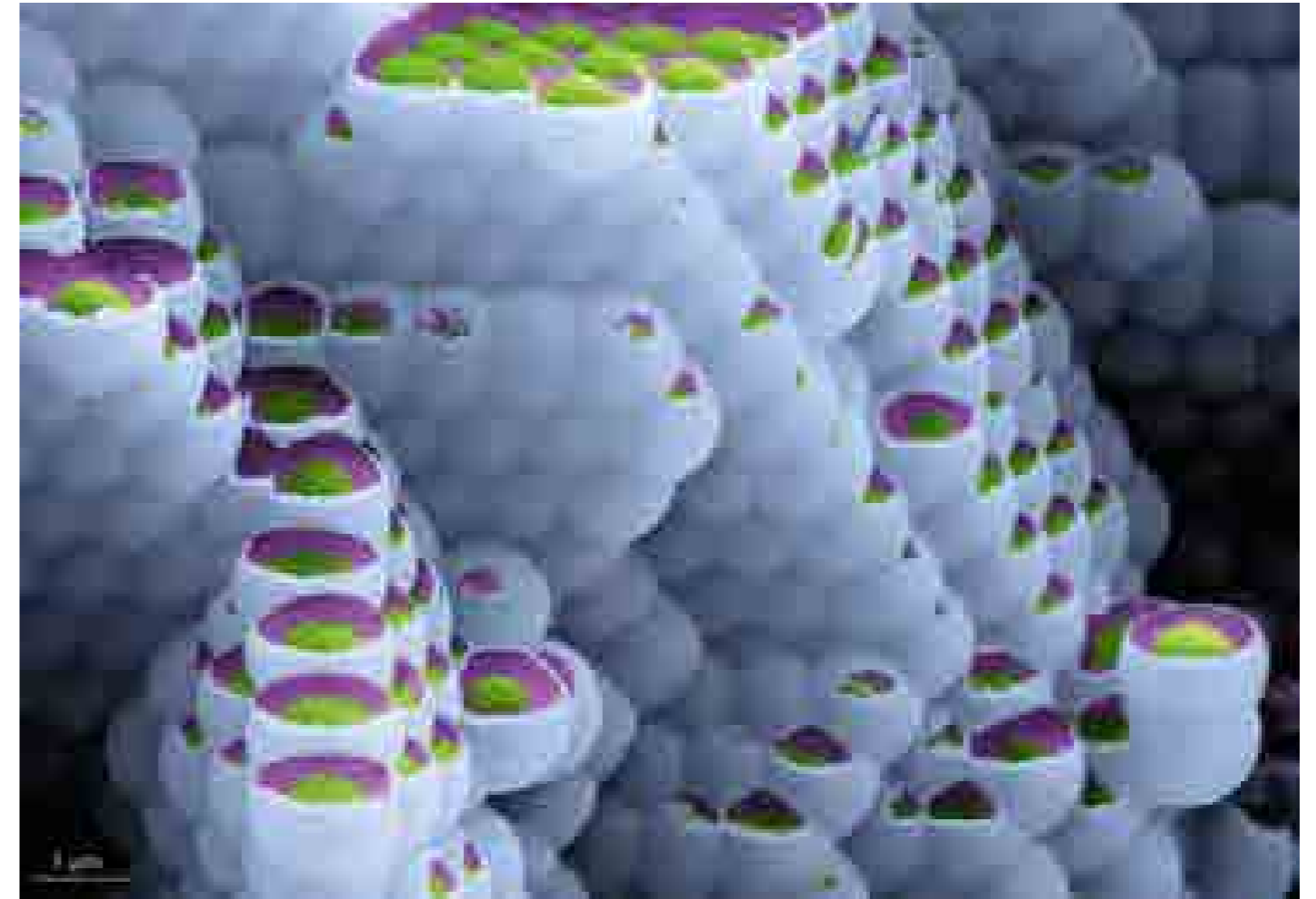
*Ciudad futurista*

Luz Carime Gil Herrera

COAUTORÍA

Carlos Roldán y Nilo Cornejo

Imaginemos una ciudad futurista con edificios autosustentables: cada unidad genera electricidad cuando la luz atraviesa el silicio mientras que en las terrazas se produce la captación de agua. No muy lejos de las apariencias, esta fotografía muestra una arquitectura a nivel submicro, donde esferas de carbono han sido autoensambladas, recubiertas de silicio y luego atacadas para desvelar su interior. Nuestro objetivo es obtener un material fotónico con el que se pueda controlar las propiedades de la luz. Para esto hemos apostado por el uso de materiales carbonosos que, gracias a sus propiedades fisicoquímicas, tienen un menor impacto medioambiental tanto por su proceso de obtención como por su eliminación. En nuestro caso, el material carbonoso se utiliza como un esqueleto para obtener la estructura inversa del silicio después de la remoción del carbón. El orden, al igual que la naturaleza de sus materiales, es un factor fundamental en la elaboración de estos sistemas, por lo que se requiere de un minucioso anclaje entre esferas. La fotografía muestra este maravilloso orden arquitectónico que posibilita la obtención de un cristal fotónico. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido FESEM) (Hitachi S-4700) La muestra se metalizó y la imagen se obtuvo mediante electrones secundarios a 20 kV, distancia de trabajo 8.5 mm. Imagen tomada a 10000 aumentos



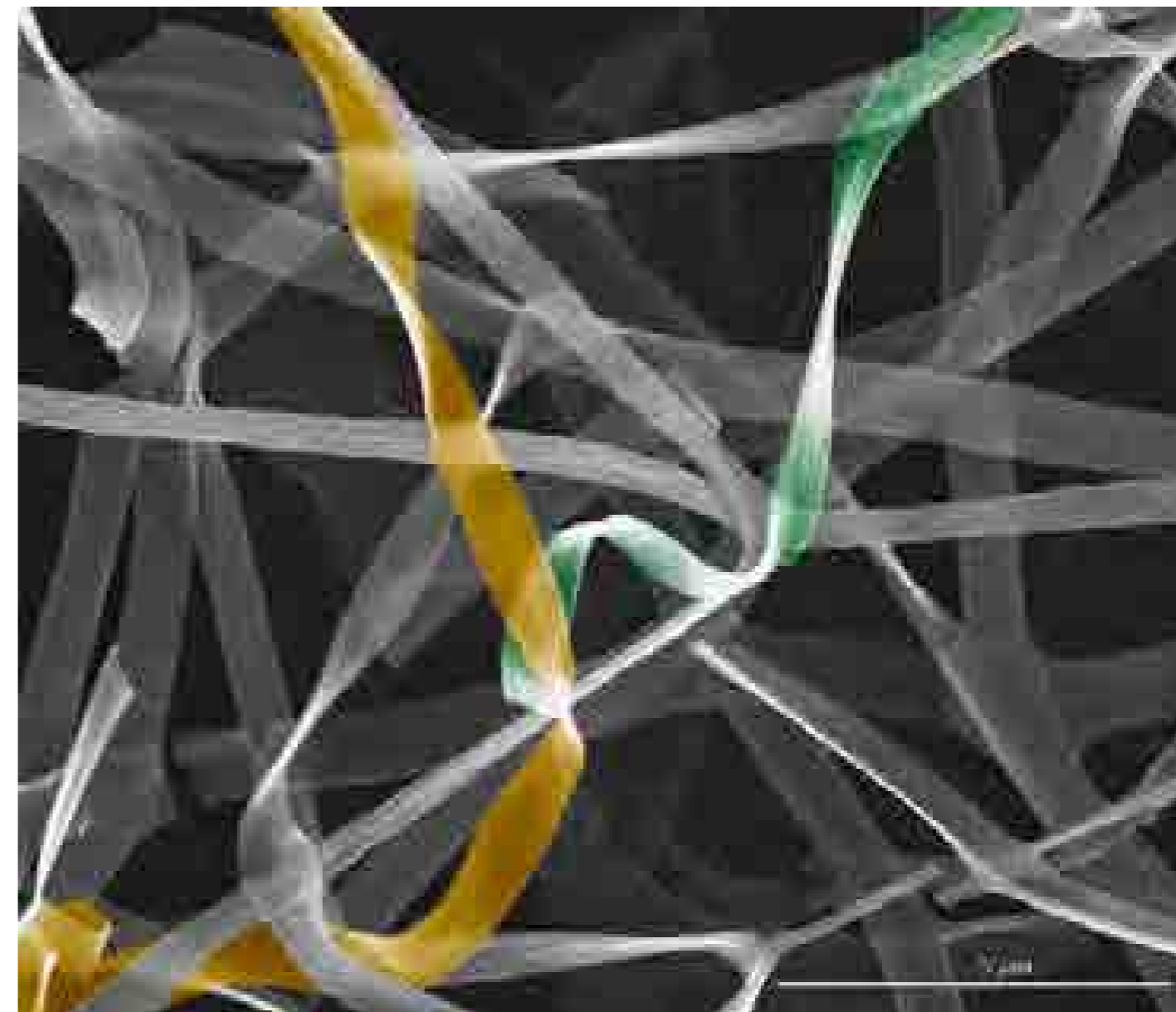
*De narices*

María Carbajo Sánchez

COAUTORÍA

Jose Pedro Santos

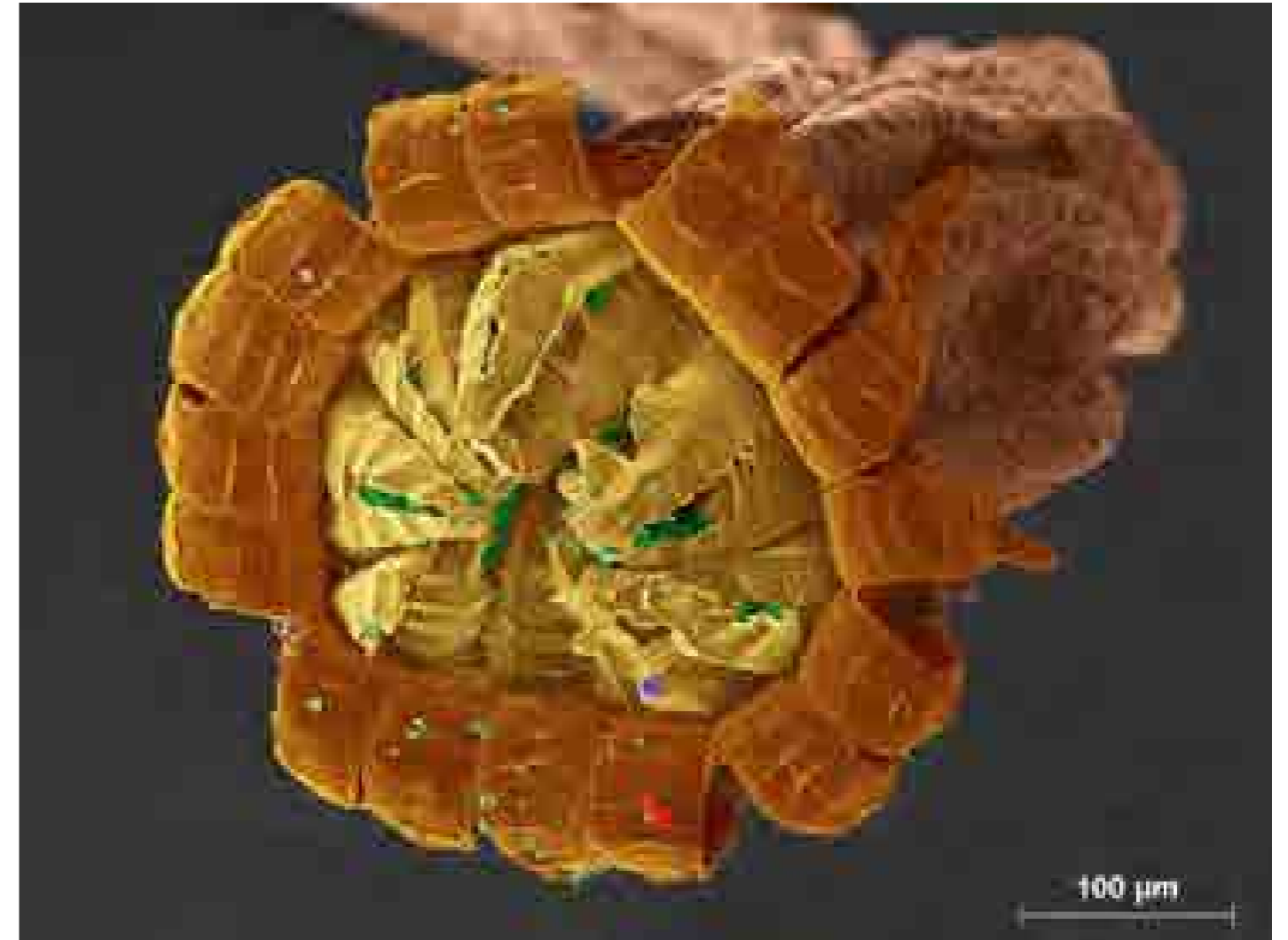
Si alguna vez probáis a taparos la nariz mientras coméis, por ejemplo, un caramelo, será muy difícil que identifiquéis su sabor. Esto es debido a que el sentido del gusto sólo puede identificar hasta seis sabores (dulce, ácido, amargo, salado, umami y el más novedoso: amiláceo). Todo lo demás se percibe por el olfato. Más de un 80% de los sabores están relacionados con el aroma, elemento clave a la hora de crear alimentos exitosos. Los sistemas olfativos artificiales o «narices electrónicas» imitan el sistema olfativo humano a través de técnicas de aprendizaje automático. Funcionan a través de sensores químicos y gases y permiten identificar los compuestos orgánicos volátiles de los alimentos. En esta microfotografía se observa un material utilizado en este tipo de sensores: nanofibras de óxido de estaño depositadas sobre sustrato de silicio. Son muchas las aplicaciones de esta tecnología en la industria alimentaria: mejorar el sabor de los alimentos, detección de contaminantes, control de los procesos de transformación, estimación de la frescura, evaluación del tiempo de vida útil..., incluso «olfatear» nuevas formas de crear productos. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido QUANTA 3D FEG de FEI Company. Detector de electrones secundarios



*Salir es lo difícil*

Ricardo Garillete Álvarez

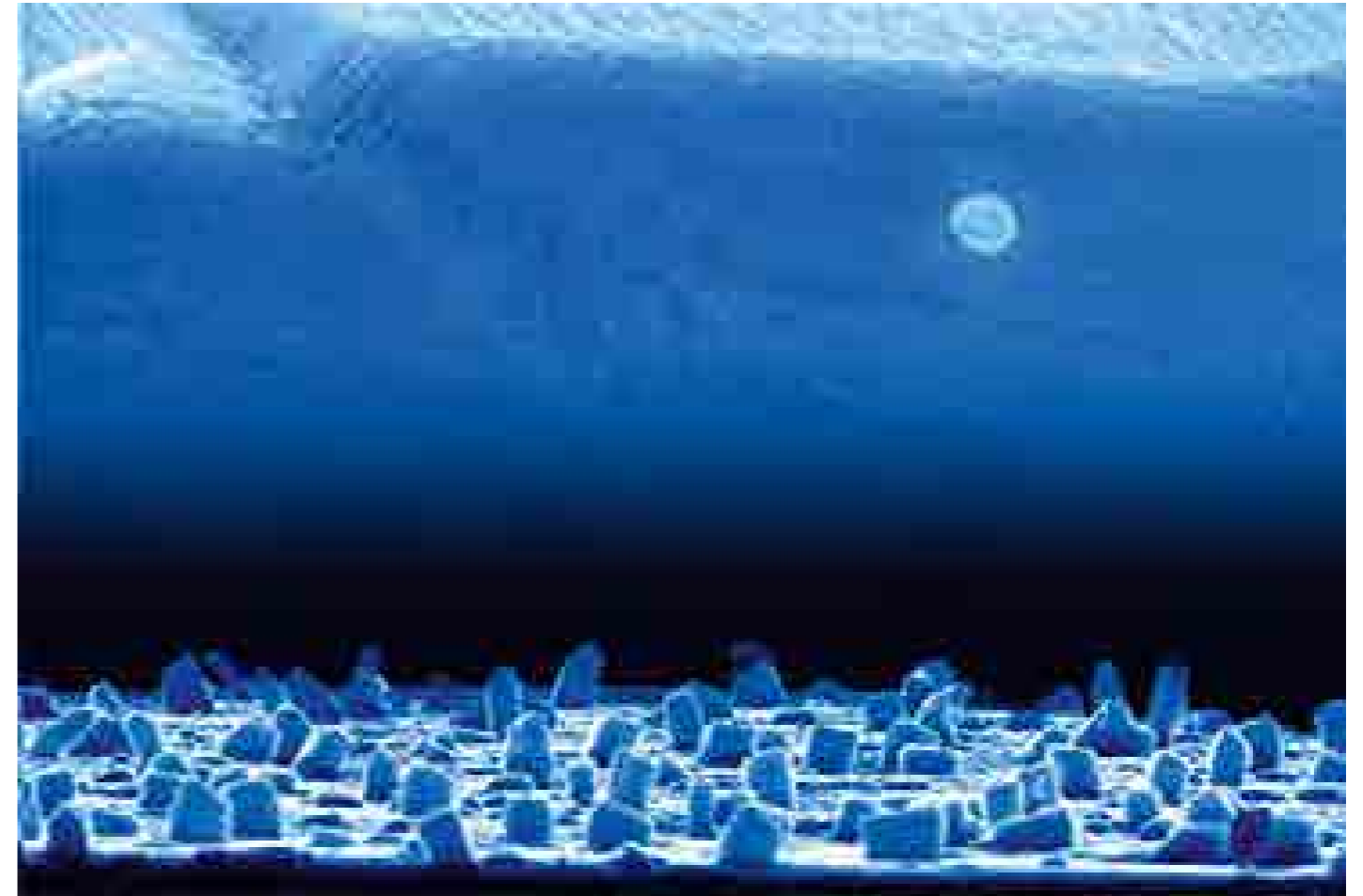
Las esporas son unas de las principales estructuras para la multiplicación y dispersión de los musgos y las únicas relacionadas con la reproducción sexual. Se forman dentro de cápsulas que habitualmente disponen de estructuras que regulan su liberación al exterior, cerrando la boca de la cápsula si las condiciones no son las adecuadas para permitir que las esporas se alejen lo suficiente del progenitor. Este proceso está muy ajustado a las condiciones de humedad ambiental y parece haber sido modulado de manera intensa por la evolución. En esta imagen de un musgo que vive sobre árboles y arbustos del sur de Sudamérica —*Ulota billbuckii*— se puede observar cómo la boca de la cápsula está completamente ocluida por los procesos del endóstoma (literalmente, «dentro de la boca»), de manera que la liberación de esporas se complica. Esta especie posee unas de las esporas más grandes y pesadas de todos los musgos y posiblemente este peso les permita superar la barrera física del endóstoma. Las pequeñas esferas verdes son ornamentaciones de las paredes de las esporas, que son arrancadas por la fricción en el interior de la cápsula y con el endóstoma. EQUIPO FOTOGRAFICO Hitachi S-4100. Microscopio electrónico de barrido con cañón de emisión de campo (FEG) con una resolución máxima de 1.5nm a 30kV, detector BSE AUTRATA y sistema de captación digital de imágenes QUANTAX 200



*Noche de cristal*

Roberto Fabián Luccas

Un microscopio de barrido de electrones nos dibuja la superficie de un cristal de  $\text{LaSb}_2$  dopado con Ce después de su crecimiento. La superficie, que a simple vista parece perfecta por su brillo especular, se nos revela llena de imperfecciones. Éstas nos hablan del material y sus propiedades: planos extendiéndose hasta un infinito micrométrico con estructuras cristalinas que muestran ejes perpendiculares a la superficie estudiada; en ella, nuevas partículas de material se unieron a otras ya nucleadas copiando su orientación dando lugar a cristales cada vez más grandes. Otras simplemente dieron comienzo a ese camino de nucleación invocado tal vez por la presencia de alguna anomalía en esa vasta superficie. Entre todas reproducen una imagen imponente, como zombis saliendo de sus tumbas, como edificios dibujando la silueta de una ciudad en penumbra. Es la imagen de una ciudad enorme de tan solo 7 micras de ancho crecida de manera epitaxial a la superficie bajo estudio. La luna, al fondo, es un defecto más en la simetría del material. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio de barrido de electrones SEM



*Policromaticidad singular*

Anna Vila Ruaix

COAUTORÍA

Pere Vila Perdiguero

Geometrías peculiares, colores vivos y abstracción serían los tres adjetivos que mejor definirían esta imagen. Aunque sea difícil de creer, la composición y disposición de cada uno de los motivos son aleatorias, dejando que la química determine las normas. Más científicamente, esta foto fue tomada después de aplicar un tratamiento de plasma (con  $O_2$ ) sobre una membrana sintética de polietersulfono (PES) y su posterior incubación en una solución del 0,1 V% de diisocianato de tolueno (TDI) con la adhesión de colágeno IV. Lo maravilloso del proceso son las distintas formas adoptadas por la cristalización del TDI sobre la membrana, dando lugar a microcristales redondeados y a estructuras tan características como la cruz de arriba a la izquierda. En azul, puede apreciarse la matriz porosa del polímero, completamente intacta después de la disposición cristalina. Aunque estos cristales interfieren en las propiedades de absorción de la membrana de PES, el resultado es artísticamente sorprendente. EQUIPO FOTOGRÁFICO Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM), (Zeiss ULTRA Plus). Se hizo un *coating* delgado de oro antes de inspeccionar la muestra. La imagen fue tomada mediante electrones secundarios a 10.0 KV y a una distancia de trabajo de 10 mm



*Diderma miniatum*

Carlos de Mier Ruiz

Los myxomycetes u hongos mucilaginosos plasmodiales, también conocidos como mycetozoa, son un grupo de protozoos ameboides que se reproducen por esporas, por lo que han sido considerados durante muchos años como un grupo especial de hongos. Son organismos microscópicos no patógenos que contribuyen a descomponer los restos vegetales. Se conocen cerca de 1000 especies distribuidas por todo el mundo. Son frecuentes tras los periodos de lluvias en bosques templados o tropicales, pero se pueden encontrar en cualquier ecosistema terrestre, incluso en los ambientes más extremos como los desiertos o la alta montaña, a 5000 m. La imagen corresponde a *Diderma miniatum*, perteneciente al orden *Physarales* y fue recolectada en Perú, concretamente en Cuzco, sobre hojas de *Alnus acuminata* a más de 3600 m. Con un tamaño de apenas 1 mm, destaca el color anaranjado o minio que muestra en su pared externa. La fotografía está tomada con un estereomicroscopio a un aumento de 48x, y ha sido realizada mediante la técnica del *stacking* o apilado de imágenes con zonas enfocadas. EQUIPO FOTOGRAFICO Estereomicroscopio Nikon Az100, Objetivo Nikon Plan Apo 4x, Cámara Leica DFC550





*Campo de espigas*

María Jesús Redrejo Rodríguez

COAUTORÍA

Eberhardt Josué Friedrich Kernahan

En esta imagen, obtenida con luz polarizada, observamos la cristalización de unos microlitros de residuos de catálisis de biomasa disueltos en una mezcla de agua con un disolvente verde denominado gamma valerolactona (GVL). La muestra fue depositada sobre un reflector de rayos X para ser analizada mediante la técnica de fluorescencia de rayos X por reflexión total (TXRF). La TXRF es una técnica espectroscópica microanalítica capaz de analizar cualitativa y/o cuantitativamente cantidades de muestra muy pequeñas. La GVL es un compuesto biodegradable que se puede obtener a partir de la lignocelulosa. Sus propiedades físicas y químicas favorecen altos rendimientos de conversión de la celulosa a glicoles, convirtiéndola en un excelente disolvente. Una vez que se seca la muestra sobre el reflector, los cristales que se forman nos transportan a un campo de espigas sacudidas por el viento otoñal. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio estereoscópico Nikon SMZ800



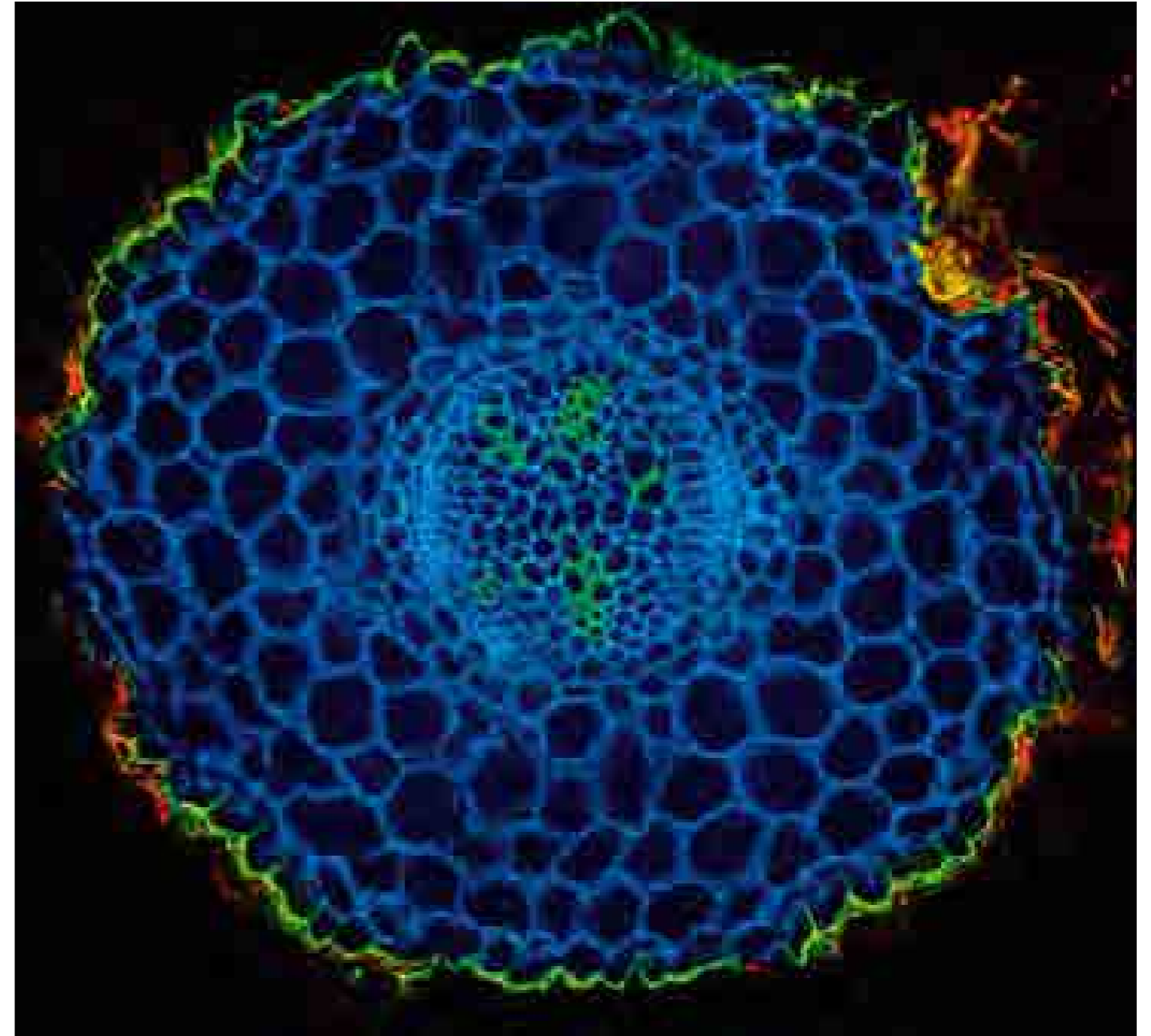
*La belleza bajo tierra*

Javier Veloso Freire

COAUTORÍA

Jose Diaz Varela

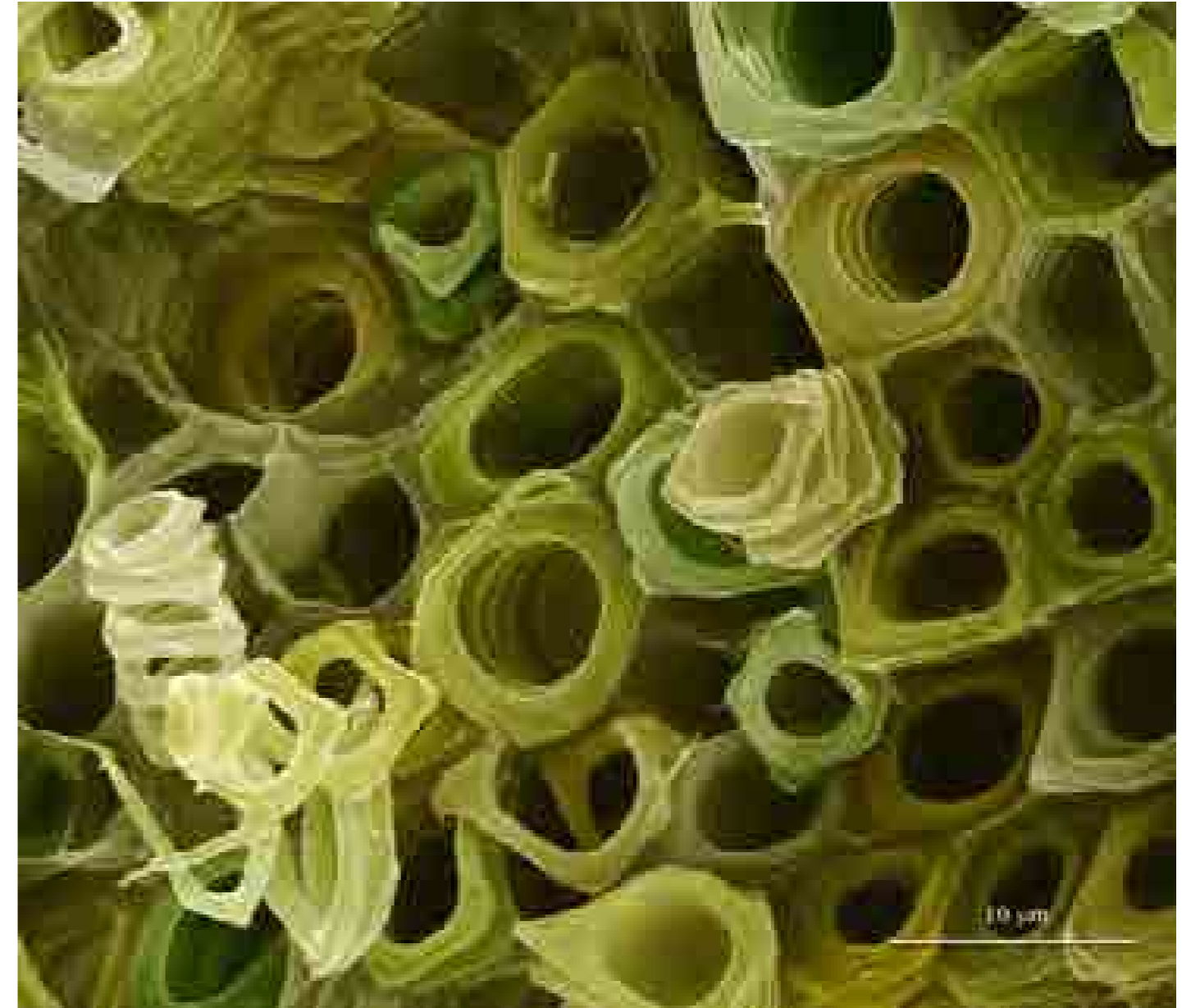
La imagen muestra un corte transversal de una raíz. La planta ha sido inoculada con una cepa beneficiosa de *Fusarium*. Esta cepa es usada como agente de biocontrol de enfermedades en diferentes plantas de cultivo. La imagen fue tomada por microscopía confocal y en ella se muestra la zona interior de la raíz en color azul y la zona externa, epidermis, en color verde. Los haces vasculares del centro de la imagen, en concreto el xylema, se muestran también en verde. El agente de biocontrol se muestra en rojo en las capas externas de la raíz. Este agente coloniza solo las capas externas y permanece allí impidiendo la entrada de patógenos radiculares en la raíz, protegiendo a la planta de enfermedades. El uso de estos agentes de biocontrol permite luchar contra las enfermedades de los cultivos vegetales eliminando o reduciendo la necesidad de pesticidas químicos. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio confocal Nikon A1



*Verde oliva*

María Carbajo Sánchez

Uno de los sectores agrícolas más importantes en España es el del olivo. Más de 300 millones de olivos se reparten por 34 provincias ocupando una superficie mayor de 2,5 millones de hectáreas. En cada zona de la península se cultivan distintos tipos de olivos, en total más de 260 variedades. A pesar de tanta diversidad, todo el sector olivarero tiene un objetivo común: obtener un producto de calidad respetando los recursos naturales y minimizando en lo posible los costes. Son múltiples y muy diversas las investigaciones que se están llevando a cabo en nuestro país orientadas a lograr el desarrollo sostenible de este sector. Así, hay estudios relacionados con «el riego deficitario controlado», práctica que consiste en someter a la planta a periodos de estrés hídrico de forma controlada y que permite utilizar de forma eficiente el agua de riego. Otros estudios se centran en la monitorización del olivar mediante nanotecnología. Otros van orientados a mejorar la mecanización del sistema de recolección. Fruto de uno de estos estudios es esta imagen que corresponde a la zona vascular (vasos xilemáticos) de una aceituna (variedad picual) en la zona de separación con el pedúnculo. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido QUANTA 3D FEG de FEI Company. Detector de electrones secundarios



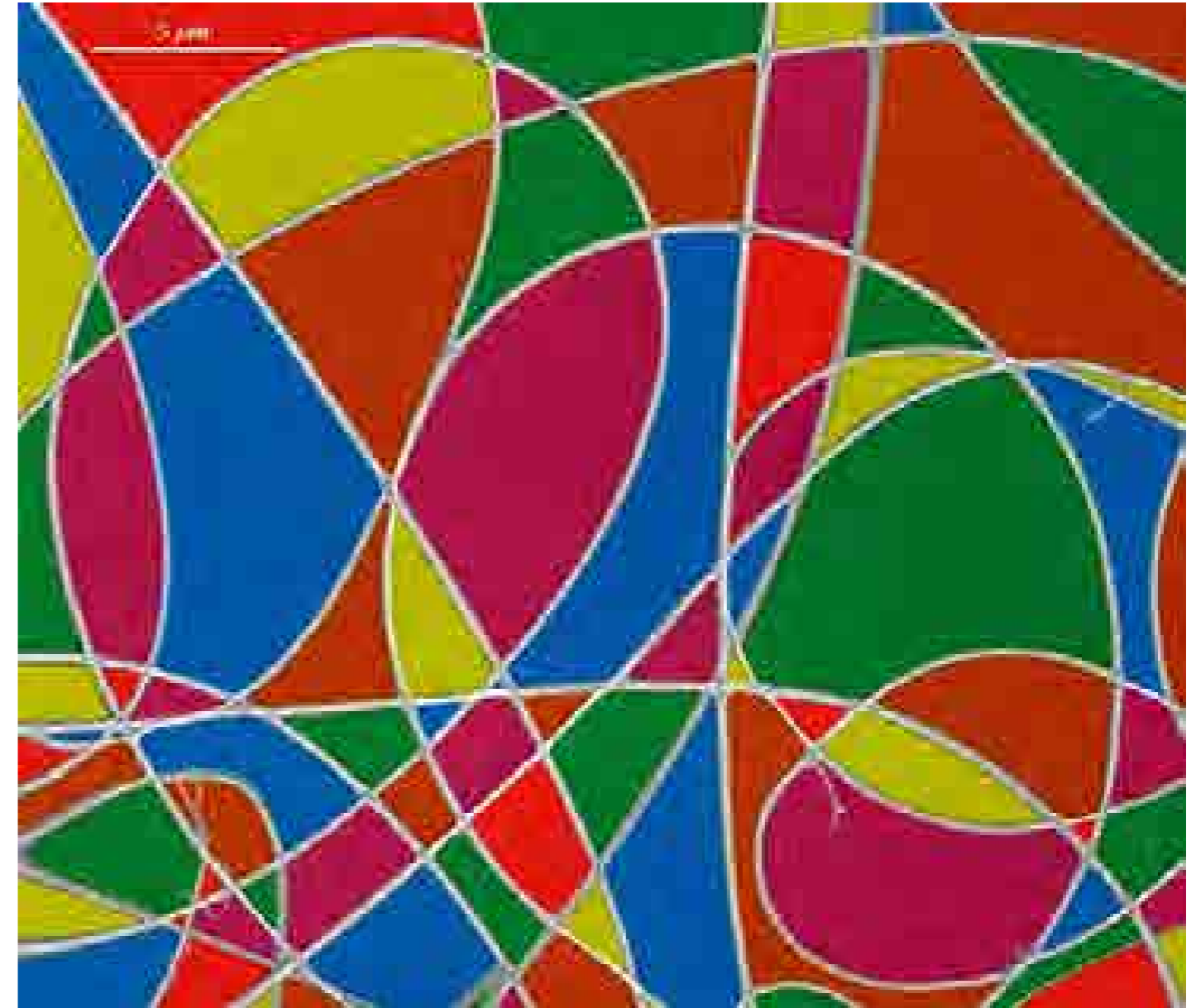
*Garabatos*

María Carbajo Sánchez

COAUTORÍA

Jesús Lozano Rogado

«*A drawing is taking a line for a walk*». Esta famosa cita del pintor Paul Klee describe dibujar como sacar una línea a pasear. Según esta idea, esta imagen podría ser el resultado de una tarde infantil de dibujo en la que a partir de un punto, un lápiz ha sido guiado por la imaginación de un niño dejando trazos sobre el papel. Podría ser, pero no lo es. Estos trazos tan aparentemente sencillos se han obtenido mediante una técnica tan compleja como el *electrospinning*, que permite «dibujar» fibras a escala nanométrica, utilizando para tal fin la iteración de cargas eléctricas. Esta microfotografía tomada con un microscopio electrónico de barrido a 10 000 aumentos muestra nanofibras de óxido de estaño depositadas sobre un sustrato de silicio. Este sistema se utiliza como sensor de gases en sistemas olfativos artificiales para identificar o cuantificar aromas y compuestos orgánicos volátiles con diferentes aplicaciones. Las narices electrónicas son una realidad industrial, objeto de múltiples investigaciones en cuanto a los nuevos materiales y tecnología de sensores, procesamiento de datos e interpretación de resultados. Como veis, dista mucho de un garabato de un niño. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido QUANTA 3D FEG de FEI Company. Detector de electrones secundarios



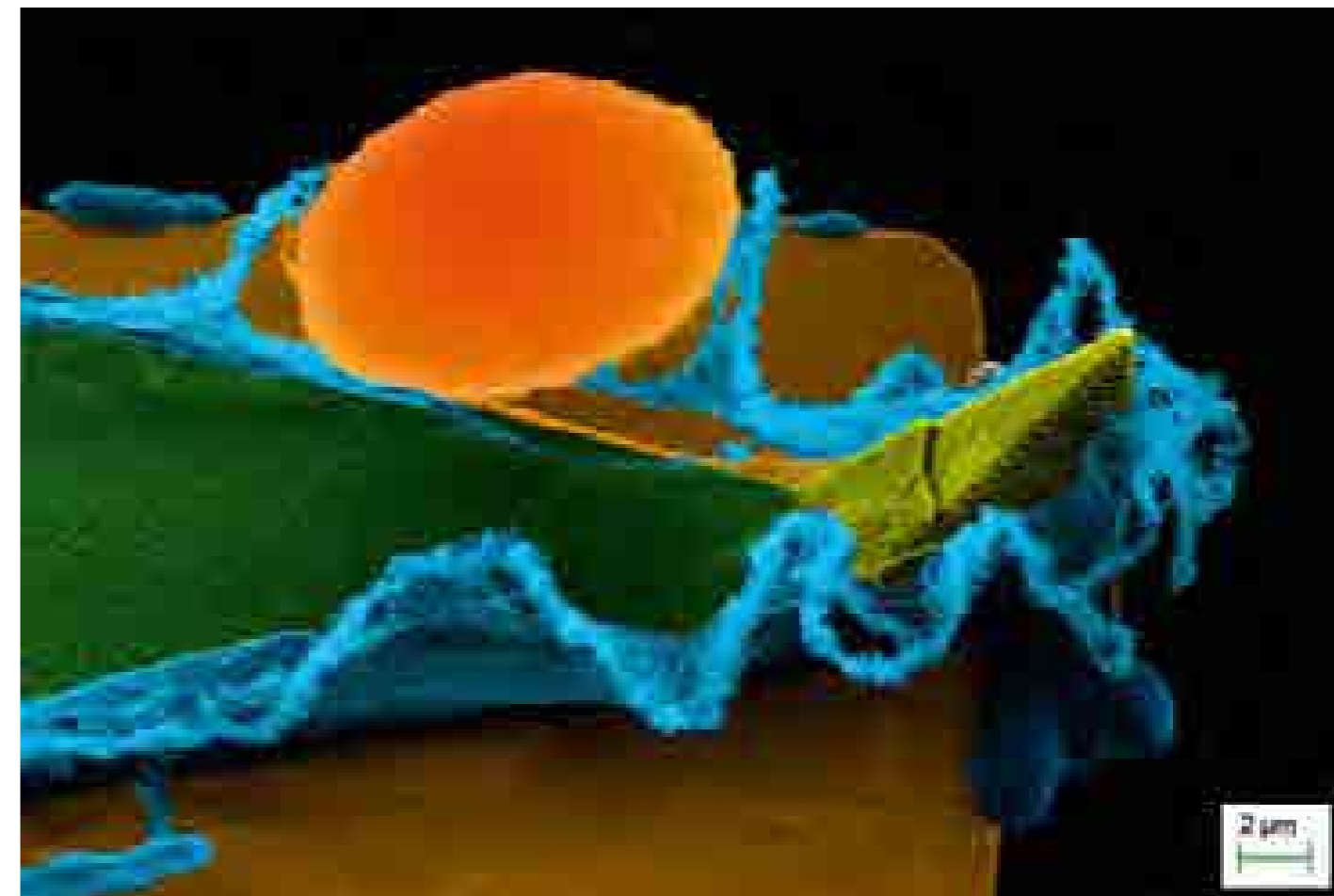
*Micro-expansión de la agricultura  
por el Antiguo Egipto*

Jordi Llobet Sixto

COAUTORÍA

Sandra Maya Martínez

Imagen de una punta micromecanizada de silicio (para su utilización en microscopía de fuerzas atómicas, AFM) junto con una partícula de 10 micrómetros de diámetro y una tela residual fruto del proceso de fabricación. La microscopía de fuerzas atómicas es una herramienta de gran importancia muy utilizada en investigación para realizar mapas topográficos e interactuar con la materia a escala nanométrica. La información se produce por la interacción y detección de fuerzas moleculares y atómicas que actúan entre la punta y la muestra. La imagen nos transporta a la expansión de la agricultura durante el Antiguo Egipto. La partícula representaría el Sol, la tela o capa residual el agua del Nilo, la punta de AFM se asemeja a una pirámide y la textura de la micropalanca de soporte representaría una plantación. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido Auriga, Carl Zeiss a 8000 aumentos



*Árbol de proteínas*

Lorena González

A veces las predispuestas proteínas se revelan. Sus investigadores fomentan desde el origen de cada una que lo mejor para su futuro es ser puras, tener una buena concentración, ser ordenadas, poseer una excelente compactibilidad y una gran capacidad para poder encontrar las soluciones adecuadas. Todo esto con el fin de formar auténticos cristales que lleguen a ser difractados y, así, ser útiles para la comunidad científica. Sin embargo, éstas han decidido ser artistas. Desde su propia anarquía buscan honrar a la naturaleza pintando un árbol. Al fin y al cabo no se pueden olvidar de sus raíces. EQUIPO FOTOGRÁFICO Estereomicroscopio Leica



*Nanosetas metálicas*

Ariadna Fernández Estévez

Esta imagen es un reflejo de la analogía que existe entre el mundo macro y el mundo micro, que nos puede ofrecer estructuras semejantes a escalas completamente diferentes. Este campo de nanosetas metálicas a nanoescala ha sido creado a través de un proceso combinado de litografía y electrodeposición. Las setas presentan una perfecta alineación, así como una distribución morfológica uniforme. Esto se debe a la gran precisión de los procesos litográficos en la nanoescala. Este tipo de estructuras son muy codiciadas en diferentes aplicaciones, así como la generación de campos plasmónicos o superficies oleofóbicas. EQUIPO FOTOGRÁFICO FEI



*Ejercita tu corazón de grafeno*

Gemma Rius Suñé

COAUTORÍA

Elisabet Prats

Esta forma de corazón está formada por una monocapa de grafeno crecido epitaxialmente sobre carburo de silicio (SiC). Un crecimiento se considera de tipo epitaxial cuando se produce sobre un sustrato cristalino y el material cristalino depositado tiene un estructura definida por el patrón ordenado del sustrato a nivel atómico. El motivo en forma de corazón es el resultado de aplicar un proceso electroquímico particular, concretamente, debido a la formación de burbujas en la interfaz grafeno-SiC. Sólo gracias a la flexibilidad y dureza del grafeno (dos de sus propiedades extremas), este ha resistido el proceso de expansión por la formación de una burbuja sin romperse. EQUIPO FOTOGRÁFICO FE-SEM de Zeiss, Magnificación 50.000X





*Cueva de cristal*

Eberhardt Josué Friedrich Kernahan

Las propiedades optoelectrónicas de los materiales semiconductores dependen fundamentalmente de su composición química, estructura atómica y cristalina. Durante el estudio de homogeneidad composicional de un cristal de un material semiconductor (CIGS), basado en Cu, In, Ga y Se, encontramos en su superficie una estructura semejante a una cueva. Para la síntesis del CIGS se adiciona un exceso de selenio para evitar que el compuesto sea deficitario en este elemento debido a su alta presión de vapor. El exceso de selenio que no se incorpora en la red cristalina se solidifica formando las esferas amarillas que se pueden observar en la imagen. Este material, utilizado en la industria fotovoltaica de lámina delgada, actúa como capa activa que absorbe la energía solar y la transforma en energía eléctrica mediante células fotovoltaicas. La disposición de las estructuras de la imagen nos recuerda a las estructuras cristalinas azuladas de las cuevas de hielo de Vatnajökull en Islandia. Su color azulado es el resultado de la absorción del borde rojo de la luz visible por el agua. Como consecuencia vemos colores complementarios al rojo. EQUIPO FOTOGRAFICO Microscopio electrónico de barrido Hitachi S-3000N, 470 aumentos, voltaje de aceleración 20kV



*Flor estelar*

M<sup>a</sup> Esther Martín Garrido  
COAUTORÍA  
Raquel Casasola Fernández,  
M<sup>a</sup> Pilar Díaz Díaz  
y Maximina Romero Pérez

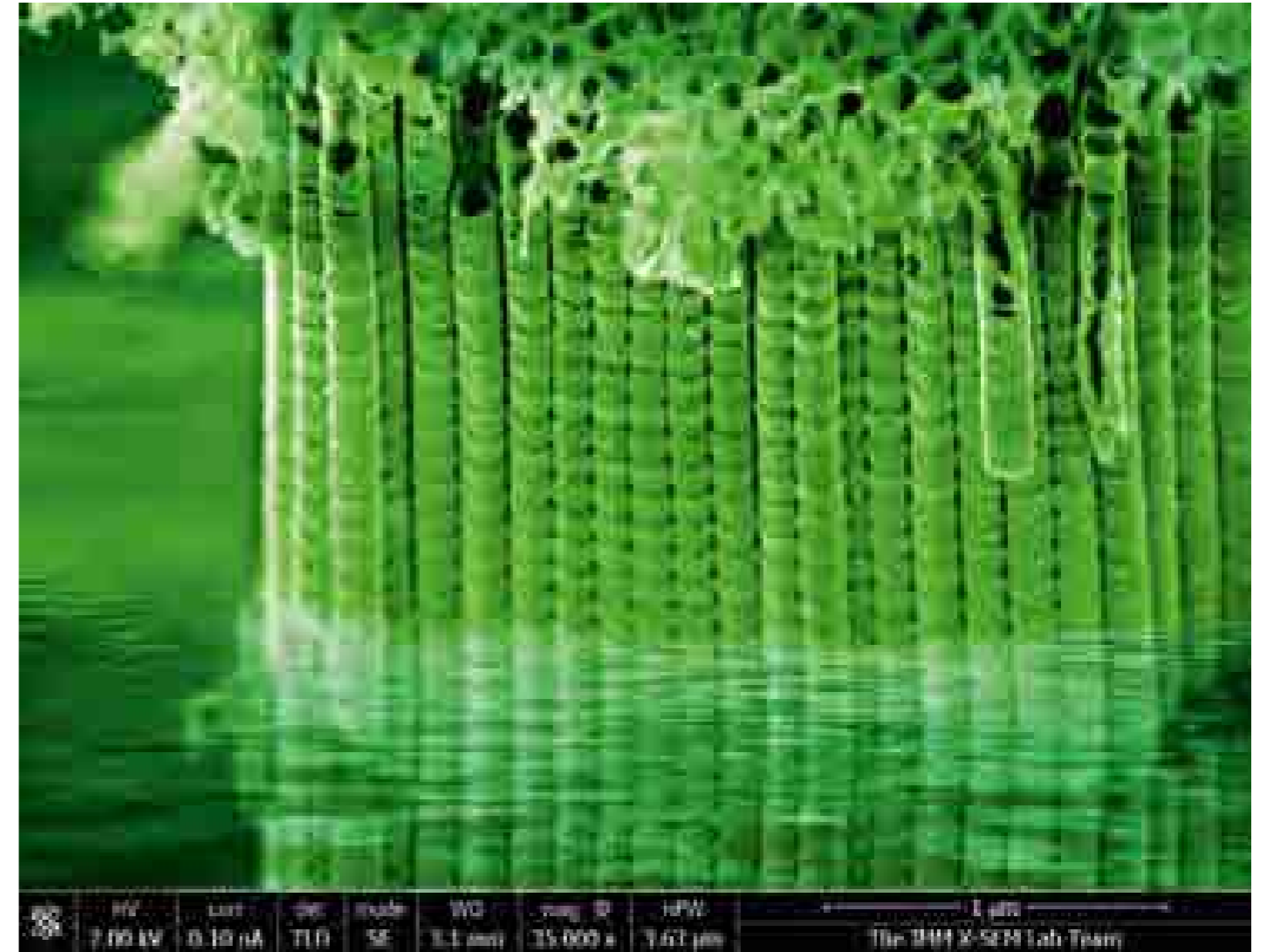
Desde el principio de los tiempos, el ser humano ha observado insistentemente las estrellas ansiando descubrir qué hay más allá. Ese intenso sentimiento de conocer es el que nos invade al mirar estos bellos cristales y nos impulsa a intentar descubrir qué propiedades se esconden tras ellos, que puedan ayudarnos a obtener materiales avanzados. En realidad, se trata de agregados de mica (F-flogopita) precipitados en la superficie de un vidriado cerámico. Los cristales muestran un hábito radial que se caracteriza por su ordenación en círculo desde un mismo punto central, dando lugar en su crecimiento a una estructura cristalina que se asemeja a una flor. La precipitación de este tipo de cristales en la superficie de un vidriado da lugar a un aumento de sus propiedades mecánicas, tales como resistencia a la fractura y al desgaste. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio de barrido HITACHI S-4800P (x450, WD=13 mm, V=20kV)



*Nanobambú*

Marisol Martín-González  
COAUTORÍA  
Ruy Sanz, Jaime A. Pérez

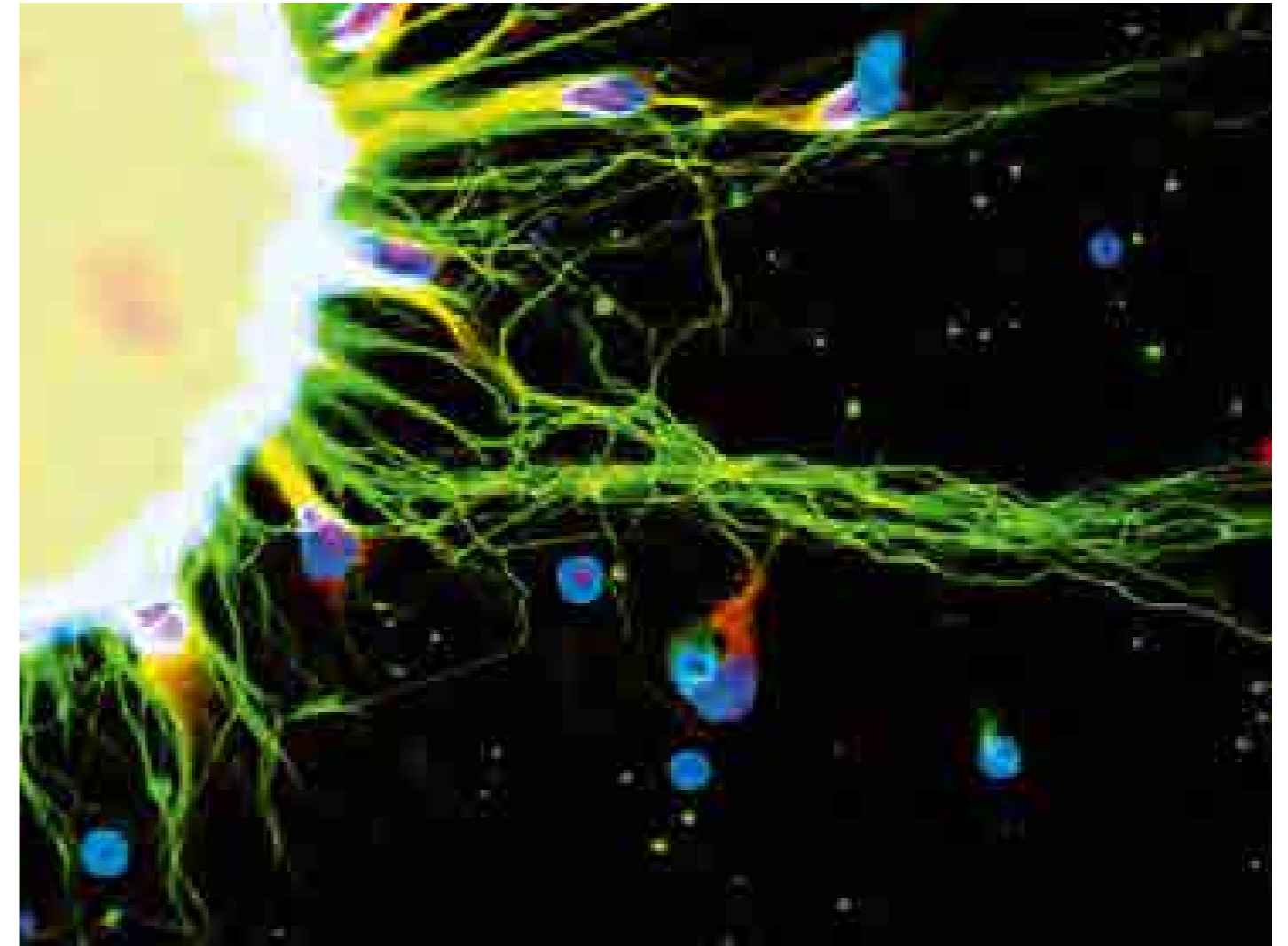
Estos nanobambús de nanotubos de óxido de titanio han crecido mediante anodización pulsada de láminas de titanio. Se emplean como semiconductor tipo n (en el que los portadores de carga son electrones) en el desarrollo de una nueva tecnología para células solares flexibles basadas en perovskitas. Las hojas de este bambú corresponden con las primeras etapas de anodización donde el óxido de titanio crece desordenado. Cuando el proceso de anodización continúa, los nanotubos se autoorganizan generando una zona donde quedan perfectamente ordenados. En este caso, las protuberancias que muestran los nanotubos son debidas al perfil de corriente aplicado durante la anodización. EQUIPO FOTOGRAFICO Microscopio electrónico de barrido FEI Verios 460



*Cosmoneurología: erupciones solares*

Jorge Fernández Dolón

A simple vista, la imagen nos invita a pensar que estamos observando el Sol y su corona solar, el cual, al tratarse de un plasma, no está estático produciendo lo que se conoce como viento solar. Sin embargo, este particular sol es en realidad un conjunto de neuronas de corteza de cerebro de ratón que han sido sembradas y que han crecido en grupo. En la imagen observamos cómo los cuerpos neuronales, cuyas extensiones celulares están marcadas en verde, se encuentran muy próximos unos a otros formando una masa densa que emite proyecciones hacia la parte más externa de la acumulación neuronal. La fotografía muestra un marcaje inmunocitoquímico para proteínas del citoesqueleto de las extensiones neuronales (Tuj1 en verde), de polaridad celular (CRB2 en rojo) y del núcleo neuronal (DAPI en azul). EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio de epifluorescencia Leica DMLS modelo Olympus Provis AX70, acoplado a una cámara digital DP Olympus



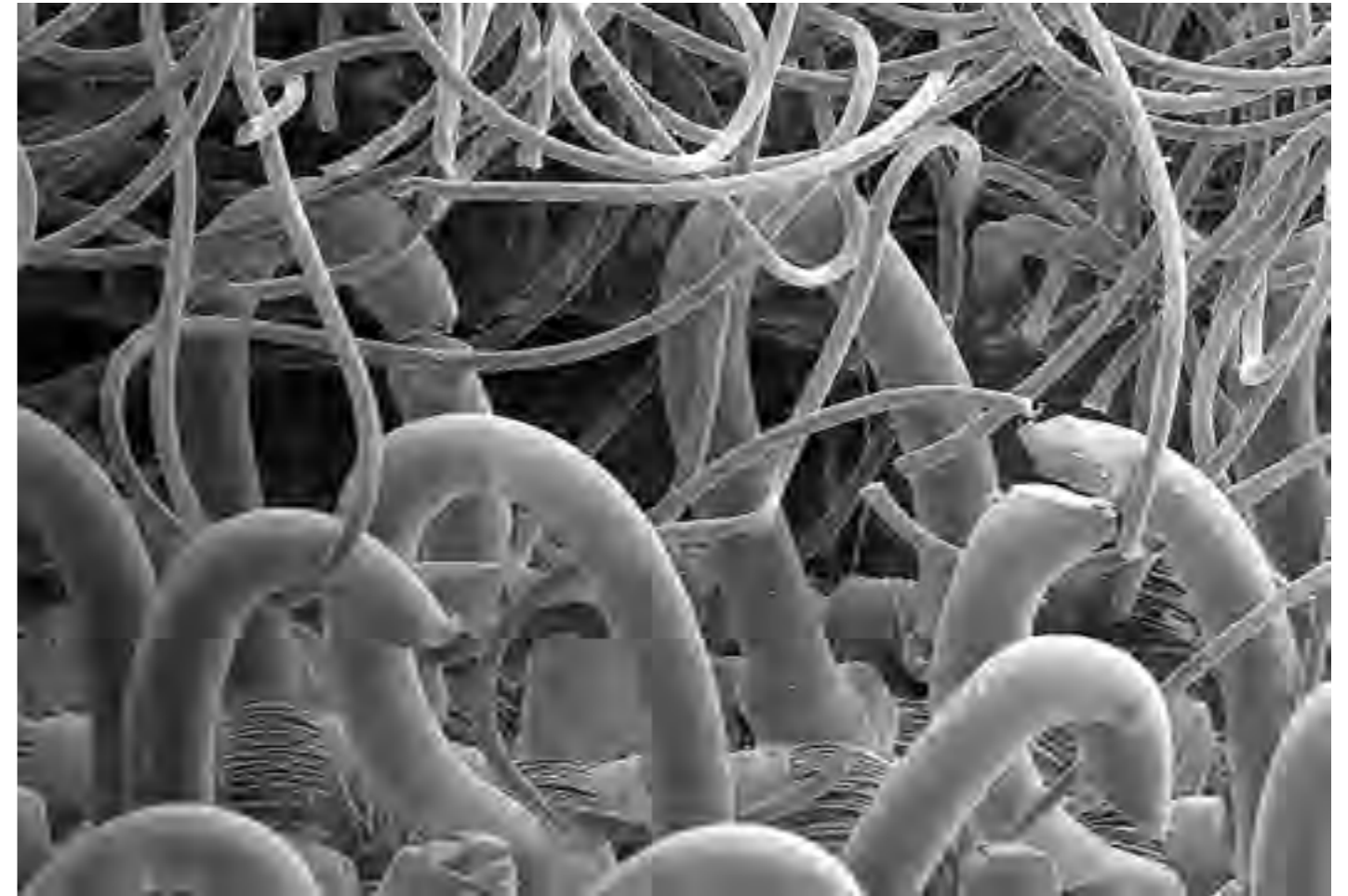
*Atrapados*

Belén Sanz Sanz

COAUTORÍA

Álvaro González Gómez

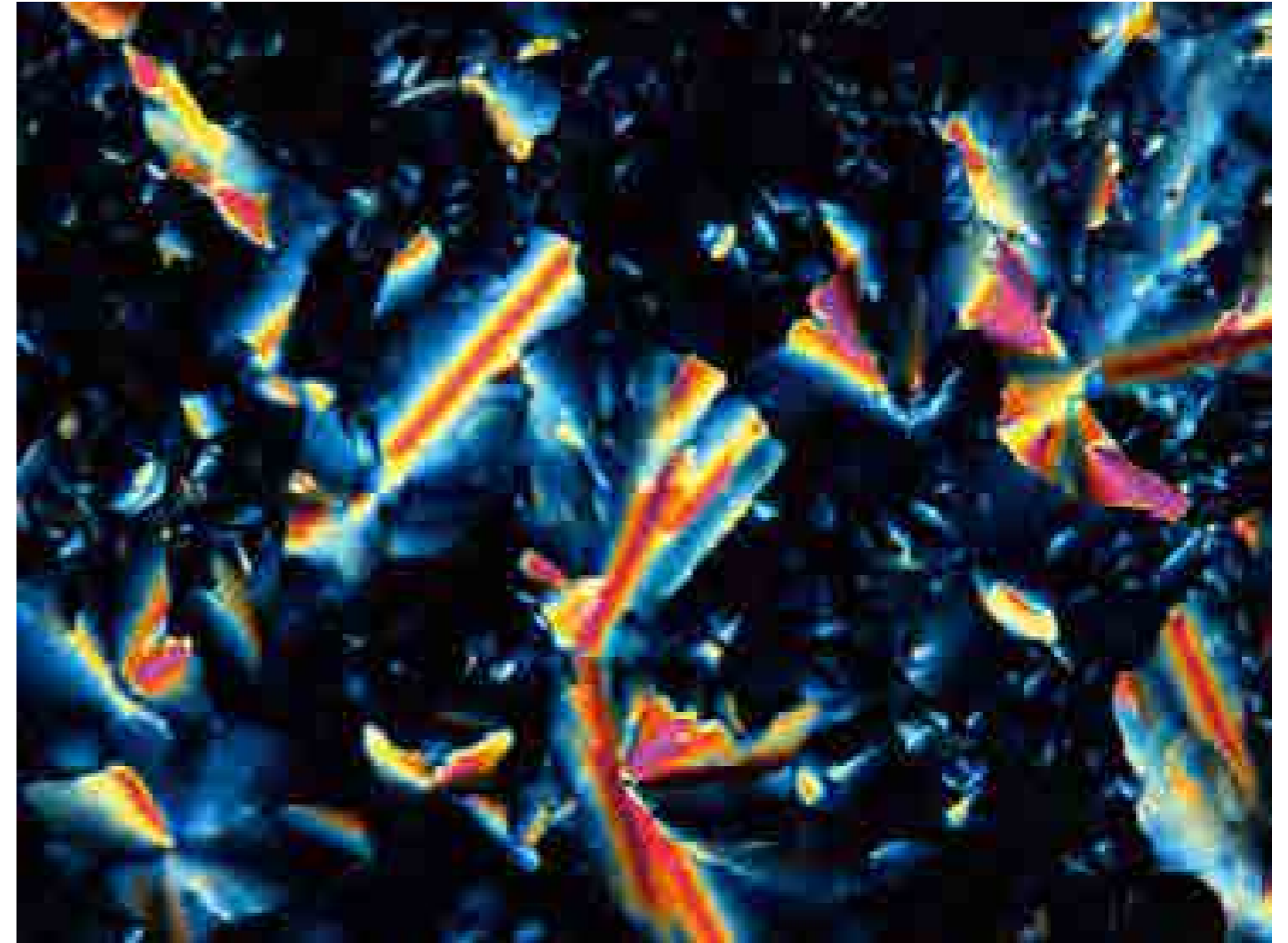
Un día un ingeniero suizo llamado Georges de Mestral iba paseando a su perro por el campo, cuando se dio cuenta de lo complicado que era quitarse del pantalón y de su mascota los cardos que se le pegaban por el camino. Georges observó la planta y descubrió que cada una de sus espinas tenía al final forma de gancho. Esta planta le sirvió de inspiración al ingeniero para crear el material que hoy en día conocemos como velcro. El mecanismo en el que se basa es muy sencillo: una de las superficies está formada por una maraña de fibras y la otra superficie está formada por pequeños ganchos. Estos ganchos son los encargados de atrapar las fibras. En la imagen obtenida por un microscopio electrónico de barrido podemos observar con gran detalle estas dos superficies fibrosas en las que se basa este gran invento del siglo XX. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido Philips (Modelo XL30)



*Universos paralelos*

Jose Ulloa Soto

Como sacadas de una película de ciencia ficción en la que se viaja por universos paralelos, mostrando todo tipo de raras y hermosas estructuras en donde se encuentra la frontera de lo indescifrable e indefinible, así son las imágenes que se obtienen al observar un material de cristal líquido en un microscopio con luz polarizada. Éstas pueden variar de acuerdo a la estructura u organización de las moléculas, con lo cual variará también la textura observada dando lugar a un gran número de posibilidades como también de microuniversos paralelos. En esta microfotografía se muestra una textura característica de una fase cristal líquido de tipo columnar. EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio óptico Olympus BX41 equipado con polarizadores Olympus U-TV0.5XC-3 y cámara digital RTV QIMAGING, aumento de 20x



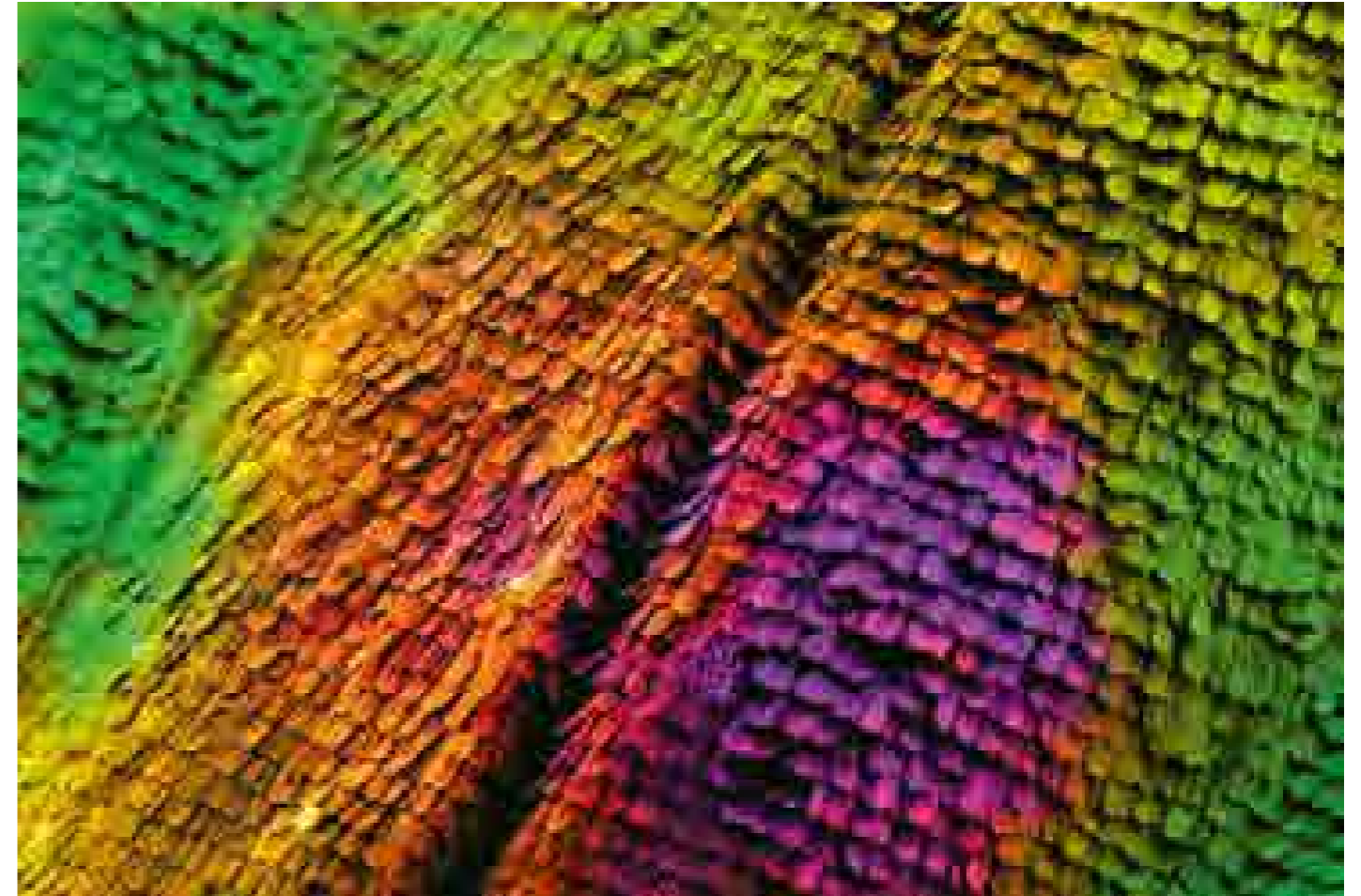
*Ala de mariposa*

Manuel Gómez García

COAUTORÍA

Massimo Lazzari

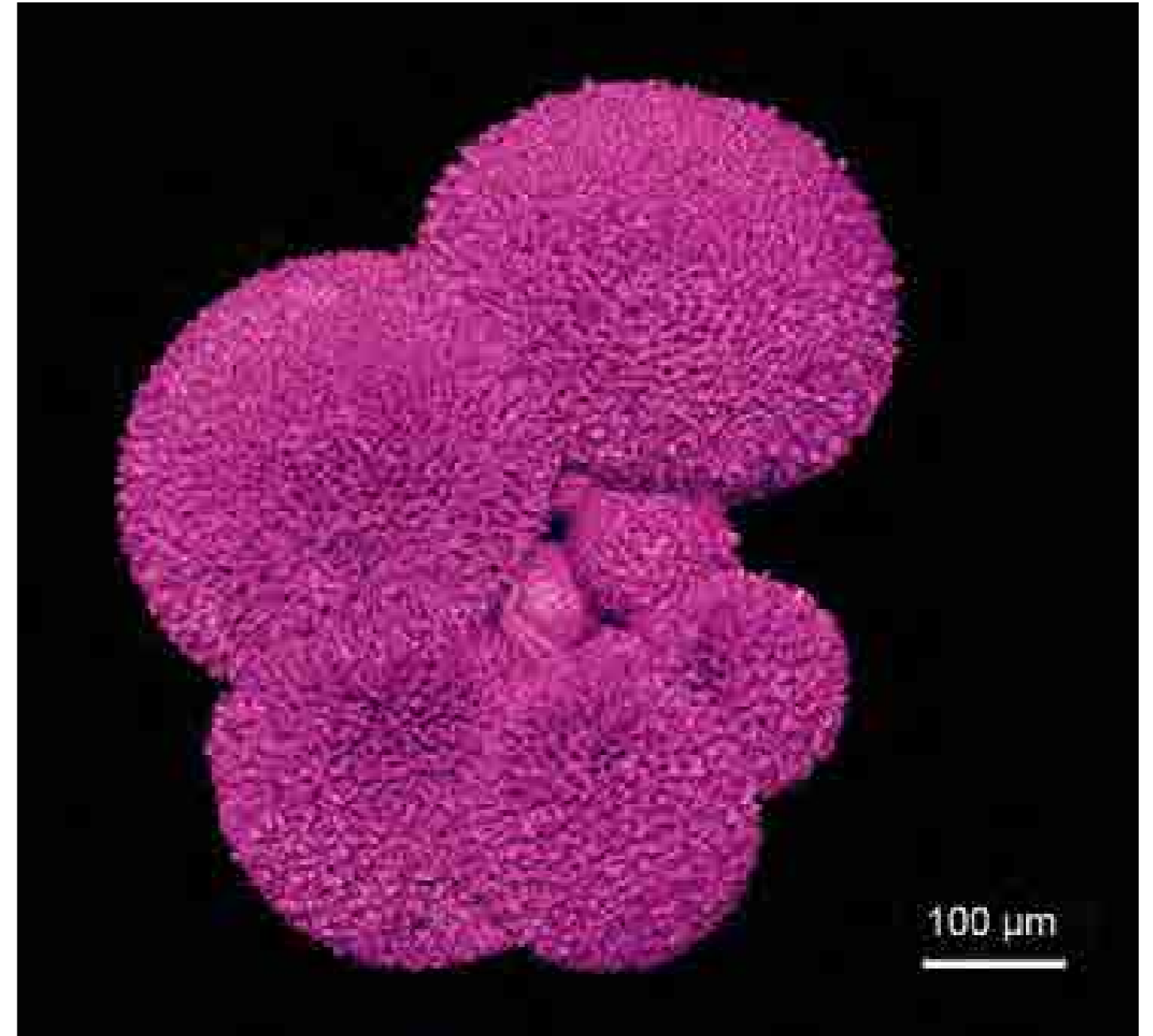
La naturaleza es nuestra maestra, nos enseña cómo el tiempo y la evolución han sabido conjugar la materia con la luz para dar colores maravillosos como los que podemos ver en las escamas del ala de una mariposa. Cada una de estas delicadas escamas tiene una estructura nanoscópica que actúa como una red de difracción y separa los colores de la luz blanca. Los colores que vemos no son debidos a pigmentos, a moléculas o materiales con color, se deben a la estructuración de los materiales y por ello se llaman colores estructurales. En un microscopio electrónico de barrido como en el que se utilizó para tomar la imagen no hay luz y por tanto la imagen se ve en grises, pero podemos recuperarlos en todo su esplendor gracias al programa de edición de imagen. Las mariposas, como las abejas, los abejorros y multitud de otros insectos, contribuyen de forma esencial a la polinización, de modo que nuestra agricultura y alimentación depende de ellos. La contaminación y el uso de pesticidas nos afecta a todos, pero a estos pequeños seres vivos les afecta más, pues son muy sensibles y dañarlos a ellos supone dañar nuestro futuro. Sus colores y elegancia han sido y son fuente de inspiración para cuentos, decoración y ciencia. EQUIPO FOTOGRÁFICO FE-SEM Zeiss Ultra Plus



*Globigerinella siphonifera se adapta a las nuevas tecnologías*

Alicia Giner Baixauli

¿Alguna vez has pensado de qué está hecha la arena? Aparte de granitos de roca disgregada, en muchas ocasiones también encontramos microfósiles. En la imagen podemos observar la reconstrucción 3D del caparazón de una especie de foraminífero planctónico llamada *Globigerinella siphonifera*. Dicho microfósil se escaneó mediante microtomografía computarizada y posteriormente se hizo la reconstrucción con un programa informático. De esta manera podemos enviar a quien queramos el microfósil en formato digital para observar su estructura, cómo son las cámaras por dentro, la densidad de poros que tenga en la superficie, etc. Esto es muy útil cuando queremos comparar microfósiles de distintos mares y océanos de un continente a otro. ¿Por qué son tan importantes estos pequeños caparazones? Según la distribución de especies que encontremos en un determinado lugar, podemos averiguar el paleoclima que había en una época o algún aspecto que nos interese de la paleoceanografía de esa zona. ¡Seguro que a partir de ahora ves la arena con otros ojos! EQUIPO FOTOGRÁFICO Microtomografía computarizada y reconstrucción 3D





*¿Es un alien?*

Eduardo de la Pena Alonso

COAUTORÍA

Bram D'Hondt

Un parasitoide es un insecto cuyas larvas se desarrollan y alimentan en el interior del cuerpo de otro artrópodo. Los afidiinos (*Hymenoptera, Braconidae*) son endoparásitos de pulgones y algunas de estas especies de avispidas se utilizan en el control biológico de insectos. Son una alternativa eficaz y respetuosa con el medioambiente para el control de plagas. Las hembras de las avispidas depositan los huevos en el interior (abdomen) de un pulgón, donde eclosionan y se desarrollan alimentándose en la cavidad abdominal de este insecto. Se comen al pulgón por dentro. A los pulgones parasitados se les denominan momias. Después de un tiempo, cuando las larvas de las avispidas alcanzan el tamaño y la madurez adecuados, recortan con sus partes bucales el exosqueleto del pulgón que lo contiene y salen al exterior. En esta foto se capta ese momento, la salida de la avispidilla del cuerpo del pulgón. Obviamente el pulgón no sobrevive a este proceso. En la foto se aprecia a una avispidilla del género *Aphidius* saliendo de un pulgón parasitado del género *Schizaphis* (un pulgón típico de gramíneas). EQUIPO FOTOGRÁFICO Microscopio electrónico de barrido Hitachi Tabletop TM-1000



TM-1000\_0017

2011/10/28 11:31

1 mm

*Geometría vegetal, cola de caballo*

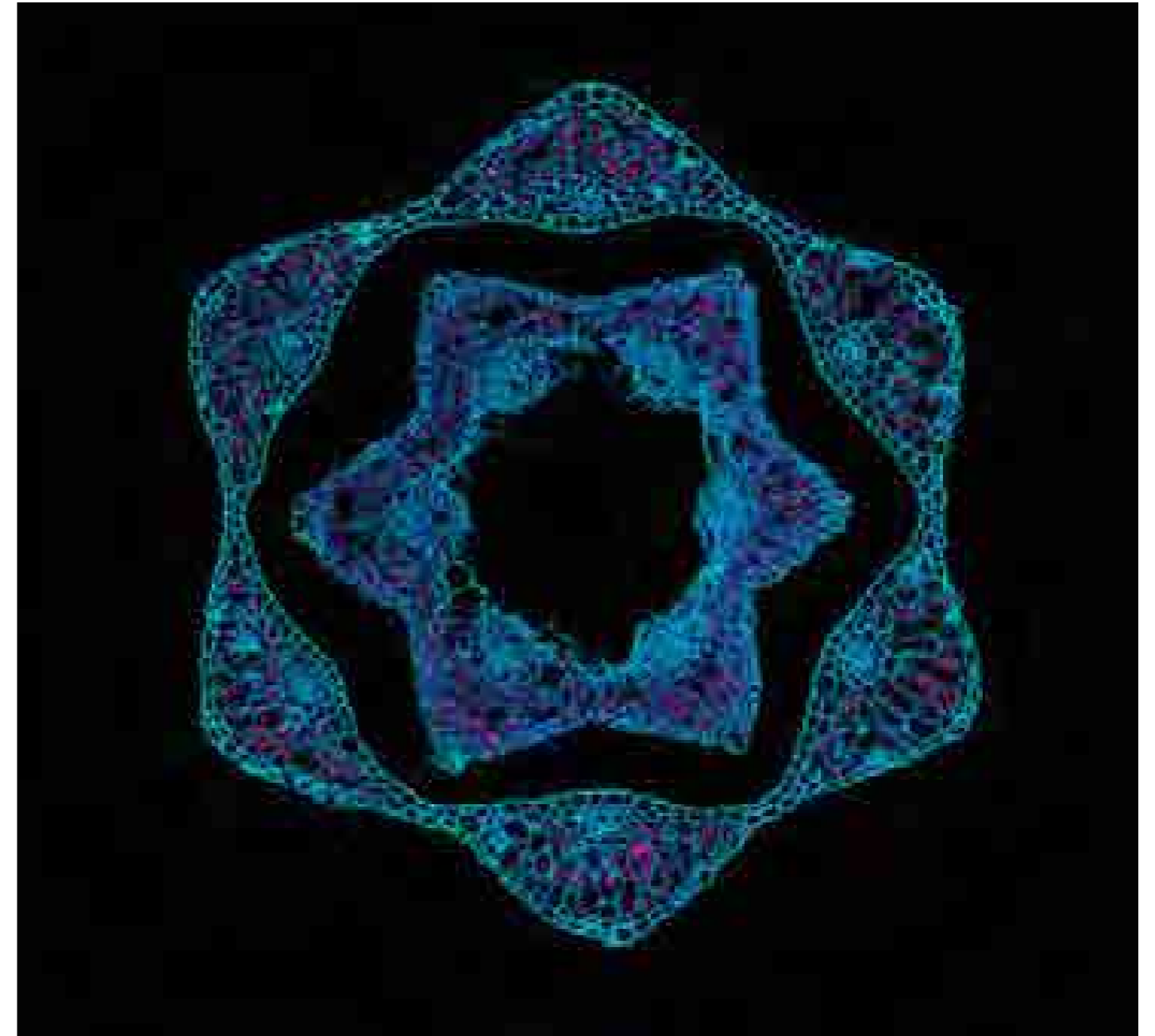
Alberto Puime Otín

COAUTORÍA

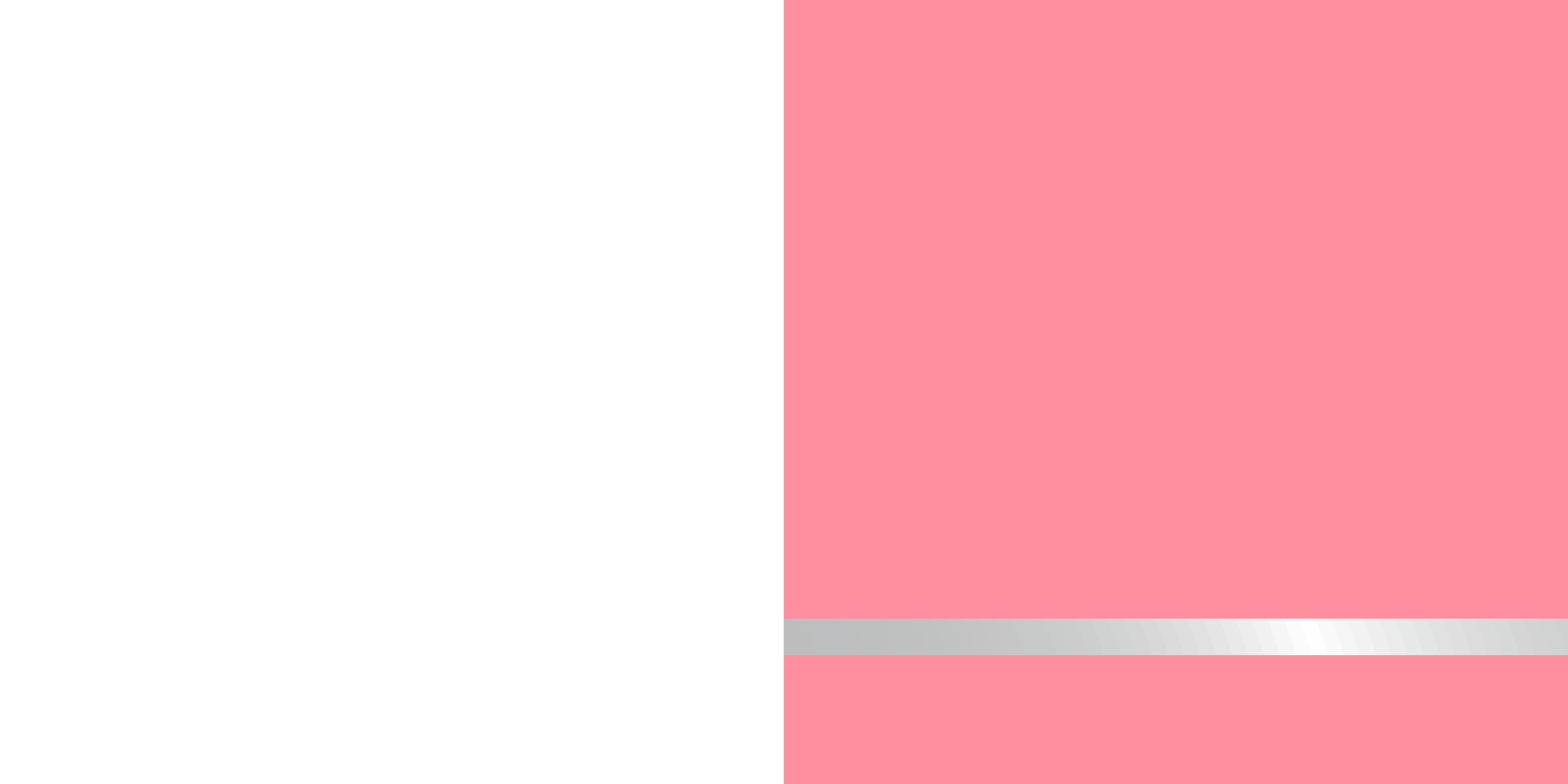
Ricardo Vega Bravo,

Daniel Acosta Castellanos

La naturaleza siempre nos sorprende con los increíbles diseños que ofrece. Este es un ejemplo de la sección de un tallo de *Equisetum palustre* o «cola de caballo» con su característica forma estrellada. Cada especie estudiada presenta su propio patrón y, como ocurre en la naturaleza con los copos de nieve, no hay dos especies iguales. Para lograrlo, se emplean diferentes técnicas histológicas. Tras pasar por una sustancia conservante (formol), la muestra se somete a un proceso de deshidratación a través del cual se consigue sustituir el agua que contienen los tejidos por parafina (un tipo de cera). Esto acaba dotando a la muestra de la consistencia suficiente para poder ser cortada en secciones de 5 micras de espesor. Siguiendo una antigua «receta», las secciones de tallos y hojas se tiñen con ayuda de colorantes específicos para ciertos componentes de los tejidos. Gracias a un microscopio/escáner conseguimos la imagen de estos fabulosos diseños naturales que además hacen volar nuestra imaginación. EQUIPO FOTOGRÁFICO  
Microscopio óptico, con sistema de escaneado y digitación



Este catálogo se  
acabó de imprimir en  
febrero de 2017





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

FECYT



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



Fundación  
Jesús Serra  
Catalana Occidente