



Bosques secos estacionales en los trópicos

En la América tropical, desde México y las islas del Caribe hasta la Argentina, existen formaciones boscosas con características propias que llaman la atención de los investigadores desde hace años. Aparecen sobre el mapa en forma altamente fragmentada y tienen una estación seca de entre tres y seis meses, en la que llueve menos de 100mm mensuales y numerosos árboles pierdan sus hojas. Mediante datos del registro fósil y estudios filogenéticos se ha estimado que esos bosques pudieron haber aparecido hace unos 1,8 millones de años, durante el Pleistoceno, aunque también es posible que sean bastante más antiguos.

A lo largo de años de observación y estudio, los científicos notaron que dichos bosques secos estacionales son peculiares por su diversidad y su composición de especies. A pesar de haberse identificado en ellos numerosos árboles que solo se encuentran en determinados sitios (denominados técnicamente *endemismos*), varias familias son dominantes en toda su distribución geográfica. Para explicar esto se recurrió a la *teoría de los refugios*, del ornitólogo alemán Jürgen Haffer (1932-2010), quien postuló en 1969, a partir del estudio de las aves de la selva amazónica, que los cambios climáticos durante la era glacial determinaron la variabilidad de la biodiversidad en esa selva. Se puede deducir, entonces, que las zonas donde están las áreas boscosas comentadas en esta nota, al recibir abundantes lluvias, se habrían cubierto de bosques húmedos, refugio de numerosas especies. Pero debido a los cambios climáticos, podrían haber aparecido después áreas más secas y en ellas se habrían expandido estos bosques, los que incluso podrían haber cubierto extensiones continuas, en contraste con su fragmentación actual.

En estos momentos un extenso grupo de investigadores de instituciones

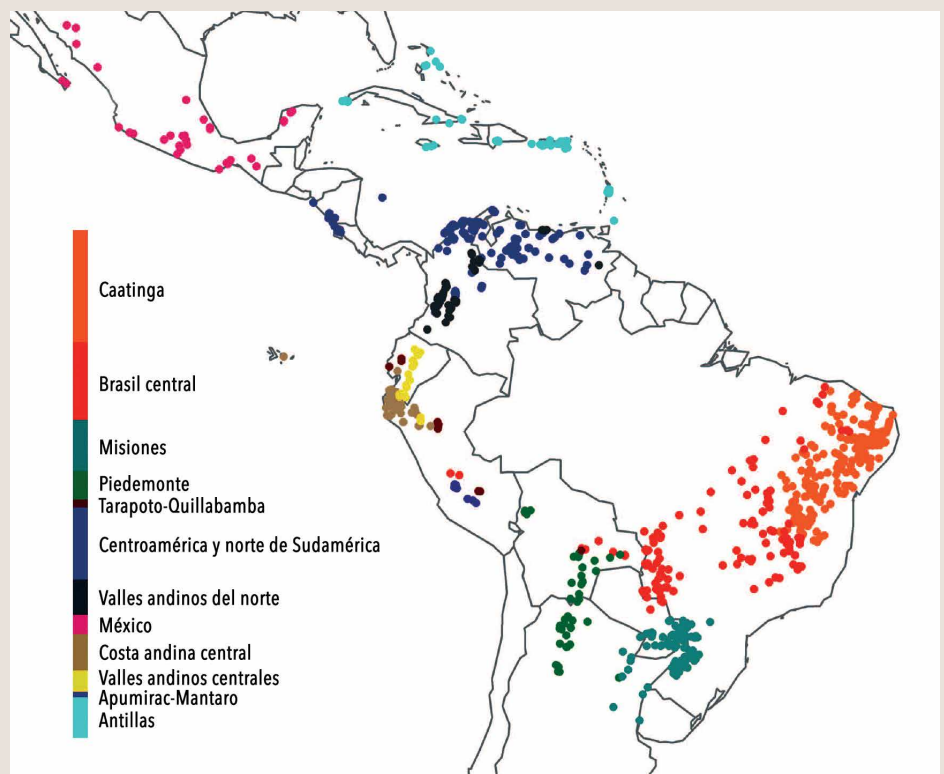
europeas y americanas –entre ellas las universidades nacionales de Rosario y de Salta en la Argentina– procura comprender la flora de los bosques secos estacionales de los trópicos americanos y promover su conservación. Reunió una extensa base de datos sobre 4660 especies leñosas recogidas en 835 inventarios florísticos indicados en el mapa, y llevó a cabo un análisis que apunta a determinar si el patrón de distribución de las especies está relacionado con el advertido en el Amazonas. Mediante métodos estadísticos comparativos, el grupo determinó que en los bosques secos estacionales americanos se pueden definir doce grupos florísticos que se diferencian netamente en su composición. Al mismo tiempo, entre el 23 y el 73% de las especies son exclusivas de cada grupo, lo que significa un nivel alto de endemismos.

Hoy estos bosques, que han quedado reducidos al 10% de su extensión original, se encuentran en un estado crítico de conservación, con escasas áreas intactas e ínfimas protegidas. Su escala continental plantea la necesidad de un programa regional de conservación, que contemple especialmente sus partes desprotegidas y modificadas por la agricultura y la ganadería, como ciertas zonas de Perú (por ejemplo, Apurímac-Mantaro y Tarapoto-Quillabamba). La ausencia de protección traerá como consecuencia, entre otras, la pérdida de especies únicas. **CH**

Julieta A Mirabelli
julieta_mirabelli@yahoo.com.ar

Más información en BANDA-R K *et al.*, 2016, 'Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications', *Science*, 353, 6306: 1383-1387, doi: 10.1126/science.aaf5080.

Distribución geográfica aproximada de los bosques secos estacionales americanos. La longitud de las barras coloreadas es aproximadamente proporcional a la extensión cubierta por cada tipo de bosque.



¿Cuánto podemos vivir?

El incremento del bienestar en todo el mundo elevó de forma sostenida la expectativa de vida de los seres humanos. En términos globales, esa expectativa continúa creciendo a fuerza de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables. La vacunación, la asistencia médica primaria, el acceso al agua potable y a una alimentación balanceada son medidas que se busca hacer llegar al total de la población. Pero en los países industrializados la esperanza de vida dejó de crecer en los últimos años. Esto se debe, entre diversas causas, al aumento de ciertas enfermedades no transmisibles, como las patologías asociadas con una mala alimentación, la sobrealimentación y el sedentarismo.

A la luz de este cambio en la distribución de las edades en las que las personas mueren, se han generado controversias acerca del límite de edad válido para nuestra especie. La esperanza de vida máxima se considera como una característica estable de las especies animales, al contrario de lo que ocurre con la esperanza de vida promedio. Para los humanos, el máximo comprobado corresponde a Jeanne Calment (1875-1997), quien vivió hasta los 122 años en Arles, en Provenza. Sin embargo, estudios en organismos modelo demostraron que este máximo puede modificarse mediante alteraciones genéticas y farmacológicas.

Una publicación reciente, que sugiere la existencia de una edad máxima de vida en humanos, puso en discusión estas cuestiones. Algunos investigadores niegan que haya tal límite y argumentan que las herramientas disponibles de la estadística matemática no permiten

medirlo. Otros sugieren, con argumentos sólidos, que los avances tecnológicos y el aumento promedio de la expectativa de vida permitirán con el tiempo que se eleve la expectativa máxima de vida.

Esta última hipótesis se puso a prueba partiendo de que, si tal límite no existiera o no fuera observable, las personas con mayor sobrevida deberían con el tiempo morir a edades cada vez mayores. Pero lo observado en países con buena información estadística refuta esta hipótesis, pues el lapso de sobrevida de los más ancianos llegó a un pico en 1980 y no aumentó desde entonces.

La idea de que exista un límite natural no implica que esté regulado genéticamente, ya que un mecanismo como este no podría haberse seleccionado directamente durante nuestra evolución dado que muy pocos individuos alcanzan esa edad. En condiciones protegidas de vida, un ratón no sobrepasa los 1000 días de vida, un perro vive aproximadamente 5000 y los humanos alrededor de 29.000. Este hecho indica que los relojes internos que miden el tiempo desde la concepción son distintos y están regulados por programas genéticos que establecen tiempos de desarrollo, crecimiento, maduración y reproducción, y son producto de 3700 millones de años de evolución. Pero esos relojes



Jeanne Calment en 1895 y 1995, con 20 y 120 años.

no regulan la edad de la muerte, si bien el envejecimiento es un efecto colateral de ellos. La discusión está abierta. **CH**

Federico Coluccio Leskow
federico@cienciahoy.org.ar

Más información en OLSHANSKY SJ, 2016, 'Ageing. Measuring our narrow strip of life', *Nature*, 538: 175-176, doi: [10.1038/nature19475](https://doi.org/10.1038/nature19475), y en BROWN JL, ALBERS CJ & RITCHIE SJ, 2017, 'Contesting the evidence for limited human lifespan', *Nature*, Brief Communications Arising, 546: E6-E21, doi: [10.1038/nature22784](https://doi.org/10.1038/nature22784).

Choquemos los cinco

Como se sabe, en la base de la expresión coloquial del título está el hecho de que tenemos cinco dedos en cada mano. ¿De dónde vienen esos cinco dedos, que compartimos con la mayoría de los tetrápodos, es decir con un grupo de vertebrados dotados de dos pares de miembros locomotores, el que comprende a los mamíferos, los anfibios, los reptiles y las aves (en estas la evolución convirtió a los miembros anteriores en alas)? Cuando aparecieron los primeros tetrápodos en la era paleozoica, hace unos 380 millones de años, vivían en el agua. Pero rápidamente (en el lapso de unos diez millones de años) se aventuraron sobre tierra firme gracias a una innovación morfológica mayor: la aparición de adecuados miembros locomotores por transformación en patas de las aletas de sus ancestros, los peces.

En estos cambios, desempeñó un papel fundamental una familia de genes llamados *homeóticos*, o *genes hox*. Desde invertebrados, como las lombrices planas o *planarias* y las moscas, hasta vertebrados, estos genes determinan la organización corporal de los animales con simetría bilateral con respecto a ejes, como el que corre de la cabeza a la cola (o *eje cráneo-caudal*) o el que va de adelante hacia atrás (o *eje antero-posterior*). Gracias a ellos tenemos la cabeza, los brazos, el tórax, el abdomen... en su lugar. Las mutaciones de los genes *hox* tienen efectos espectaculares: pueden dar lugar, por ejemplo, a moscas que poseen patas en lugar de antenas.

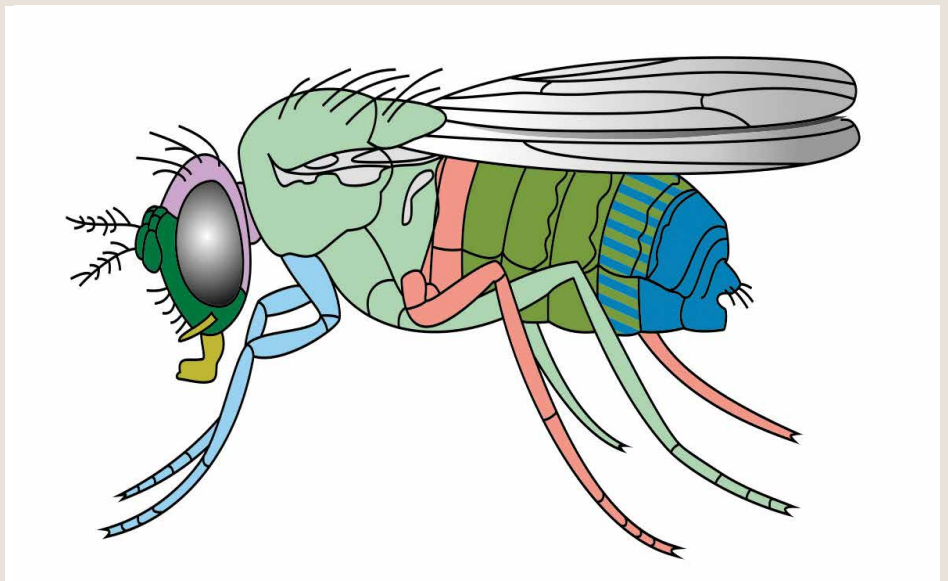
Los genes *hox* se encuentran juntos en un cromosoma en un orden que está correlacionado con su función, es decir, con la manera en que regulan el organismo. Así, el desarrollo de las distintas partes del cuerpo con respecto a dichos ejes depende de la activación o encendido de los genes *hox* responsables de

cada segmento. El proceso de encendido y apagado de genes se conoce como *regulación de la expresión génica*, algo requerido para el correcto desarrollo embrionario, entre otras funciones. Los estadounidenses Edward B Lewis (1918-2004) y Eric F Wieschaus (1947-) y la alemana Christiane Nüsslein-Volhard (1942-), justamente, recibieron el premio Nobel de fisiología o medicina de 1995 por sus investigaciones sobre el control genético del desarrollo embrionario en el que intervienen los genes *hox*.

En los vertebrados, un grupo de genes *hox* que se originaron por duplicación regula la diferenciación de distintos segmentos de los miembros, entre ellos el brazo, el antebrazo, la mano y los dedos. La inhibición mutua entre esos genes resulta indispensable para la formación de cinco dedos y no más. Si se impide en ratones dicha inhibición mutua, pueden nacer *polidáctilos*, como se denomina generalmente a los que tienen más de cinco dedos.

Mediante ingeniosos experimentos se concluyó que es indispensable que solo un gen *hox* se exprese por célula en un momento preciso del desarrollo de las extremidades para que un tetrápodo tenga cinco dedos. Si no es así, el animal será polidáctilo. Los estudios de fósiles demuestran que los primeros tetrápodos tenían entre seis y ocho dedos. ¿Por qué la mayoría de los tetrápodos actuales no tiene más que cinco? El proceso de regulación mutua de los genes *hox* comienza a contestar esa pregunta o, por lo menos, a develar algunos mecanismos en juego. Pero saber qué explica estos resultados de la evolución no está hoy aún a nuestro alcance. **CH**

Más información en 'Les secrets dévoilés des gènes qui nous donnent cinq doigts... et pas un de plus', *La Recherche*, 516, diciembre de 2016, y en Gehring WJ, 1998, *Master Control Genes in Development and Evolution, The Homeobox Story*, Yale University Press.



Esquema de una mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) en el que los distintos colores indican las partes de su cuerpo gobernadas por cada uno de ocho genes del cromosoma 3 del insecto. (Este mide entre 2 y 2,5mm; los machos son algo más pequeños). Wikipedia Commons

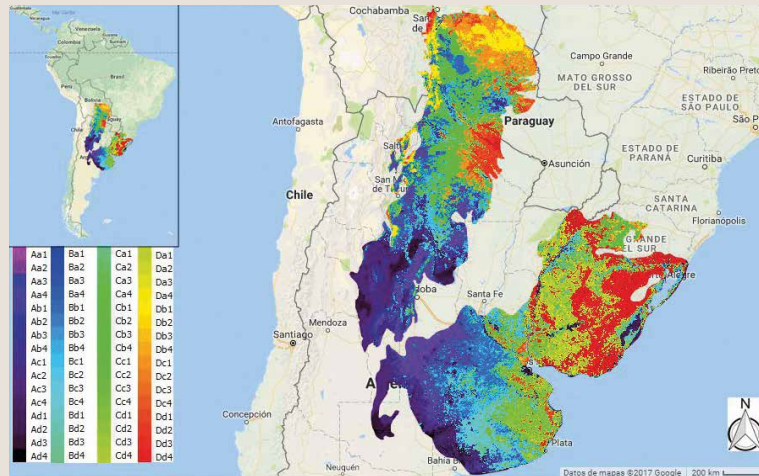
Para conocer la Tierra

Quienes estudiaban la vegetación en la Argentina hace cuarenta años usaban fotos aéreas tomadas unos veinte años antes. Ocasionalmente, contaban con imágenes satelitales de alguna porción del planeta. Para obtener datos climáticos elementales (temperatura media, precipitación, radiación incidente) debían gestionar una carta oficial y copiarlos con papel y lápiz en las oficinas del Servicio Meteorológico. Conseguían

datos topográficos en forma de cartas de curvas de nivel, pero para diversas porciones de la Argentina no las había. Con el tiempo, la información se hizo más accesible, pero siguió algo dispersa y relativamente escondida. Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>) ha cambiado totalmente lo anterior.

Seguramente el lector usa de modo habitual los mapas de calles y la vista satelital que ofrece Google Earth. ¿Qué novedad trae Google Earth Engine? Sucede que muchas investigaciones de disciplinas como las ciencias de la tierra y la atmósfera, la biología, las ciencias agrarias y la sociología requieren bastante más que ver una imagen de la Tierra. Necesitan datos sobre suelos, vegetación, clima, topografía, población, biodiversidad, emisiones de gases, transformación de la energía, entre otros, que permitan advertir y cuantificar tendencias, sonar alarmas, sugerir decisiones.

Esta es la novedad de Google Earth Engine, pues consiste en una plataforma de internet que reúne una enorme cantidad y diversidad de datos, la mayoría de los cuales cubre toda la superficie terrestre, y brinda capacidad informática para procesarlos. Una alta



Tipos funcionales de los ecosistemas del Chaco semiárido y pastizales del Río de la Plata. Los tipos funcionales de ecosistemas revelan la productividad de la vegetación y su variación estacional e interanual. El mapa fue derivado de datos satelitales disponibles en Google Earth Engine. Cada pixel tiene 5ha y sintetiza 23 datos anuales desde 2000.

proporción son imágenes satelitales. Imagine la Tierra dividida en cuadrados de 30m de lado. Agregue a cada cuadrado una decena de datos que describen formas terrestres y acuáticas, nubes, vegetación, temperatura, etcétera. La foto inicial de ese cuadrículado archivada en la plataforma data de mediados de 1982, a partir de cuando y hasta hoy se agregó otra cada 16 días, de donde resultan casi 800 instantáneas, cada una con una decena de datos, para unos cinco mil millones de celdas del empaquetado. Este es solo uno de los conjuntos de datos disponibles gratuitamente en Google Earth Engine, provistos por las imágenes Landsat. Otros conjuntos se refieren a topografía, temperatura, precipitación, suelo, productividad, población, etcétera.

Usar Google Earth Engine no es tan sencillo como Google Earth o Google Maps. Hace falta saber algo de programación y de sistemas de información geográfica. Un pequeño esfuerzo para un gran premio. Por ejemplo, en el tiempo que habría llevado escribir la carta oficial para pedir datos climáticos al Servicio Meteorológico de entonces, se pueden obtener tres mil millones de datos de temperatura superficial en la

Argentina, dos por kilómetro cuadrado cada ocho días desde 2000 hasta la fecha. ¿Preocupado porque su vieja computadora no podrá procesar tanta información, por ejemplo, determinar la temperatura media anual de cada kilómetro cuadrado del país? Hacerlo requiere promediar la temperatura de la madrugada y la tarde de cada día 45 veces para cada uno de 17 años y cada uno de los dos millones de km² del territorio. Tranquilícese: solo tiene que pedirlo y lo hará en minutos, incluido un mapa que grafique los resultados, algún procesador que está esperando sus instrucciones día y noche en algún lugar del mundo. Para un investigador, es como tener la lámpara de Aladino en el escritorio. **CH**

Martín Oesterheld
oesterhe@agro.uba.ar
Camilo Bagnato
bagnato@agro.uba.ar

Más información en ALCARAZ-SEGURA D *et al.*, 2013, 'Environmental and Human Controls of Ecosystem Functional Diversity in Temperate South America', *Remote Sensing*, 5: 127-154, doi: 10.3390/rs5010127, <http://www.mdpi.com/2072-4292/5/1/127>.