

La fenología nos alerta del cambio climático

por Oscar Gordo

La fenología estudia los eventos naturales recurrentes en relación al clima. Es decir, fenómenos tales como la floración, el salido de las hojas o la fructificación de las plantas, la aparición de los insectos o la llegada y emigración de las aves. Los cambios detectados en estos pautos confirman que nuestro planeta está inmerso en un proceso de calentamiento global.

Los sucesos biológicos que se repiten año tras año definen mucho mejor el paso de las estaciones que el calendario astronómico y basta echar un vistazo al refranero para comprobar que han llegado a formar parte de nuestra cultura (Cuadro 1). Este hecho también se refleja en la larga tradición de estudiar los eventos naturales recurrentes, cuyos registros más antiguos se remontan al siglo IX y aluden a la floración de los cerezos en Japón. En Europa, los primeros datos conocidos están fechados en 1736 y se deben a Robert Marsham, un terrateniente inglés que comenzó a anotar las fechas en que brotaban y florecían diversas especies de plantas en sus propiedades, así como la fecha en que llegaban las golondrinas, cantaba el cuco o croaban las ranas. Su afición se fue heredando de padres a hijos durante siete generaciones, dando lugar a un increíble registro de 211 años de duración (1).

Poco después, a mediados del siglo XVIII, Linneo publicó la primera metodología para llevar a cabo observaciones fenológicas, lo que impulsó la recogida sistemática de datos en algunas localidades suecas, varias de las cuales siguen con esta labor hasta el día de hoy (2). En esencia, los métodos propuestos por Linneo son los mismos que se siguen usando actualmente en fenología.

A partir de mediados del siglo XIX la fenología se convierte en una disciplina muy popular y muchos países europeos crearon redes de observatorios fenológicos, normalmente coordinados por los servicios meteorológicos. Los eventos fenológicos se incluyeron como un parámetro más a registrar, porque son buenos indicadores del paso de las estaciones. En una época en que la instrumentación era escasa, cualquier otra medida que ayudase a cuantificar las variaciones del clima, simplemente mediante la observación, resultaba del máximo interés. Estas redes también tenían un objetivo claramente aplicado, ya que conocer mejor los factores ambientales que controlan el ritmo estacional de las plantas permite mejorar las prácticas agrícolas; por ejemplo, seleccionando las variedades de cultivo más apropiadas para cada región.

El resultado ha sido que los registros fenológicos gozan de una amplitud geográfica y temporal difícilmente imaginable para cualquier otro parámetro relacionado con la biología. Dicho éxito se debe a que las redes fenológicas se han basado principalmente en voluntarios sin formación especializada: cualquiera es capaz de percibir el paso de las estaciones y los cambios que conllevan y, por lo tanto, puede convertirse en un observador capaz de anotar multitud de eventos naturales.

Historia de la fenología en España

En España, por el contrario, no contamos con una tradición tan larga en cuanto a registros fenológicos. Uno de los primeros se debe al boránico valenciano Antonio José Cavanilles (1745-1804), que anotó la fecha de llegada de las cigüeñas a Madrid entre 1796 y 1802, dando como promedio el 28 de enero. Por lo tanto, podemos afirmar que el calendario que seguía la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) hace doscientos años era muy similar al de antes de que empezase a invernar en la Península. Este simple ejemplo pone de manifiesto el valor de los registros fenológicos. La llegada anual de un ave es un fenómeno inequívoco y único, un dato muy simple de recoger y perfectamente comparable entre observadores, localidades y años.

Más registros de carácter anecdótico sobre la llegada de ciertas aves pueden hallarse en los primeros tratados de ornitología ibérica, publicados durante el siglo XIX por diversos autores extranjeros que visitaron la Península en busca de su riqueza faunística. Tales registros se convierten en un valioso legado, pues nos permiten tener una idea del calendario fenológico de numerosas aves migratorias mucho antes de que se produjera, no ya el reciente cambio climático, sino otros fenómenos como el aumento de la población o las alteraciones del paisaje.

◀ En la página anterior, espectacular floración de la dedalera (*Digitalis purpurea*). Los primeros registros fenológicos estaban basados en el ciclo vital de las especies vegetales y, de hecho, los más antiguos aluden a la floración de los cerezos en Japón hace más de mil años (foto: Jacobo Hernández).

Cuadro 1 La fenología y el refranero

Algunos refranes que recogen el saber popular sobre eventos fenológicos utilizados como indicadores del paso de las estaciones.

- Por enero florece el romero.
- Por San Raimundo, viene el golondrino del otro mundo (23 de enero).
- El sol de febrero soca el logorro del agujero.
- Por San Blas la cigüeña verás (3 de febrero).
- Marzo trae las hojas y noviembre los despojos.
- De marzo o lo mitad, el golondrino viene y el tordo se va.
- El 3 de abril, el cuclillo ha de venir.
- En abril, florece el jardín.
- La abeja y el ovejo, en abril dejen el pellejo.
- Aporte de otros cosas, en abril lilas y en mayo rosas.
- El lino, temprano o tardío, por San Juan florido (24 de junio).



▲ Bando de cigüeñas blancas (*Ciconia ciconia*) en un sembrado. Estas agrupaciones son frecuentes durante la invernada y antes anunciaban el inicio de la migración (foto: José Luis Gómez de Francisco).

El primer intento de establecer estudios fenológicos en España se remonta al año 1883 y fue obra de Miguel Merino, director del Observatorio Astronómico de Madrid, al que no acompañó el éxito. Entre 1913 y 1916 se publicaron en el *Anuario del Observatorio Central Meteorológico* registros que demostraban el interés creciente por la fenología en nuestro país. Un par de décadas antes ya se habían empezado a recoger en Cataluña y Baleares ciertos eventos naturales gracias a iniciativas de carácter local o regional impulsadas por institutos y asociaciones meteorológicas. Todos estos esfuerzos culminaron en 1921 con la creación del Servei Meteorològic de Catalunya, que incorporó los registros fenológicos a su densa red de estaciones meteorológicas y dio lugar a las primeras observaciones sistemáticas. Los eventos que registraba el Servei Meteorològic eran muy similares a los de otros países, aunque hubo que adaptar la lista de especies estudiadas a las plantas y los animales más comunes en las regiones mediterráneas. Por desgracia, esta institución desapareció en 1939 a raíz de la Guerra Civil y, lo que es peor, también casi toda la información que había generado y acumulado durante sus casi veinte años de existencia. Sólo algunos registros han logrado sobrevivir hasta hoy, pero son suficientes para demostrar que, a principios del siglo XX, la fecha de llegada de ciertas aves era similar a la actual (3). Esta aparente uniformidad no debería restar importancia a la amenaza potencial que supone el cambio climático, tanto para las aves migratorias como para la biodiversidad en general dentro del ámbito mediterráneo (4).

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
CLIMATOLOGÍA: Estudios Fenológico-agrícolas

Provincia: *Caceres* Pueblo: *Talavera de la Reina*
OBSERVADOR D. *Justino Lopez*
Mes de: *ABRIL* de 1972

Durante este mes han estado los siguientes días las siguientes plantas:

| | |
|----------------------|-----------|
| <i>Alamo</i> | <i>12</i> |
| <i>Almo</i> | <i>10</i> |
| <i>Acacia</i> | <i>14</i> |
| <i>Moral</i> | <i>9</i> |
| <i>Certero</i> | <i>19</i> |
| <i>Higuera</i> | <i>28</i> |
| <i>Peral</i> | <i>19</i> |
| <i>Maurano</i> | <i>21</i> |
| <i>Castano Indio</i> | <i>13</i> |

▲ Modelo de tarjeta utilizada para enviar datos fenológicos a los centros territoriales del Servicio Meteorológico Nacional.

La primera red fenológica de ámbito estatal fue creada en el año 1942, cuando el antiguo Servicio Meteorológico Nacional (el actual Instituto Nacional de Meteorología) hizo un llamamiento en busca de observadores voluntarios para establecer una red de seguimiento. Más de doscientos personas res-

pondieron a aquella convocatoria y recibieron los primeros ejemplares con las reglas para recoger observaciones fenológicas, junto con un listado de especies y las distintas fases a observar. Los primeros datos empezaron a recabarse durante el otoño de ese mismo año.

Diez años más tarde, la red contaba con varios cientos de observadores repartidos por toda España, parte de Marruecos y el Sahara Occidental. Entre los voluntarios había agricultores, maestros, párrocos y militares, muchos de ellos vinculados al Servicio Meteorológico Nacional por encontrarse a cargo de alguna de sus estaciones. Otros ya habían formado parte de la red catalana y se integraban ahora en la nueva iniciativa estatal. De hecho, tanto la metodología como la lista de especies y los eventos a controlar coincidían casi exactamente con los criterios del Servei Meteorològic y, en consecuencia, eran similares a los de otros países (Cuadro 2).

La red fenológica del Instituto Nacional de Meteorología sigue funcionando hoy prácticamente igual que en sus inicios, lo que ayuda a mantener la homogeneidad de los datos recogidos desde hace más de sesenta años. Los voluntarios siguen anotando en sus cuadernos de campo las observaciones fenológicas con la misma metodología y cada mes las remiten a sus respectivos centros regionales, desde donde son enviadas a los servicios centrales del Instituto Nacional de Meteorología en Madrid, donde quedan archivadas, se analizan y sirven para elaborar sus informes anuales.

El papel actual de la fenología

Este componente popular de la fenología ha hecho que fuera considerada más como un pasatiempo de naturalistas, gentes del campo y clérigos, que como una auténtica ciencia. Por suerte o por desgracia, según se mire, vuelve a estar de moda gracias al reciente cambio climático. Muchos científicos han demostrado el valor de esta antigua disciplina para estudiar los impactos del calentamiento global que sufre el planeta, lo cual les ha llevado a buscar los registros más antiguos para determinar si los seres vivos están respondiendo o no a los cambios ambientales. La validez de la fenología para detectar alteraciones climáticas es evidente, ya que los ciclos vitales de los seres

vivos han de estar perfectamente sincronizados con las estaciones y éstas, a su vez, están gobernadas por el clima.

Un número creciente de estudios vienen demostrando los efectos del cambio climático en una amplia variedad de parámetros biológicos y en todo tipo de especies (desde el plancton marino unicelular hasta los vertebrados), en cualquier ámbito geográfico (desde los polos hasta los trópicos) y tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos (5). Por lo tanto, parece que nadie se salva en esta era de cambios globales. Y, de hecho, la fenología ha sido uno de los primeros parámetros biológicos estudiados que ha ofrecido evidencias de dichos cambios.

Las plantas, en concreto, son especialmente adecuadas para detectar los efectos del clima en los ciclos vitales. Al estar inmóviles y no poder protegerse de las inclemencias atmosféricas, acusan íntegramente y reflejan con plena fidelidad cualquier influjo del medio físico que las rodea. Las fluctuaciones interanuales que se observan a lo largo de su ciclo vital (brotación, floración, fructificación o defoliación) se relacionan estrechamente con las condiciones climáticas de cada año. Como resultado, puede afirmarse que la primavera se está adelantando mientras que el otoño se está retrasando (6), si bien los cambios primaverales son mucho más marcados.

Las alteraciones detectadas localmente gracias a los eventos fenológicos se han corroborado después a escala planetaria mediante mediciones por satélite, lo cual refuerza aún más la utilidad de estos fenómenos como indicadores del cambio climático. Las mismas alteraciones que afectan al ciclo vital de las plantas repercuten en la productividad vegetal (lo que altera el balance de carbono en los ecosistemas terrestres), la competencia entre especies y las interacciones con otros organismos heterótrofos, como los insectos herbívoros y polinizadores (7).

Los insectos también son muy adecuados para estudiar los efectos del clima. Al ser pequeños y poiquilotermos, tanto su actividad como su desarrollo dependen de las condiciones ambientales, en especial de las variaciones en la temperatura. Por lo tanto, si ésta cambia cabe esperar que también lo hagan sus ciclos vitales. La mayoría de los estudios se han centrado en las mariposas, ya que muchos programas de seguimiento a largo plazo se ocupan de ellas en diferentes países, y los resultados también son claros: la aparición primaveral se está adelantando debido a un desarrollo más rápido, resultado a su vez de unas temperaturas cada día más altas. Ciertas especies pueden completar más generaciones en una sola temporada, lo que potencialmente incrementaría sus poblaciones, aunque el efecto llega a convertirse en un problema si se trata de insectos capaces de formar plagas.

Las aves también han protagonizado incontables estudios que prueban los efectos del cambio climático (8) y nosólose basan en sus migraciones, sino también en aspectos tales como la distribución geográfica, el tamaño de las poblaciones, los procesos de selección sexual, el calendario de cría o el éxito reproductor. La ornitología también goza de una larga tradición y ha permitido estudiar ciertas regiones, poblaciones y especies desde hace décadas. Bien es cierto que la fenología migratoria recibe una mayor atención, dada la popularidad de este fenómeno y lo fácil que resulta registrar el primer y el último avistamiento de una especie en una localidad dada. Tanto es así que el momento en que llegan o se van ciertas aves es un indicador clásico del paso de las estaciones.

Las migraciones y la evidencia del cambio global

La mayoría de los estudios han encontrado que las aves migratorias cada vez llegan antes a sus áreas de cría (2, 8). El adelan-



◀ Chopos (*Populus nigra*) en follaje otoñal a orillas del río Vero (Huesca). La caída de la hoja es un evento natural clásico en cualquier registro de datos fenológicos (foto: David Gámez).

Cuadro 2 La fenología en Internet

Direcciones útiles para conocer mejor las aplicaciones de la fenología y su utilidad a la hora de detectar el cambio climático.

Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC):

<http://www.ipcc.ch>

Agencia Ambiental Europea (EEA):

<http://local.es.eea.eurapa.eu/>

Red Fenológica Europea (EPN):

<http://www.dow.wau.nl/msa/epn/index.asp>

Phenological Observations and Satellite Data (NDVI) y Trends in the Vegetation Cycle in Europe (POSITIVE):

<http://www.farst.tu-muenchen.de/EXT/LST/MEIEO/positive/>

Instituto Nacional de Meteorología (INM):

<http://www.inm.es/>

Red Fenológica del Reino Unido (UKPN):

<http://www.naturescalendar.org.uk/>

Red Fenológica de Alemania (DWD):

<http://www.dwd.de/en/FundE/Klima/KLIS/daten/nkdz/fachdatenbank/datenkollektive/phaenologie/index.htm>

Red fenológica de Holanda:

<http://www.natuurkalender.nl/>

Red Nacional Fenológica de los Estados Unidos (USA-NPN):

<http://www.uwm.edu/Dept/Geography/npn/>

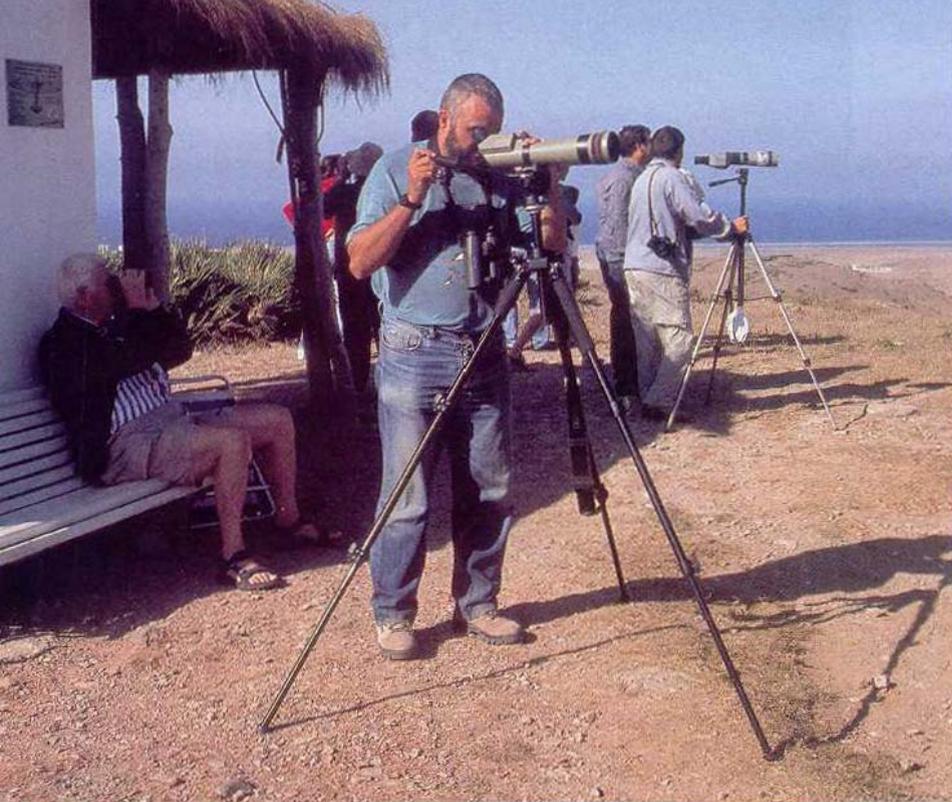
Spring Alive / BirdLife International:

<http://www.springalive.net/welcome.php?l=13>

Base de datos sobre fenología de aves

Además, la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) desarrollo diferentes programas de seguimiento para conocer el estado de las poblaciones de aves y poder detectar fluctuaciones causadas tanto por fenómenos naturales como por actividades humanas.

Los interesados en aportar o recoger información pueden visitar su página web (www.seo.org), concretamente el apartado de "Seguimiento de Aves" dentro del capítulo "Programas".



▲ Censo de aves migratorias en el estrecho de Gibraltar (foto: José Luis Gómez de Francisco).

clara ni hacia el adelanto ni hacia el retraso, lo que quizá signifique que sencillamente esta fase del ciclo vital de las aves no haya cambiado. Parece que los efectos del cambio climático no son tan agudos en otoño (3, 6).

Recientes cambios fenológicos en España

No hay muchos estudios sobre cambios a largo plazo en la fenología de plantas y animales referidos al área mediterránea, incluida la península Ibérica. Un trabajo pionero mvocomo escenario la localidad catalana de Cardedeu (9), gracias a las observaciones hechas desde 1952 por uno de los voluntarios de la red fenológica del Instituto Nacional de Meteorología. Los eventos fenológicos primaverales, como la floración, el brote de las hojas o la aparición de ciertos insectos, se han adelantado en los últimos cincuenta años en concordancia con el incremento de las temperaturas registradas en dicha localidad. Idénticas conclusiones se obtuvieron al analizar los cambios fenológicos en 19 especies de mariposas desde 1988 en El Cortalet, dentro del Parque Natural de los Aiguamolls de l'Empordà, la estación más antigua del Catalan Butterfly Monitoring

Scheme (10): las especies tendieron a adelantar diferentes fases de su ciclo vital en respuesta a un incremento de la temperatura cifrada en torno a 1°C.

Sin embargo, volviendo al caso de Cardedeu, la llegada de seis especies migratorias muy comunes, como la golondrina común (*Hirundo rustica*), el vencejo común (*Apus apus*), el cuco (*Cuculus canorus*), el ruiseñor (*Luscinia megarhynchos*), la abubilla (*Upupa epops*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*), no ha cambiado o incluso se ha retrasado (11). Como ya hemos esbozado antes, este comportamiento podría deberse al efecto que también ejercen las condiciones climáticas en sus cuarteles de invierno y quizá las sequías recurrentes del Sahel podrían estar detrás de este retraso (12). Por lo tanto, los efectos del clima sobre la fenología pueden ser complejos, especialmente en especies migratorias que tienen que enfrentarse a los cambios que afectan tanto a las áreas de invernada como a las de cría, lo que las hace doblemente vulnerables.

Otra estación de la red fenológica que destaca por la duración y la continuidad de sus registros es el Observatori de l'Ebre (3), situado en Tortosa (Tarragona). Como en el caso de Cardedeu, las plantas están adelantando sus fases primaverales (floración y salida de la hoja) y estivales (maduración de los frutos) desde mediados de los años setenta debido al incremento de las temperaturas. En cambio, este adelanto es menor al que se ha observado en la aparición de abejas y escarabajos de la patata (13), lo que parece indicar que el cambio climático está causando un desajuste temporal que afecta a las interacciones tróficas entre plantas e insectos (7). Por el contrario, no se aprecian diferencias en las fases otoñales, como la caída de la hoja, precisamente porque las temperaturas casi no han cambiado en esos meses.

Cabe añadir que la llegada de dos aves invernantes, como el zorzal común (*Turdus philomelos*) y el estomino pinto (*Sturnus vulgaris*), sí que se ha adelantado, al igual que la de golondrinas, vencejos y abubillas. La tendencia opuesta de estas tres últimas especies con respecto a Cardedeu podría explicarse por las peculiaridades de ambas poblaciones, fenómeno que también se da al comparar entre sí otros estudios. Por ejemplo, la cigüeña blanca ha adelantado diez días su llegada a Polonia, mientras que la ha retrasado más de una semana en la vecina Lituania. Por lo tanto, aunque pueda hablarse de un adelanto

to de la primavera en Europa y Norteamérica facilita el viaje hacia el norte, ya que hay más alimento disponible en fechas tempranas y la meteorología tiende a ser más benigna en general. Dado que llegar antes reporta importantes ventajas (permite ocupar los mejores territorios de cría, es más fácil encontrar pareja y las crías tienen mayores posibilidades de supervivencia), las aves están adelantando sus fechas de retorno para aprovechar mejor esta nueva situación climática.

A diferencia de plantas e insectos, el ciclo vital de un ave migratoria transcurre en lugares distintos (áreas de cría, invernada y paso), para explotar mejor las oportunidades que ofrece cada ambiente en las diferentes épocas del año. Ahora bien, los cambios climáticos acaecidos en cada una de esas zonas no tienen por qué seguir un patrón común. Por ejemplo, en el Sahel se han producido sequías muy severas, mientras que en Europa el régimen de lluvias no ha sufrido cambios significativos. Así, pese a los esfuerzos que se hicieron para favorecer a algunas poblaciones de cigüeña blanca en Europa occidental, la alta mortalidad que sufrían durante la invernada en África produjo una fuerte disminución de efectivos hasta principios de los años noventa. En el caso de las aves migratorias, conviene recordar que lo que vemos aquí es sólo una parte de su vida, mientras que lo que ocurre cuando están fuera podría explicar la aparente falta de respuesta adaptativa detectada en ciertas especies o poblaciones, que no han modificado sus hábitos o incluso han retrasado la fecha de llegada. Por otro lado, los ritmos endógenos determinados genéticamente que marcan el inicio y el fin de la migración podrían mostrar plasticidad a la respuesta adaptativa de los individuos ante los cambios que se están produciendo.

Curiosamente, se ha prestado menos atención a la fenología otoñal. A diferencia de la primavera, los cambios suelen ser más progresivos en otoño, tal y como se refleja en un proceso tan conocido como la caída de la hoja. La naturaleza va preparándose poco a poco para su reposo invernal y nos cuesta más trabajo darnos cuenta de lo que está pasando. Las aves migratorias también se van de forma más escalonada, casi furtivamente, y puedan pasar días antes de caer en la cuenta de que ya han dejado de verse.

Varios estudios a largo plazo sobre migración post-nupcial arrojan resultados variados. No se aprecia una tendencia

Hemeroteca

- Quercus 74 (abril 1992)**
Ref. 5301074 / 3'90 €
Efectos del cambio climático sobre los peces.
Carlos González-Lorenzo
- Quercus 145 (marzo 1998)**
Ref. 5301145 / 3'90 €
Cambio global y conservación de la biodiversidad.
Rogelio Barasa y Miquel Valls
- Quercus 162 (agosto 1999)**
Ref. 5301162 / 3'90 €
Evidencias científicas del cambio climático.
Miguel Ángel Rodríguez y Francisco Rodríguez-Trilles
- Quercus 210 (agosto 2003)**
Ref. 5301210 / 3'90 €
El cambio global y la alteración de los ecosistemas ecológicos: ¿pasa viejo o aguantando plaza nueva?
José A. Hódar, Regina Zamora y Jorge Castro
- Quercus 218 (febril 2004)**
Ref. 5301218 / 3'90 €
Efectos del cambio climático sobre las comunidades vegetales.
Luisa Lobos, Marc Estiarte y Jorge Pemáñez
- Quercus 223 (noviembre 2004)**
Ref. 5301225 / 3'90 €
El clima de mañana.
José Gabriel Slegård
- Quercus 243 (mayo 2006)**
Ref. 5301243 / 3'90 €
Las consecuencias del cambio climático en España.
Fernando Vellodoras

Inserimos un boletín de predicciones en el página 73

Congreso sobre migración de aves y cambio climático en Algeciras

El congreso internacional *Bird Migration and Global Change* (Migración de Aves y Cambio Global), organizado por la Fundación Migres, tendrá lugar entre el 28 y el 31 de marzo en Algeciras (Cádiz). Los temas a tratar por un centenar de reconocidos especialistas en la materia serán los cambios en el comportamiento de las aves, la propagación de nuevas enfermedades (como la gripe aviar), las técnicas de seguimiento de las migraciones a larga distancia, la conservación de corredores y lugares de descanso, los cambios en los patrones de distribución de las especies migratorias y su capacidad para convertirse en bioindicadoras del estrés ambiental.

Dirección de contacto: Fundación Migres - Carretera Nacional 340, km 967 - Huelva Grande - Pelayo - 11390 Algeciras - Cádiz - Telf. 956 67 98 57 - Correo electrónico: info@fundacionmigres.org - Página web: www.fundacionmigres.org

to general en la llegada de las aves migratorias, también hay que contar con casos particulares que incumben a distintas especies y poblaciones.

Ante esa variabilidad, propia de cualquier sistema biológico, habría que tratar con cautela los resultados obtenidos a partir de una sola serie temporal, ya que quizá no sean representativos de toda una región. Para obtener tales respuestas globales habría que revisar todos los estudios en conjunto (8) o emprender otros nuevos que se sustenten en las redes fenológicas y que abarquen toda la zona a estudiar e incluyan numerosas poblaciones. Pero, a pesar de la enorme cantidad de datos almacenados, hasta la fecha no se han analizado con la profundidad y el detalle que merecen (6). La falta de herramientas adecuadas hasta fechas recientes, como los ordenadores, capaces de procesar una enorme cantidad de información, ha sido sin duda una limitación para quienes intentaron analizar año a año los datos fenológicos.

En cualquier caso, el análisis de todas las observaciones sobre aparición de insectos y aves recogidas por la red fenológica española entre los años 1943 y 2004 permite afirmar que se ha producido un adelanto en la mayoría de las especies, aunque solamente desde mediados de los años setenta (13, 14).

Y en el futuro, ¿qué podemos hacer?

El número de observadores de la red fenológica española fue notable hasta principios de los años setenta, pero desde entonces ha caído en picado. Nadie ha sustituido a los observadores pioneros que se fueron retirando debido a la edad, lo que supone una pérdida no sólo de la localidad donde operaban, sino también de su valiosa continuidad en la recogida de datos. Es más, dicha continuidad ha sido y debería seguir siendo el objetivo primordial de una iniciativa a largo plazo como la red fenológica. Por desgracia, si la tendencia actual se mantiene, puede que la red desaparezca en cuestión de años. Después de varias décadas de esfuerzo por parte de centenares de voluntarios, es algo que debería evitarse a toda costa. Cualquiera puede ser observador de la red fenológica, lo único que tiene que hacer es contactar con el centro regional del Instituto Nacional de Meteorología más cercano (Cuadro 2) y allí le proporcionarán todo lo necesario para llevar a cabo sus observaciones.

Por otro lado, las nuevas tecnologías ofrecen perspectivas hasta ahora insospechadas para mejorar el funcionamiento de las redes fenológicas. Un buen ejemplo lo tenemos en el Reino Unido: con la desaparición de la red fenológica nacional en

1947, los registros quedaron relegados a unas pocas iniciativas individuales. En 1998 se inició un programa piloto para recopilar la recogida de datos de forma sistemática y a gran escala. Desde entonces, unos 13.000 voluntarios se han sumado a esta iniciativa gracias a la publicidad hecha en los medios de comunicación y al uso de un portal en Internet (Cuadro 2) donde los observadores pueden volcar sus datos de una forma rápida y sencilla, además de ver los resultados obtenidos hasta el momento mediante mapas y gráficas.

El cambio climático y la demostrada utilidad de la fenología como mecanismo para revelar el papel de ciertas especies como bioindicadores han aportado nueva savia a esta vieja ciencia. ✎

Bibliografía

- (1) Sparks, T.H. y Carey, P.D. (1995). The response of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record 1736-1947. *Journal of Ecology*, 83: 321-329.
- (2) Lehikainen, E.; Sparks, T.H. y Zalakevicius, M. (2004). Arrival and departure dates. *Advances in Ecological Research*, 35: 1-31.
- (3) Gordo, O. y Sanz, J.J. (2005). Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia*, 146: 484-495.
- (4) Moreno, J.M. (ed.) (2005). *Evolución preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (5) Gitay, H. y otros editores (2002). *Climate change and biodiversity*. Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Ginebra.
- (6) Menzel, A. y otros autores (2006). European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12: 1.969-1.976.
- (7) Visser, M.E. y Both, C. (2005). Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proceedings of the Royal Society of London (Series B)*, 272: 2.561-2.569.
- (8) Crick, H.Q.P. (2004). The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146: 48-56.
- (9) Comas, P. (1999). *Avanzamiento de la primavera i ajornament de la tardor*. Ayuntamiento de Cardedeu. Cardedeu.
- (10) Stefanescu, C.; Peñuelas, J. y Filella, I. (2003). Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*, 9: 1.494-1.506.
- (11) Peñuelas, J.; Filella, I. y Comas, P. (2002). Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8: 531-544.
- (12) Gordo, O. y otros autores (2005). Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? *Global Change Biology*, 11: 12-21.
- (13) Gordo, O. y Sanz, J.J. (2006). Temporal trends in phenology of the honey bee *Apis mellifera* (L.) and the small white *Pteris rapae* (L.) in the Iberian Peninsula (1952-2004). *Ecological Entomology*, 31: 261-268.
- (14) Gordo, O. y Sanz, J.J. (2006). Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology*, 12: 1.993-2.004.

Autor

Oscar Gordo Villoslada es biólogo y ha dedicado su tesis doctoral a los patrones espacio-temporales de la fenología migratoria en algunas aves transaharianas de la península Ibérica. Su principal línea de investigación se centra en los efectos del cambio climático sobre la fenología de animales y plantas en ecosistemas mediterráneos.

Agrodecimientos

A Juan José Sanz y Xavier Ferrer, que me animaron a escribir este artículo después de leer la introducción de mi tesis, y al Instituto Nacional de Meteorología, por facilitarme los datos que han sido la base de mis investigaciones en los últimos años.

Dirección de contacto:

Departamento de Ecología Evolutiva - Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) - c/ José Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 Madrid - Correo electrónico: ogordo@mncn.csic.es

▼ Oscar Gordo (derecha), junto a Sergio Sánchez Espada, compañera de fatigas durante la carrera y la tesis, en el transcurso de unas campañas ictiológicas por los ríos de Cataluña.

