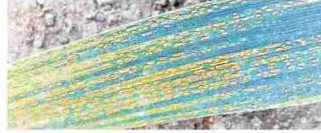
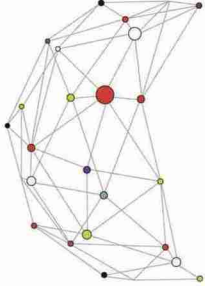


TERCER MILENIO

874 CIENCIA APLICADA | CREATIVIDAD | EMPRESAS | HERALDO DE ARAGÓN Martes 23.Mar.2021



INVASORAS> Nuevas especies de insectos, malas hierbas y microorganismos amenazan el medio agrícola y los ecosistemas naturales. ¿Cuál será la próxima en llegar? **PÁG. 2**



EL DESMITIFICADOR> Qué es lo que se le escapa a ese nuevo código de colores para clasificar los alimentos envasados de más a menos saludables. **PÁG. 7**



GAZAPOS DE CINE> Nos sumergimos en las profundidades de los océanos para comprobar si el aterrador megalodón podría ocultarse bajo una termoclina. **PÁG. 8**

PALEOGENOMAS>MAMUTS, OSOS Y CABALLOS ARCAICOS, EL ADN MÁS ANTIGUO



Reconstrucción artística de un mamut de la estepa basada en la información genética del mamut de Adycha. ILUSTRACIÓN: BETH ZAIKEN/CENTRE FOR PALAEOGENETICS

En la última década, los avances en las investigaciones con ADN antiguo han permitido obtener los genomas de animales que desaparecieron hace decenas de miles de años. Dos estudios recientes, en los que se ha secuenciado ADN de mamut de un millón de años y el genoma de un oso de las cavernas de 360.000 años, acaban de pulverizar los límites de la paleogenómica. **PÁGS. 4-5**



Coordina: María Pilar Perla Mateo

milenio@heraldo.es twitter.com/milenioheraldo www.facebook.com/milenioheraldo

Edita

Tercer Milenio es un suplemento de ciencia aplicada y creatividad editado por HERALDO DE ARAGÓN para el mundo de la investigación, la empresa aragonesa y la enseñanza media y superior, a los que llega con la colaboración del Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento

Patrocina

ITA INNOVA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN

GOBIERNO DE ARAGÓN

02

TM MARTES 23.MAR.2021 HERALDO DE ARAGÓN

SANIDAD VEGETAL

ESPECIES INVASORAS > LAS SIGUIENTES EN LLEGAR

Cuando el invasor se extiende, se convierte en un problema de sanidad vegetal que, si no se controla, puede acabar en cuantiosas pérdidas económicas y medioambientales. Nuevas especies de insectos, malas hierbas y microorganismos -hongos, bacterias, virus- amenazan el medio agrícola y los ecosistemas naturales. ¿Cuáles serán las próximas en llegar a Aragón? ¿Es posible frenar estas invasiones?

NUEVAS AMENAZAS El término 'especie invasora' se refiere a cualquier organismo que aparece en un continente, país o zona donde no se tiene constancia de que haya existido antes y cuya instalación en el nuevo entorno genera un desequilibrio que representa una amenaza para los ecosistemas locales. Cuando se trata de un microorganismo infeccioso, el resultado puede ser el desarrollo de una enfermedad emergente. En la historia del planeta esto ha ocurrido continuamente y también durante la existencia de los humanos. Aunque la colonización de nuevos entornos por especies alóctonas podría calificarse como 'natural', se está acelerando este proceso debido, sobre todo, al transporte de especies vegetales que pueden dañar las producciones agrarias.

Los Servicios de Sanidad Vegetal regionales y nacional dan la alerta cuando se detecta alguna de estas especies invasoras. La prevención es fundamental y algunas ya se ven venir. ¿Cuál será la siguiente mala hierba invasora en llegar? De momento, «ya hay más de 500 hectáreas de maíz en Aragón infestadas por *Amaranthus palmeri*», señala Alicia Cirujeda desde el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de

CUANDO SE TRATA DE UN MICROORGANISMO INFECCIOSO, PUEDE DAR COMO RESULTADO UNA ENFERMEDAD EMERGENTE

Aragón (CITA). «Es una planta de muy rápido crecimiento y produce miles de semillas por planta. Probablemente no podemos evitar la entrada de estas especies, pero sí estar vigilantes y coordinarnos para frenar su expansión», advierte Gabriel Pardo.

Por su parte, las bacterias fitopatógenas suponen una amenaza para la seguridad alimentaria, puesto que producen importantes daños en la cosecha global, dando lugar a pérdidas que pueden ser muy cuantiosas. En España se han identificado 77 especies bacterianas, 32 de ellas en Aragón,



Olivo afectado por la bacteria *Xylella fastidiosa*. CITA

MALAS HIERBAS QUE PROSPERAN O QUE NO ENTRAN EN LOS CAMPOS

Las plantas no deseadas que crecen en los campos se denominan también 'flora arvensis'. Se trata de «especies que están adaptadas a los ciclos de diferentes cultivos y 'viajan' con ellos», explican desde el CITA Alicia Cirujeda y Gabriel Pardo. Hay casos tan antiguos que sorprenden. Así, la amapola o ababol se considera que llegó a la Península Ibérica con el trigo, cebada y avena en tiempos del Imperio Romano. «Hoy día nadie la declararía 'invasora', ya que se ha extendido tanto que ha pasado a formar parte de nuestros agroecosistemas», señalan. Pero hay otros ejemplos más recientes.

En los años ochenta llegaron semillas de *Abutilon theophrasti* a los maizales de Aragón y Cataluña. Es una especie anual que produce hasta más de 3.000 semillas por planta. Su historia es curiosa: «Se cultivaba como planta textil en Asia y posteriormente pasó a ser sembrada en Estados Unidos -explican-. No tuvo mucho éxito y se abandonó su cultivo; pero allí quedaron las semillas y las plantas crecieron como mala hierba en el cultivo de maíz, que sigue siendo



El *Abutilon theophrasti* crece en maizales. CITA

sembrado a gran escala. Y con las semillas de maíz viajó a España, donde se ha extendido por amplias zonas. ¿Se podría haber evitado? -se preguntan-. Una detección precoz y avisos al Centro de Sanidad y Certificación Vegetal del Gobierno de Aragón o al Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) podrían haber reducido la zona afectada; su control cuesta miles de euros al año a los agricultores».

Pero no todas las especies prosperan como el abutilon. Por ejemplo, «*Leptochloa spp.* en pocos años ha pasado a ser en Extremadura la mala hierba más problemática en el cultivo del arroz, pero, al llegar a Aragón, se ha establecido solo en bordes de campos o en campos en los que la lámina de agua no sea muy alta. Porque a esta especie le gusta el agua, pero no tanta», justifican. ¿Por qué se estableció en Extremadura y aquí no? «Allá los suelos son más filtrantes y los campos de arroz no se mantienen tan inundados como aquí. En este caso -consideran-, hemos tenido suerte».

que afectan a cultivos de hortalizas, leñosas, ornamentales y forestales. «Solo en los últimos 14 años se han identificado 25 nuevas especies, lo que da idea del incremento de la tasa de introducción de bacterias exóticas», destaca Ana Palacio, que explica las razones de estas introducciones. «El comercio internacional ha aumentado significativamente con la globalización, facilitando así la introducción y dispersión de bacterias fitopatógenas foráneas, a través de material vegetal contaminado, desde países donde son endémicas hasta viveros o plantaciones españolas en los que encuentran especies susceptibles y condiciones favorables». Una vez introducidas, «el éxito de su implantación se debe a la elevada tasa de multiplicación de las bacterias, su facilidad de dispersión y a la falta de productos eficaces y autorizados para su control».

En España y Aragón sufrimos bacteriosis con importante incidencia en el panorama socioeconómico, como el fuego bacteriano

OTROS ENEMIGOS

■ **INSECTOS** *Vespa volutina* (avispa asiática) es una especie depredadora de abejas melíferas y otros polinizadores, lo cual conlleva consecuencias ecológicas y también económicas. *Rhynchophorus ferrugineus* (picudo rojo de las palmeras), coleóptero originario de Asia tropical, se introdujo en España en 1994 por la importación, en su mayoría ilegal, de palmeras infectadas procedentes del norte de África. Sin mecanismos naturales que mitiguen su proliferación, representa una grave amenaza para las especies de palmeras autóctonas con importantes consecuencias económicas y culturales.

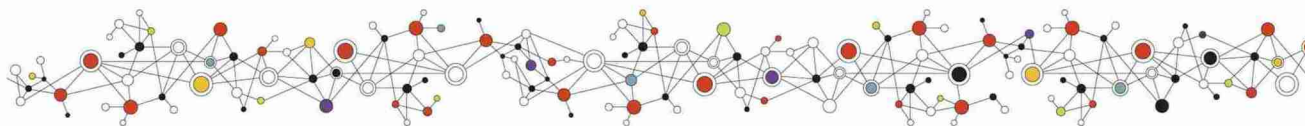
■ **HONGOS** Especies como *Fusarium circinatum*, causante del 'chancro resinoso de los pinos', o *Phyllosticta citricarpa*, responsable de la 'mancha negra de los cítricos', constituyen claros ejemplos de la llegada y expansión de un agente causante de enfermedad con la importación de semillas, plántulas o frutos de otras latitudes.

■ **VIRUS** La entrada de semilla u otro material de propagación infectado ha traído a las producciones hortícolas mediterráneas enfermedades como las originadas por el virus del mosaico del pepino dulce en tomate, el virus del mosaico suave del pimiento, nuevas cepas del virus del mosaico de la lechuga o cepas agresivas del de la sharka en frutales de hueso.

de las rosáceas, causado por *Erwinia amylovora* y que está considerado como la enfermedad más grave que afecta a frutales de pepita. «Se detectó por primera vez en Guipúzcoa en 1995, y ya en el año 2000 en Aragón -relata Palacio-. Desde el primer momento se intentó evitar su introducción mediante una estricta regulación fitosanitaria, análisis del material vegetal importado, vigilancia y erradicación de focos. Estas medidas resultaron eficaces durante años para retrasar la implantación, pero la detección de nuevos focos ha venido siendo continua y, actualmente, se encuentra ya extendida en casi todas las zonas de producción de manzano y peral del territorio nacional». Tanto que se considera inviable erradicarlo. «El futuro pasa por aprender a convivir con el fuego bacteriano, lo que se requiere una estrategia integrada combinando la detección precoz del patógeno y la aplicación de medidas preventivas y culturales tendentes a reducir la cantidad de bacteria», asegura.

LA PRÓXIMA ¿Y cuál es puede ser la siguiente bacteria en llegar a Aragón? «La amplia gama de huéspedes, gravedad de los daños que ocasiona, facilidad de dispersión mediante insectos vectores y su extremadamente difícil control hacen de *Xylella fastidiosa* la principal amenaza actual para nuestra agricultura», concreta Palacio. Esta bacteria ya está presente en las Islas Baleares y en la Comunidad Valenciana. «Se han adoptado importantes medidas de prevención para evitar su entrada en Aragón (Plan de Continuidad de Aragón), pero el riesgo persiste y no podemos bajar la guardia».

TERCER MILENIO



AGENDA

ACTIVIDADES

- **'V2X y 5G. Retos y oportunidades del 5G para el vehículo autónomo conectado'** Mesa redonda en la que participan Adolfo Lerín y Miquel Mateo, de Altran. Miércoles 24, a las 17.00. Videoconferencia del ciclo 'TIC y movilidad', organizado por Fundación Ibercaja y Mobility City.
- **'Autoconsumo y comunidades energéticas locales'**, por Carlos Pesqué Fundación Ecología y

Desarrollo. Miércoles 24, 19.00. Ciclo especial 'Emergencia climática! #TiempodeActuar'. Videoconferencia desde el canal de Youtube y la página de Facebook del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza.

- **'Emprendedor en serie'**, por Ignasi Belda, CEO de MiWEndo, inversor y consultor en políticas tecnológicas y científicas, fundador de cuatro 'start-ups' de base científica, consejero de varias 'start-

ups' tecnológicas. Videoconferencia organizada por Fundación Ibercaja y dirigida a estudiantes de ESO, bachillerato, FP, universitarios y emprendedores. Jueves 25, a las 19.00. Ciclo 'Referentes Fundación Princesa de Gerona'.

NO TE LO PIERDAS

- **'Orden vs desorden'** Mesa redonda con la participación de Beariz Latre, responsable de la Unidad de Cultura Científica de los institutos INMA y ISQCH

(Unizar-CSIC); Alodia Orera, investigadora del INMA; Mapi Rivera, fotógrafa y artista visual; y Paula Llabata, doctora en Biomedicina. Modera Mari Carmen Gascón. Se presentará la coreografía realizada por Marta Aso y David Zabaleta, Tarde o Temprano Danza. Hoy martes 23, 18.30, únicamente 'online' en el canal de Youtube de Caja Rural de Aragón. En calle de Cuatro de Agosto se muestra la exposición '¿S.A. de prójimos?', marco de esta mesa.

D+i Monodosis

'APOCALIPSIS COVID' CON BIG VAN CIENCIA

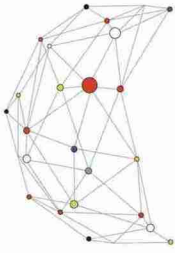
El próximo sábado 27 de marzo se estrena, en directo por Twitch.tv, el espectáculo de humor y ciencia 'Apocalipsis Covid', una producción de Big Van Ciencia y D+i con Helena González-Burón, Ricardo Moure, Oriol Marimón y... alguna sorpresa. Con un formato participativo, Big Van invita a los espectadores a escribir juntos el guión, sobre la marcha, a buen ritmo, con sus dudas y sus respuestas. La protagonista es esta vez la pandemia, tratada con todo el humor que el asunto permite.

«Lejos del drama y muy cerca de la cotidianeidad –advierte González-Burón, de Big Van–, de esa gimnasia que hacemos durante el confinamiento, de esos cursos 'online', de esa visita al centro de salud para recibir la vacuna...». Excepto lo que nadie sabe aún, «lo entenderéis todo sobre la covid después del espectáculo –asegura Marimón, otro 'bigvancientífico'–, no dejaremos ni una duda por resolver, ni una opinión sin recoger. Los científicos-humoristas prometen que «entenderás la virología



Ricardo Moure, Helena González-Burón y Oriol Marimón. BIG VAN CIENCIA

a nivel usuario y te marcarás todo un máster en vacunas de pincha y pon, palitos nasales, olas, curvas, cepas...». Gratis y sin inscripción previa, los asistentes vivirán una auténtica colisión de ciencia y humor, con este famoso equipo de monologuistas. Será la segunda Monodosis 'online' D+i 2021, ofrecida por Divulgación Innovadora D+i, la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento, Etopia Centro de Arte y Tecnología y el Ayuntamiento de Zaragoza. En directo en <https://www.twitch.tv/bigvanciencia> este 27 de marzo a las 20.30.

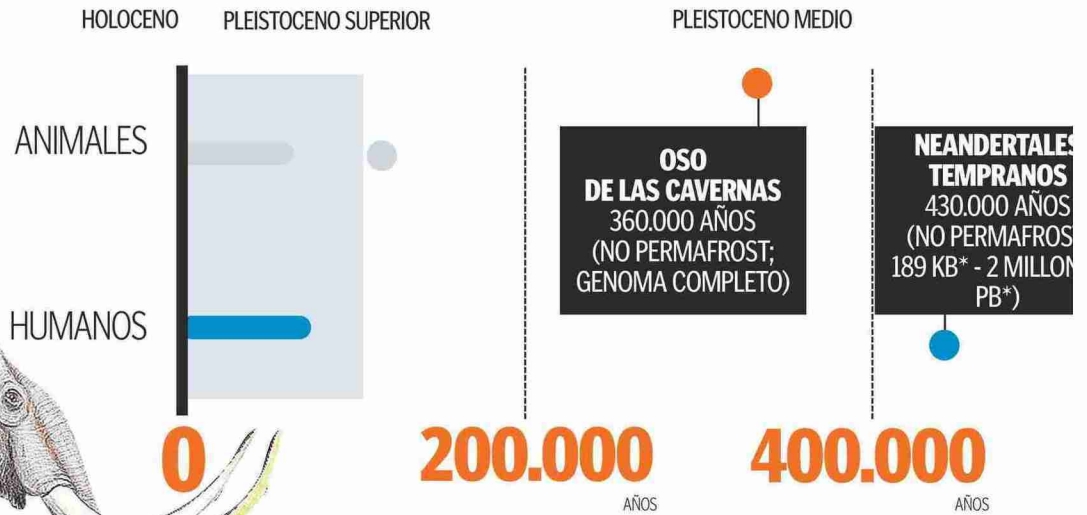
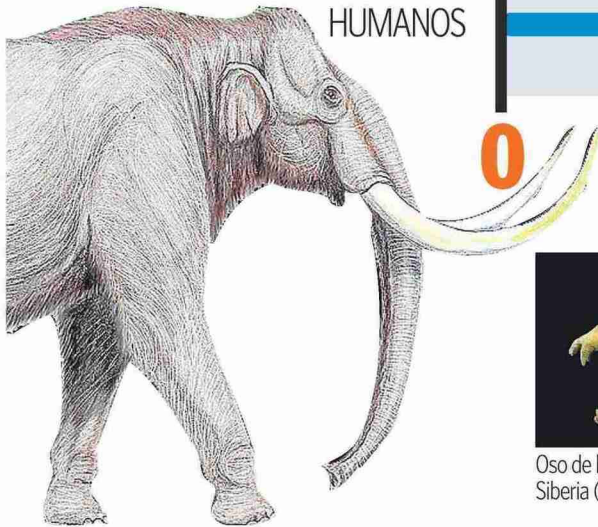


EN PORTADA

PALEOGENÓMICA > SECUENCIAR ADN DE UN MILLÓN DE AÑOS ROMPE LOS LÍMITES

Estudiando ADN antiguo, los científicos reconstruyen la historia evolutiva de especies extintas hace miles de años. Los paleogenomas de mamuts, osos y caballos arcaicos arrojan nuevas claves sobre el pasado de la vida en nuestro planeta.

TEXTO MIQUEL TUSON



Oso de las cavernas hallado en Siberia (Rusia). DIDIER DESCOUENS



Cráneo de la Sima de los Huesos, Atapuerca. NOHEMI SALA ET AL.



Fósil de caballo arcaico d

DE RÉCORD ¿Se imaginan que a partir de los restos de un animal que desapareció de la faz de la Tierra hace decenas o centenares de miles de años se pudiese obtener su ADN y reconstruir su genoma? ¿Qué nos podría desvelar la secuencia de ADN de esta especie arcaica sobre su modo de vida, sobre sus características o su parentesco con otras especies también extintas o presentes?

Esto es precisamente lo que acaba de conseguir un equipo de investigadores de Estocolmo (Suecia), en colaboración con expertos en ADN antiguo de otros siete países. A partir de dientes de mamut preservados desde ha-

ce más de un millón de años en el permafrost del este de Siberia, han podido extraer y secuenciar su ADN. Este hito, publicado en febrero en la revista 'Nature', es relevante porque se trata de la primera vez que se obtienen datos del genoma de un animal de más de un millón de años de antigüedad.

Una vez un organismo muere, el ADN que contienen los cromosomas de cada una de sus células empieza a degradarse, a romperse en fragmentos cada vez más pequeños. Si transcurre mucho tiempo los fragmentos de ADN son tan cortos que será casi imposible para los investigadores reconstruir la secuen-

cia original del genoma de la especie.

En 2013, Ludovic Orlando y Eske Willerslev, del Museo de Historia Natural de Dinamarca, y colaboradores pudieron interpretar y unir fragmentos de tan solo 25 letras de ADN para reconstruir el genoma completo de un caballo arcaico, de aproximadamente 560.000-780.000 años de antigüedad, a partir del ADN obtenido de un hueso preservado en el permafrost del Yukón (Canadá). Hasta la fecha, este era el genoma más antiguo que se había podido secuenciar. Han tenido que pasar ocho años para que se superara este hito temporal en la secuenciación de paleogenomas.

El espécimen que rompiese el récord establecido en 2013 debía proceder también del permafrost, la capa de suelo permanentemente congelada que se encuentra en las regiones circumpolares de Alaska, Groenlandia, Canadá o Siberia, y que contiene restos de criaturas extintas hace decenas o centenares de miles de años. Las bajas temperaturas del permafrost, siempre bajo cero, enlentecen la fragmentación del material genético y hacen de él un ambiente idóneo para preservar el ADN mucho mejor de lo que ocurre en los climas más templados. Aún así, la mayor parte de muestras obtenidas del permafrost contienen ADN de mala

calidad y, quizá por esta razón, se ha tardado casi una década en superar la barrera del millón de años.

MAMUTS ATRAPADOS EN EL PERMAFROST Love Dalén, genetista del Centro de Paleogenética de Estocolmo, y su equipo llevan años explorando la posibilidad de secuenciar el ADN de especímenes muy antiguos de mamut. Su grupo trabaja para descifrar las historias evolutivas de animales extintos hace milenios y el impacto que tuvieron los cambios climáticos en la aparición de nuevas especies. En 2017 recibieron muestras extremadamente antiguas de dientes de mamut conge-

REESCRIBIENDO HISTORIAS EVOLUTIVAS CON ADN ANTIGUO

Los avances en las técnicas de secuenciación genómica y en las herramientas bioinformáticas para ensamblar genomas han conferido a la paleogenética el potencial de estudiar los procesos evolutivos a tiempo real. Sin embargo, este potencial está limitado por la capacidad de los científicos de recuperar ADN en condiciones de ser secuenciado. Frecuentemente, las muestras están contaminadas con ADN de otras procedencias, por ejemplo de las bacterias que se alimentaron del animal en descomposición. Y la cantidad de ADN contaminante supera con creces el que se quiere secuenciar.

El ADN antiguo presenta un patrón característico de modificaciones químicas que permite distinguirlo del contaminante y se encuentra más fragmentado que uno más reciente. No obstante, las secuencias extremadamente cortas son muy difíciles de colocar correctamente en el genoma y también se corre el riesgo de confundirlas con contaminantes. Por lo que muchas veces se terminan descartando. Para ensamblar el puzzle de un genoma antiguo, los científicos emplean como modelo el

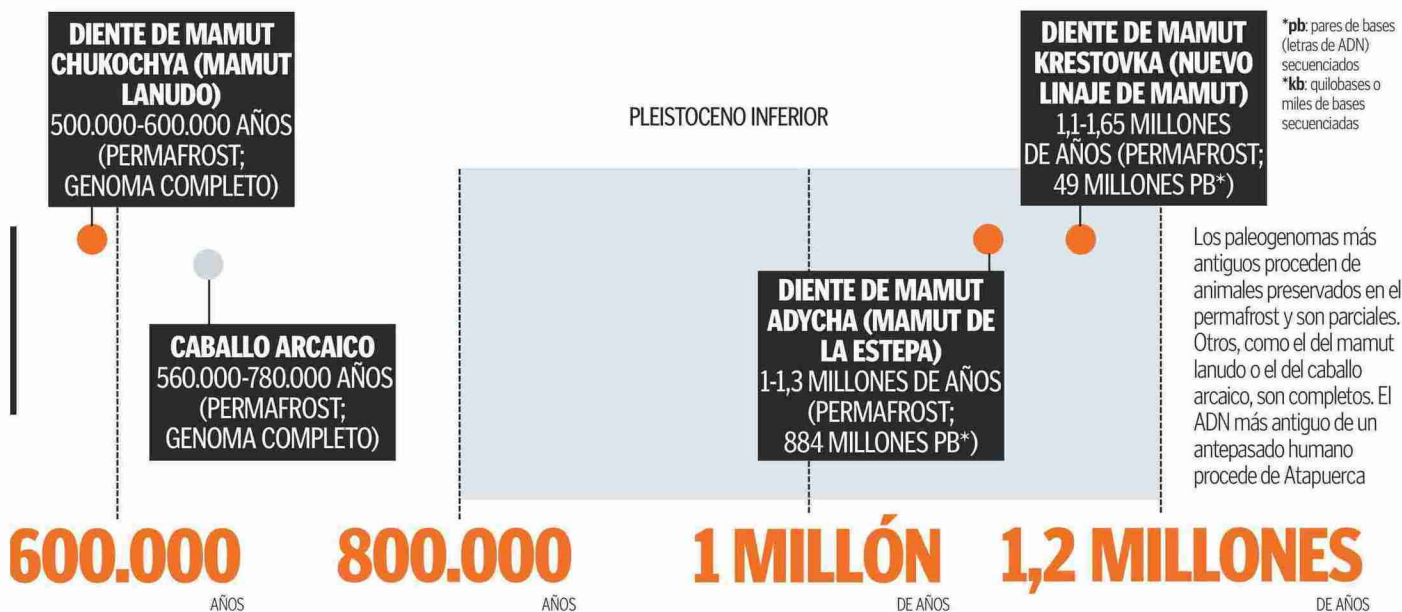
genoma de una especie cercana actual. Para los de mamut, por ejemplo, el equipo de Dalén usó el del elefante africano.

En febrero también se batió otro récord en paleogenómica, el del genoma más antiguo secuenciado a partir de los restos de un animal que no procede del permafrost. Se trata de un oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*) de hace 360.000 años. Todo un hito si tenemos en cuenta que, en condiciones más templadas, el ADN se degrada rápidamente. En un estudio liderado desde la Nottingham Trent University (Reino Unido) los científicos extrajeron ADN del hueso petroso de la zona temporal del cráneo, que contiene el oído interno, porque se ha visto que de él se obtiene más cantidad de ADN y menos contaminado, probablemente debido a la alta densidad de este hueso. Comparando genomas de osos de las cavernas los investigadores determinaron que las relaciones evolutivas que existen entre ellos son muy distintas de las que se habían determinado anteriormente solo con el estudio del ADN mitocondrial, que se hereda por línea ma-

terna y que no refleja necesariamente la relación existente entre individuos y poblaciones.

Entre los ancestros de los humanos, el ADN más antiguo de un homínido que ha podido ser secuenciado hasta la fecha tiene 430.000 años y procede de especímenes de la Sima de los Huesos en Atapuerca. Este hallazgo, publicado en 2016 en 'Nature', que no se trata de un genoma completo sino de secuencias aisladas, permitió relacionar a los homínidos de la Sima de los Huesos con los neandertales y no con los denisovanos, y establecer que la divergencia de estos grupos es anterior a 430.000 años.

Quizá un ambiente adecuado, como el de una cueva profunda, podría proporcionar muestras más antiguas de ADN de homínido. Sin embargo, los estudios paleogenómicos probablemente tienen un límite temporal: la edad de los depósitos más antiguos de permafrost, del Pleistoceno Inferior, de unos 2,6 millones de años de antigüedad. Pero seguro que todavía esconden muchas sorpresas evolutivas.



tero Equus.



Reproducción del esqueleto de un mamut lanudo en Siegsdorf (Alemania).



Esqueleto fósil de un mamut de la estepa expuesto en Stuttgart. GHEDOGHEDO



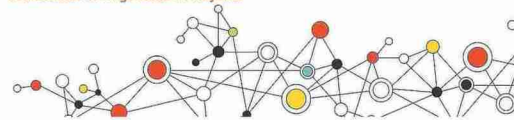
Love Dalén y Patricia Penerová, con un colmillo de mamut en Wrangel. GLEB DANILOV

ladas en el permafrost siberiano. A partir de la más reciente –que denominaron Chukochya– procedente de un mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*) de 500.000-600.000 años de antigüedad, pudieron secuenciar todo el genoma completo de 3.100 millones de pares de bases (letras de ADN). Y de las otras dos, reconstruyeron 49 millones de letras del genoma de la más arcaica de 1,1-1,65 millones de años de antigüedad –que denominaron Krestovka– y 884 millones en el caso de Adycha, de 1-1,3 millones de años.

Por su forma, los dos dientes arcaicos debían de ser de *Mammuthus trogontherii*, el mamut de la

GIGANTES EXTINTOS

De la misma familia que los elefantes actuales, los mamuts se originaron en África en el Plioceno, hace 5 millones de años, y se expandieron por Eurasia y Norteamérica, diversificándose en distintas especies. La más reciente, el mamut lanudo, coexistió con los primeros humanos modernos que la cazaron e inmortalizaron sus formas en pinturas rupestres. Desapareció de Eurasia y Norteamérica con la extinción masiva de megafauna que tuvo lugar al final de la última glaciación, hace 10.000 años, y sus últimas poblaciones aisladas se extinguieron en la isla de Saint Paul (Alaska) hace 5.600 años y en la isla de Wrangel (en el océano Ártico) hace 4.000 años. Los investigadores han identificado que la mayoría de las mutaciones que permitieron a los mamuts lanudos adaptarse al clima del Ártico –aumentando sus reservas de grasa y su tolerancia al frío– ya estaban presentes hace un millón de años en el genoma de Adycha.



estepa, una especie que ocupó gran parte del norte de Eurasia durante el Pleistoceno y que se creía que era el ancestro tanto del característico mamut lanudo como del mamut colombino (*Mammuthus columbi*), específico de Norteamérica. No obstante, al comparar los genomas, los investigadores se llevaron una sorpresa. Durante el Pleistoceno Inferior, en el este de Siberia no había una sola especie de mamut, sino que existían dos linajes distintos. Uno de ellos –representado por Adycha– sería el ancestro del mamut lanudo, mientras que el otro –representado por Krestovka– era distinto. Krestovka corresponde a un linaje nuevo, del que no se

tenía constancia hasta ahora, pero que contribuyó con parte de su material genético a los primeros mamuts que colonizaron Norteamérica.

El origen de los mamuts colombinos, hace más de 420.000 años, se habría producido por un fenómeno de hibridación entre dos linajes: el linaje de Krestovka y el del mamut lanudo, que contribuyeron a partes iguales al genoma de la nueva especie. Probablemente fenómenos de hibridación como este, responsables del origen de nuevas especies, no habrán sido infrecuentes y, gracias a los estudios de ADN antiguo, en un futuro se podrán encontrar más ejemplos.

LA VIDA DE LAS PIEDRAS

GEOLOGÍA

>CHANQUETE HA MUERTO, LOS GLACIARES NO

La realidad es tozuda: los glaciares pirenaicos están en un acelerado proceso de fusión. De no mediar cambios a corto plazo, y no se esperan, en unas pocas décadas seguramente desaparecerán por completo. Habitados en cierto modo a las extinciones de seres vivos, la desaparición de un elemento geológico genera sin embargo algo de desconcierto

DIFERENTES IDIOMAS En algún momento deberemos asumir que la naturaleza va más allá de lo vivo. Que lo geológico y lo biológico comparten importancia y son inseparables para entender el mundo que habitamos. Pero que, a menudo, se expresan en diferentes idiomas que conviene conocer. Mezclarlos puede hacernos tropezar e impedir que entendamos plenamente cómo funciona la Tierra. La fusión de los glaciares pirenaicos es un buen caso de estudio.

Las glaciaciones son fenómenos recurrentes en la historia de nuestro planeta. A lo largo de los 4.600 millones de años que este lleva existiendo, los glaciares que se han formado y desaparecido son incontables. Ocurrió en el pasado y ocurrirá en el futuro. La circunstancia especial es que justo ahora, cuando la humanidad dispone de las herramientas in-



El glaciar de Monte Perdido, en 2016 en una foto tomada desde un vuelo autorizado sobre el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. ÁNCHEL BELMONTE RIBAS

tellectuales para comprender y apreciar los procesos glaciares, asistimos a su desaparición masiva en virtud de un calentamiento del clima al que nuestro despreocupado modo de vida contribuye. Quizás no somos los primeros en ver cómo los glaciares desaparecen, pero sí somos los primeros en entender los hechos y las causas.

Es vital, por tanto, que los que trabajamos de un modo u otro en

esto, transmitamos a la población en general el significado de los procesos geológicos. La desaparición de un glaciar nada tiene que ver con la muerte de un ser o con la extinción de una especie. Una especie extinguida nunca vuelve. Y el nicho ecológico que deja vacío puede no ser ocupado por otra especie. Los glaciares volverán. Y en su ausencia, de inmediato otros paisajes geológicos sustituirán a los

que el hielo libere. Nuevos ibones, nuevos canchales, campos de lapiaz, glaciares rocosos... Para quien está dispuesto a apreciarla, todo elemento de la naturaleza alberga algún tipo de belleza. Y sus acciones son parte de la creación siempre inconclusa del paisaje.

Hablar de muerte y agonía, como algunos titulares de prensa pregonan, describe una realidad tan conmovedora como impre-

cisa. Y tanto en el fondo como en la forma aportan muy poco a la comprensión de los procesos geológicos, a sus tiempos y a cómo se relevan en la historia. Otra cosa es que lamentemos el que no vayamos a estar aquí para ver otra vez el Pirineo glaciado. Otra cosa es la responsabilidad que tenemos en el calentamiento global y sus efectos. Otra cosa es que nuestro gusto particular reconozca como paisajes estéticamente inferiores los que están sustituyendo a los glaciares. En buena medida esto es el reflejo de una sociedad no alfabetizada en geología. Casi ausente de la educación primaria y fuertemente jibarizada en la secundaria, se le hurta a la ciudadanía el placer de un entendimiento pleno de la naturaleza, del planeta en que vivimos. Los mecanismos de la geología poco tienen que ver con los de la biología, que nos resultan más próximos porque como seres vivos que somos participamos de ellos. Pero nuestros pies se apoyan sobre el planeta y sus recursos geológicos sostienen nuestra civilización. Entender cómo funciona es, por tanto, una necesidad intelectual y vital. Y transmitir ese mensaje es una responsabilidad compartida: científicos, profesores, periodistas, divulgadores, políticos. A cada ciudadano le toca ser exigente con la calidad de los mensajes que recibe y, a ser posible, disfrutar de los glaciares que aún tenemos. Que se puede. Pero eso ya es otra historia...

ÁNCHEL BELMONTE RIBAS GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO SOBRARBE-PIRINEOS WWW.GEOPARQUEPIRINEOS.COM

INVESTIGACIÓN

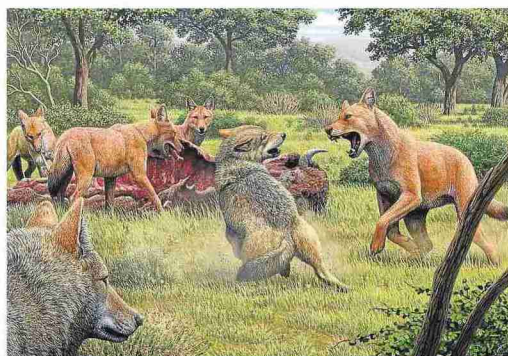
PALEOGENÓMICA > EL ADN ANTIGUO DESVELA LOS SECRETOS DEL LOBO HUARGO

Un equipo internacional, en el que participa Pere Bover, investigador Araid en el IUCA de la Universidad de Zaragoza, ha secuenciado por primera vez el genoma del extinto lobo huargo *Canis dirus* estudiando muestras fósiles de hasta 50.000 años de antigüedad

'JUEGO DE TRONOS' Los lobos huargos (*Canis dirus*), que se han hecho famosos gracias a la serie de televisión 'Juego de Tronos', eran unos lobos de gran tamaño comunes en toda Norte América hasta hace unos 13.000 años. Hoy en día son una especie extinguida. Por su morfología, los científicos pensaban que los lobos

huargos estaban estrechamente emparentados con los lobos (*Canis lupus*), pero los análisis genéticos presentados en un reciente trabajo publicado en la revista 'Nature' sugieren que los lobos huargos se separaron filogenéticamente de los otros lobos hace unos 6 millones de años y son solo parientes lejanos de los lobos actuales.

Este es el primer estudio genómico de esta especie extinguida. En este trabajo de investigación ha colaborado Pere Bover, investigador Araid del Gobierno de Aragón, que desarrolla su actividad en el Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA) de la Universidad de Zaragoza. El equipo, de más de 40 investigadores de nueve países



Un grupo de lobos huargos (*Canis dirus*) se alimentan tras la caza, mientras un par de lobos (*Canis lupus*) se acercan. MAURICIO ANTÓN / 'NATURE'

diferentes, está liderado por la Durham University (Reino Unido) e incluye a científicos de las universidades de Oxford (Reino Unido), Ludwig Maximilian (Alemania), Adelaide (Australia) y California Los Angeles (Estados Unidos).

Aunque los lobos huargos co-

existieron con coyotes y lobos grises en Norteamérica como mínimo durante 10.000 años antes de su extinción, no se ha encontrado evidencia de que se hubieran reproducido entre ellos formando híbridos. Los investigadores sugieren que las profundas diferencias evolutivas significan que

probablemente estaban fuertemente equipados para adaptarse a los cambios en las condiciones del final de la época glacial.

La secuenciación, por primera vez, de ADN antiguo de cinco muestras fósiles de lobo huargo de Wyoming, Idaho, Ohio y Tennessee, con una cronología de entre 13.000 y 50.000 años, ha permitido analizar los genomas de esta especie junto con los de otras especies de cánidos tipo lobo. Los análisis han permitido demostrar que, de hecho, los lobos huargos y los lobos grises eran primos muy lejanos y sugieren que, al contrario que otras especies de cánidos que aparentemente migraron repetidamente entre Norte América y Eurasia, los lobos huargos evolucionaron solamente en América durante millones de años. Esta es la primera vez que se ha obtenido ADN de lobos huargos, revelando la compleja historia de estos depredadores de épocas glaciares.

TERCER MILENIO

TM MARTES 23.MAR.2021 HERALDO DE ARAGÓN

EL DESMITIFICADOR



LA LUPA > EL ETIQUETADO NUTRISCORE: UN SEMÁFORO PARA DALTÓNICOS

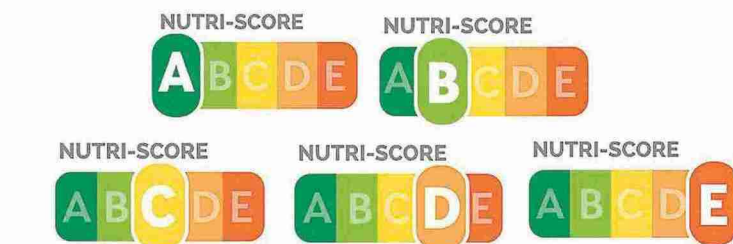
¡No os ofendáis, amigos daltónicos! Es un titular recurrente, nada más. Os sonará a excusa barata, pero tengo amigos daltónicos. Incluso amigos químicos y daltónicos, que no sabéis lo difícil que es acabar esa carrera sin poder distinguir el rojo de metilo del púrpura de bromocresol. Pero centrámonos, que me despisto. Hoy quería hablaros de otros colores muy diferentes. Los que, muy pronto, decorarán los productos envasados en los supermercados gracias al famoso y mediático Nutriscore. Que, pobrecito, es muy famoso y muy mediático, pero algo torpe. Seguid leyendo, que os cuento por qué

EL MITO Hace unos días, el ministro de consumo Alberto Garzón anunció la implantación del Nutriscore, un sistema de etiquetado de los alimentos que, supuestamente, nos simplifica la vida a los consumidores. La idea detrás del Nutriscore es sencilla: se trata de un semáforo. Si un alimento tiene una etiqueta verde, guay. Si lleva una etiqueta roja, mejor evitarlo. El amarillo, como siempre, es un ni fu ni fa, puedes pisar un poco el acelerador y comprarte un zumo envasado, o frenar a tiempo y volver a dejarlo en la estantería. Nadie necesita tantos azúcares libres por la mañana. Pero, por lo visto, los que han programado el semáforo la han liado parda. Y resulta que las sardinas en lata llevan pegatinas rojas, mientras que algunos ultraprocesados, de algún modo, consiguen el sello de calidad de color verde.

VERDADERO O FALSO Para averiguar la verdad, nuestro desmitificador de cabecera ha hablado con el doctor en seguridad alimentaria Andrés J. Rascón (@metilado). Andrés nos ha explicado quién está detrás de este semáforo defectuoso y por qué no es buena idea implantarlo como sistema de etiquetado estándar en los supermercados españoles. Bueno, ni en

UNA CARTA DE COLORES QUE PRETENDE CLASIFICAR LOS ALIMENTOS ENVASADOS DE MÁS A MENOS SALUDABLES

los supermercados de ningún sitio, porque es un despropósito. «El Nutriscore es un invento de la agencia francesa de nutrición», explica Rascón. «La idea podría haber sido útil: una forma rápida y sencilla de comparar entre alimentos envasados y poder elegir las opciones más saludables». Sin embargo, antes de su lanzamiento, el sistema ya estaba obsoleto.



PARA SABER MÁS

- Apenas hay evidencias de que poner pegatinas de colores nos ayude a comer mejor. Lo explican muy bien los periodistas cazamitos de Maldita Ciencia (@maldita_ciencia) y Luis Jiménez (@centinel5051), químico y experto en nutrición.
- En Chile, unas llamativas etiquetas negras advierten de algunos ingredientes insanos, como 'alto en azúcares', 'alto en grasas saturadas'. También han prohibido que los productos con etiquetas negras utilicen personajes infantiles o regalos para llamar la atención del consumidor.
- Si no nos fiamos de Nutriscore, ¿cómo saber qué comprar? Cuantas menos cosas procesadas y envasadas, mejor. Revisa la lista de ingredientes y recuerda que el primero es el más abundante. Si la lista empieza con 'azúcar' o 'sal', mal vamos. La 'app' 'El Coco', con asesoría de Juan Revenga, escanea códigos de barras y te ayuda a identificar si un alimento es saludable.

Entre otras cosas –opina Rascón– porque los criterios que usa el algoritmo son bastante arbitrarios, y las grandes multinacionales se las están ingeniando para engañar al sistema y hacer pasar por saludables productos ultraprocesados.

Uno de los mayores problemas, por ejemplo, es que Nutriscore solo compara entre productos de una misma gama. O sea, que si estás en el pasillo de las salsas, puedes comparar el ketchup con el tomate frito. Pero no puedes comparar el ketchup con unos cereales de desayuno, ni el tomate frito con el queso de oveja semicurado. «Se supone que, si introduces un

etiquetado como Nutriscore, lo haces para facilitar la vida al consumidor», explica Andrés. «Pero si tienes que estar pensando en 'familias' de alimentos y categorías que, en realidad, nadie sabe muy bien de dónde salen, pues apaga y vámonos».

Otro aspecto muy criticado del nuevo sistema Nutriscore es que, desafortunadamente, no considera los alimentos en conjunto, sino que mira solo a algunos de los ingredientes. Por eso, Nutriscore penaliza injustamente a las sardinas en aceite, a los encurtidos y a los frutos secos. «Las sardinas son ricas en omega tres, en fósforo y, si el aceite de la conserva es

bueno, muchísimo mejor», explica Rascón. Por este mismo motivo, las autoridades han decidido retirar alimentos como el aceite de oliva virgen extra del sistema de etiquetado Nutriscore. «El algoritmo solo ve que es un 100% de grasa, pero no tiene en cuenta que es una grasa vegetal, rica en ácidos grasos monoinsaturados, que son buenos», añade. Es precisamente hablando del aceite de oliva cuando Andrés recuerda otra pega del semáforo escaharrado: «Analiza la composición de cien gramos del alimento, ¿quién se zampa cien gramos de aceite de oliva en una sentada? Nadie».

DE PROPINA

Por si todo este desastre fuera poco, Nutriscore podría favorecer la generación de residuos innecesarios. Porque, como hemos comentado al principio del artículo, las pegatinas solo las llevan los alimentos envasados, y añadir un envase superfluo le cuesta muy poco a una cadena de supermercados. Y, claro, seguramente preferías las dos manzanas en una bandeja de corchopán y embalsamadas en treinta y siete toneladas de film con una flamante pegatina Nutriscore verde que las manzanas al por mayor sin pegatina. Probablemente sean las mismas manzanas pero, ¡ay, el máquetin! Donde digo manzanas, podéis leer cualquier otro producto que normalmente no viene envasado. Lo dicho: hecha la ley, hecha la trampa. Y si una tienda se quiere sacudir un producto poco exitoso, Nutriscore le pone la solución en bandeja (¿lo pilláis? ¡En bandeja!).

Hecha la ley, hecha la trampa. Algunos fabricantes han descubierto que pueden engañar al Nutriscore simplemente tuneando un poco sus ingredientes. Así, por ejemplo, puedes quitarle media cucharadita de azúcar a unos cereales (de las tres tazas que llevan) y, ¡pum!, se convierten en saludables, en la única caja del pasillo con una flamante A verde. «Pero no os dejéis engañar, siguen siendo ultraprocesados y hay que evitar su consumo o, como mucho, consumirlos de forma esporádica», comenta Rascón.

Y aquí viene el colmo de los colmos. Nutriscore analiza los alimentos envasados sin tener en cuenta qué harás con ellos en casa. Lógico, ¿verdad? Si te compras unas fresas y luego las bañas en chocolate de tropicientos quilates, no pretendrás que encima sean saludables. Pero claro, esto a veces lleva a engaño. «Venden patatas cortadas para freír con una A verde bien grande», comenta Andrés. «Y eso lo fríes, chupa toda la grasa... pero no pasa nada, porque lleva una pegatina verde. ¡Es un sindióst!».

FERNANDO GOMOLLÓN BEL QUÍMICO Y DIVULGADOR CIENTÍFICO (@GOMOBEL)

GAZAPOS CIENTÍFICOS EN PANTALLA GRANDE

MEGALODÓN > CHICOS, ¿ESTÁIS SEGUROS DE QUE LO QUE HEMOS ATRAVESADO ES LA TERMOCLINA?

Que no cunda el pánico, que a ningún megalodón oculto bajo esa 'termoclina' en su sano juicio se le ocurriría siquiera asomar el morro a un mundo lleno de oxígeno, oceanógrafos y bañistas. En los dominios de Jason Stachan no podría respirar tranquilo

EL DIÁLOGO DE PELÍCULA

«-Desde 1875 se ha creído que la fosa de las Marianas era la zona más profunda del planeta. Según mi teoría, puede que lo que creemos que es el fondo sea en realidad una capa de sulfuro de hidrógeno. Bajo esa nube y una glacial termoclina, podría extenderse un mundo completamente nuevo -expuso el oceanógrafo japonés, Dr. Zhang.

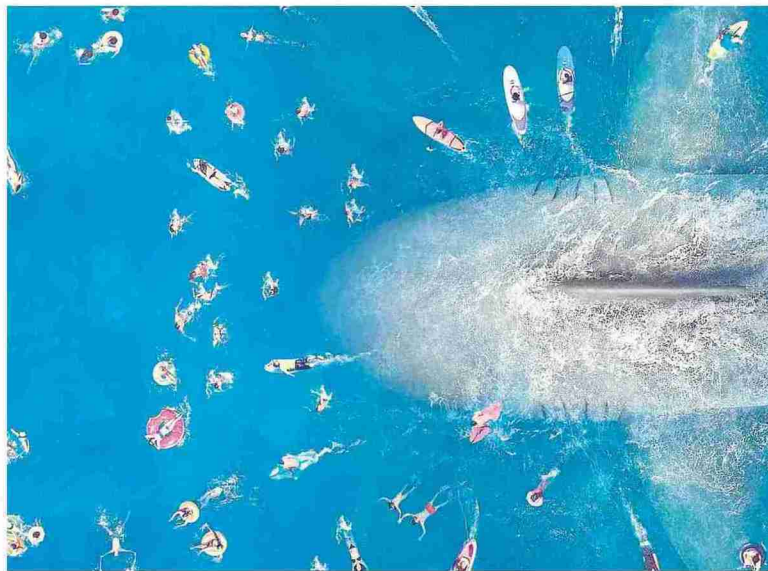
-El 'Origin' está a punto de probar si mi padre tiene razón. Si debajo hay agua caliente, entonces seremos los primeros en verlo -completó Suyin, la hija y ayudante del investigador.

-Hemos entrado. Es una nube. No es el fondo -confirmó la piloto del 'Origin'.

-¡Chicos, la hemos atravesado!».

EL GAZAPO Nada mejor que una dosis de suspense para arrancar: Desde 1980 se conocen las denominadas Deep Hypersaline Anoxia Basins (o simplemente DHAB): lagos o fosas de agua ultrasalada -o ultraconcentrada- y deficiente en oxígeno localizadas en las profundidades de los océanos, generalmente en grietas, depresiones o pozos que se abren en el suelo marino y que pueden presentar anchuras y profundidades de cientos e incluso de miles de metros.

Una de las muchas características interesantes de estas depresiones es la zona o región donde esta agua hipersalina se encuentra con el agua oceánica 'normal'. Debido a esta diferencia de salinidad tan acusada, la densidad del agua normal es mucho menor que la del agua contenida en la DHAB; lo



Fotograma de la película 'Megalodón' (Jon Turteltaub, 2018). APELLES ENTERTAINMENT, GRAVITY PICT./MAEDAY PROD./FLAGSHIP ENTERT. GROUP

que conlleva que no se mezclen, sino que la primera permanezca siempre por encima, estableciéndose dos capas; la fase intermedia o zona de transición entre ambas se conoce como haloclina.

Mi teoría es que a lo que preten-

dían referirse los guionistas, por boca del renombrado profesor nipón, era, precisamente, a una haloclina y no a una termoclina. Que, aunque emparentadas, no son lo mismo, ni en su origen ni en sus características.

La termoclina es la capa de transición entre la masa de agua oceánica superficial, calentada por la luz solar y la agitación generada por el viento y el oleaje, y las gélidas aguas de las profundidades. Y su profundidad y grosor depende y oscila según la época del año y de la localización de océano o masa oceánica de que se trate. Salvo en las 'orillas' oceánicas, siempre se presenta a una considerable distancia del suelo oceánico. O si se prefiere ver así, la capa superficial de agua caliente y agitada es siempre más estrecha que la helada capa inferior. Y en lo tocante al grosor o espesor de esta capa de transición, por regla general es considerable, pudiendo llegar a ser de varios miles de metros.

Por el contrario, las haloclinas presentan un grosor mucho más modesto, de apenas unos metros, en el cual quedan atrapadas muchas pequeñas partículas como restos de organismos que no son

¿QUÉ PASARÍA SI EL MEGALODÓN ATRAVESARA LA HALOCLINA?

Como en la película, los problemas comienzan cuando se rompe esta barrera y algún habitante del océano oculto accede a las aguas superiores. Claro que, en la realidad, las víctimas son las criaturas que han escapado de su medio. A semejantes profundidades hace mucho que ha dejado de llegar la luz del sol. Por ello, los organismos productores primarios de este ecosistema no realizan la fotosíntesis, sino un proceso equivalente denominado quimiosíntesis gracias al cual convierten compuestos inorgánicos en alimento. Una consecuencia de no ser fotosintéticos es que no producen oxígeno; lo que implica que todos los organismos en ese entorno, por fuerza, han de ser anaeróbicos. Y no solo eso, sino que, del mismo modo que los organismos que dependemos del oxígeno no podemos sobrevivir en un medio con déficit del mismo, la práctica totalidad de los organismos anaeróbicos mueren tan pronto son expuestos a un medio con oxígeno; lo que, de hecho, es el principal problema de los oceanógrafos a la hora de llevarlos a la superficie para estudiarlos, porque no pueden sacarlos de su entorno.

los suficientemente densos para atravesarla, por lo que quedan suspendidos en ella por el enorme empuje de las aguas hipersalinas (e hiperdensas), hasta constituir una capa o franja tan atestada que puede dar la impresión de ser el fondo. Pero es que, además, estas haloclinas pueden contener o estar formadas por el sulfuro de hidrógeno producido por las bacterias que residen en el fondo marino, dado que el sulfuro de hidrógeno -en esas condiciones de presión y temperaturas, en estado líquido- tiene una densidad apropiada para quedar atrapado o suspendido en esta zona de transición. Más aún, bajo estas haloclinas se han descubierto, en las aguas hipersalinas de la depresión subyacente, numerosas especies desconocidas hasta entonces para la ciencia y perfectamente adaptadas a ese entorno.

MIGUEL BARRAL

LA FICHA

- **Título** 'Megalodón' ('The meg').
- **Año** 2018.
- **Director** Jon Turteltaub.
- **Guión** Belle Avery, Dean Georganis, Erich Hoerber, Jon Hoerber, James Vanderbilt.
- **Reparto** Jason Stachan (Jonas Taylor), Li Bingning (Suyin Zhang)...
- **Sinopsis** Cuando Jonas Taylor acude al rescate del submarino de investigación 'Origin', averiado en las profundidades marinas, provoca que un megalodón los persiga hasta las aguas superficiales, sembrando el terror y devorando a todos los que se ponen a su paso.