EL PROGRAMA DE OBSERVACIONES FENOLÓGICAS EN EL OBSERVATORIO DE IZAÑA (TENERIFE)

Rubén del Campo Hérnández
Observatorio de Izaña, AEMET
rcampoh@aemet.es

RESUMEN: El Observatorio de Izaña está situado en la isla canaria de Tenerife, a 2371 metros de altitud, en las cercanías del Parque Nacional del Teide. Su ubicación en un dominio insular de alta montaña confiere a la flora del entorno una gran biodiversidad que queda reflejada en el alto número de especies endémicas existentes.
La observación fenológica de estas especies es por tanto muy interesante, teniendo en cuenta además que el Observatorio de Izaña, cuyos primeros 100 años de observaciones atmosféricas se celebraron en 2016, es uno de los más completos dentro del programa de Vigilancia Atmosférica Global de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las observaciones fenológicas son un complemento ideal a todo el trabajo de monitorización científica de la atmósfera.
En el presente artículo se describe el programa de observaciones fenológicas que se lleva desarrollando en Izaña desde 2014. Además de describirse el entorno y el clima de la zona, se detallan las especies seleccionadas, los estadios fenológicos en estudio y los métodos de observación, condicionados por el hecho de que la vegetación sea en su totalidad de tipo arbustivo o herbáceo.

INTRODUCCIÓN

La fenología se define, según la OMM, como el "estudio cronológico de las fases de la vida animal y vegetal en relación con el tiempo y el clima". Desde el Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) se la define como "la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acoplados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y con el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar". Esta es, sin duda, la definición más completa.

AEMET, con sus distintas denominaciones, mantiene un programa de observaciones fenológicas desde los años 40 del siglo XX. Gran parte de estas observaciones han sido realizadas en muchas ocasiones por colaboradores altruistas que residen en el medio rural, cuyas aportaciones son muy valiosas. Aunque se observan algunas especies vegetales y animales silvestres, el programa ha estado enfocado mayoritariamente a la observación de especies vegetales de alto interés agronómico, para mejorar la eficiencia de los cultivos.

Pero puede dársele a la fenología otro enfoque: el estudio del cambio climático. La propia OMM lo reconoce, afirmando que "la fenología es probablemente el método más simple y efectivo en relación con su coste para la observación de los efectos de los cambios en la temperatura y, por lo tanto, se ha convertido en una importante herramienta en la investigación del cambio global".

El Observatorio de Izaña es un lugar privilegiado para la observación fenológica enfocada a esta vertiente: por un lado, cuenta con una serie de datos climatológicos de un siglo de antigüedad en un entorno apenas afectado por la mano del hombre y en él, desde los años 80 del siglo pasado, se realizan medidas de altísima calidad de radiación solar y de

distintos componentes de la atmósfera, formando parte en la actualidad del programa de Vigilancia Atmosférica Global de la OMM; mientras que por otro, la mayor parte de la vegetación que crece en su entorno es endémica de las cumbres canarias e incluso de Tenerife, resultando por tanto muy vulnerables a posibles variaciones climáticas en el futuro.

Por todo ello, en 2013, se decidió establecer un programa de observaciones fenológicas en Izaña. Para ello, el autor del presente artículo participó en un curso de formación en fenología que se impartió entre septiembre y octubre de aquel año en el observatorio de Guadalajara y, una vez conocida la filosofía y el método de trabajo de AEMET, se puso en marcha dicho programa, cuyas observaciones corren a cargo del autor y de Cándida Hernández Hernández, ambos biólogos y técnicos de Vigilancia Atmosférica en Izaña.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL OBSERVATORIO DE IZAÑA

A continuación se van a describir brevemente algunos aspectos del entorno donde se encuentra ubicado el Observatorio de Izaña.

Localización

El Observatorio de Izaña se encuentra ubicado en la isla de Tenerife a 28°19'N, 16°30'W y 2371 metros sobre el nivel del mar, en la cima de una montaña con forma de meseta expuesta a los vientos, especialmente a las componentes del cuarto cuadrante que son las dominantes. Se halla en una zona de preparque nacional (Parque Nacional del Teide), la cual está protegida medioambientalmente por la "Ley del Cielo". Las condiciones ambientales del entorno son idénticas a las de las zonas circundantes pertenecientes al Parque Nacional del Teide. El Observatorio se halla normalmente sobre una capa de inversión de temperatura, generalmente bien establecida sobre la isla y libre de influencias antropogénicas locales.

A la izquierda, situación del Observatorio atmosférico de Izaña en la isla de Tenerife. A la derecha, dicha ubicación vista desde el este (Fuente: Google Earth).

Climatología

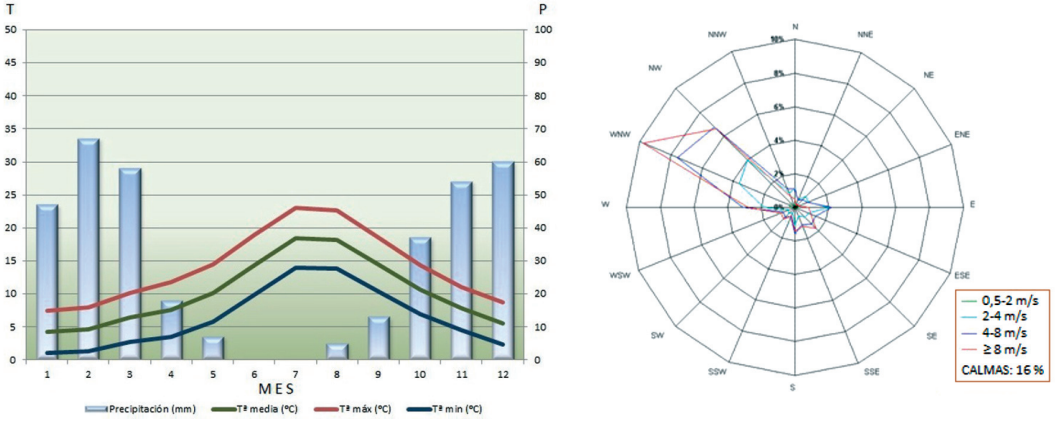
Merced a su localización subtropical próxima al trópico de Cáncer, las islas Canarias están afectadas prácticamente durante todo el año por el cinturón de altas presiones de

latitudes medias y, en concreto, por el flanco suroriental del anticiclón de las Azores. Este factor general, así como la altitud de la estación, determinan principalmente su clima. A dicha altitud se encuentra prácticamente en condiciones de troposfera libre, habitualmente muy por encima de la capa de inversión térmica cuasipermanente debida a la subsidencia (movimiento descendente de aire) asociada al anticiclón. La inversión separa la capa límite húmeda marina de la troposfera libre y produce el típico mar de nubes que puede verse en las costas de las islas (normalmente del norte).

Como consecuencia, el clima en la zona de la estación es extremadamente seco durante la mayor parte del año. No son raros valores de humedad relativa del 10 % e incluso menos. La insolación es muy alta, especialmente durante el verano, registrándose los valores más altos de toda España con 3449 horas al año. Las temperaturas sufren una oscilación significativa a lo largo del año en comparación con zonas más bajas del archipiélago canario, gracias al efecto atemperante del océano en estas zonas. El valor medio anual es de 10,2 °C. Las heladas son frecuentes en invierno, mientras que en verano se superan holgadamente los 25 °C de máxima. En las noches se produce un enfriamiento térmico significativo lo que lleva a una gran oscilación térmica diaria durante todo el año.

El régimen de precipitaciones es muy irregular. El promedio anual es de 392 mm, pero existen registros inferiores a 100 mm anuales y superiores a los 1000 mm en los años más lluviosos. La mayor contribución a la lluvia en la zona tiene lugar durante unos pocos días en invierno debido a los temporales atlánticos que afectan a las islas Canarias. En cambio, durante los meses estivales, las precipitaciones son prácticamente anecdóticas. Las nevadas suelen concentrarse entre los meses de noviembre y abril, aunque algunos años se registran también en octubre y mayo.

Los vientos claramente predominantes en la estación son los del cuarto cuadrante, especialmente las componentes WNW y NW. En ocasiones soplan con mucha intensidad cuando están asociados a perturbaciones atlánticas. Al paso de la depresión tropical Delta, en 2005, se registró una racha máxima de 248 km/h. Otro factor que influye en el clima de toda la región es la proximidad de las islas Canarias al continente africano. Las intrusiones de polvo africano tienen lugar durante un número significativo de días al año ocasionando una notable reducción de la visibilidad horizontal.



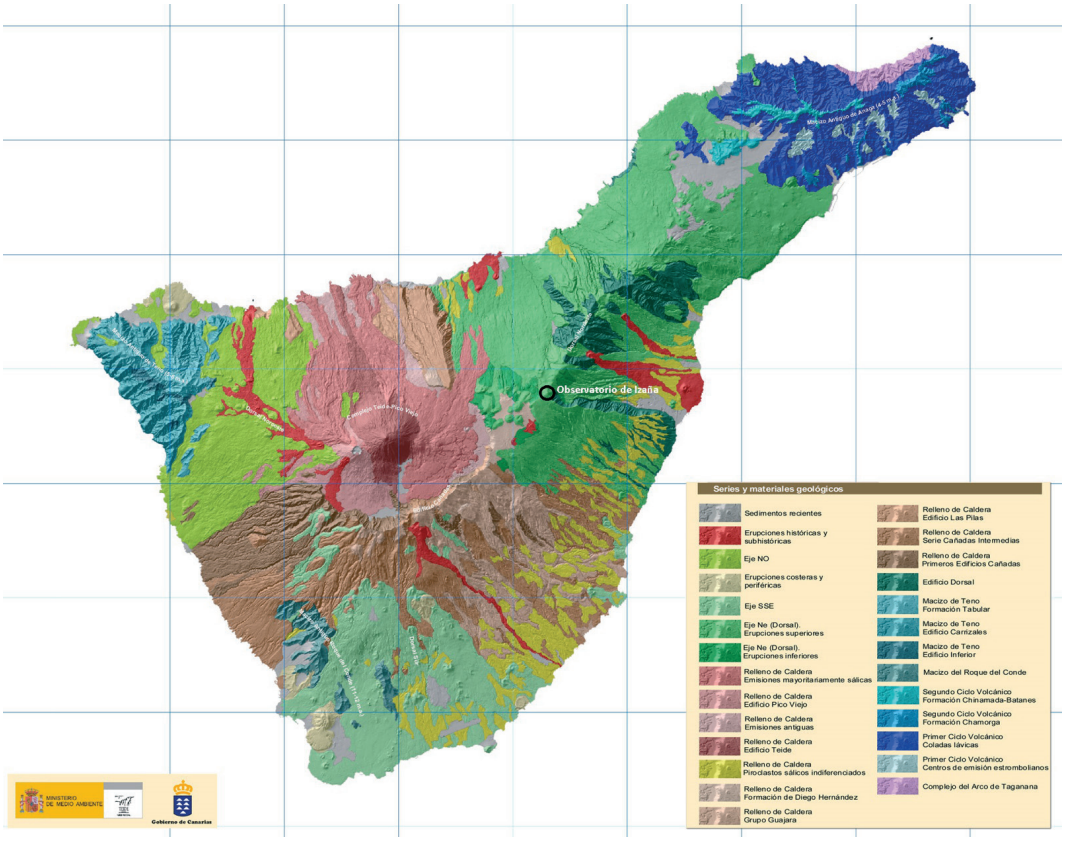
A la izquierda, climograma del Observatorio de Izaña (1981-2010).
A la derecha, rosa de vientos anual del Observatorio de Izaña (1971-2000).

Geología

La actividad volcánica de Tenerife durante los últimos tres millones de años ha tenido principalmente lugar en su zona central, provocando un extraordinario crecimiento de la isla en altura. Según el geólogo Telesforo Bravo, tanto los valles de La Orotava y Güímar como el de La Guancha e Icod de los Vinos (cuya cabecera está en Las Cañadas del Teide) son depresiones formadas por grandes deslizamientos gravitacionales que se produjeron hace unos 170 000 años al deslizarse, debido a la inestabilidad de su estructura, hacia el norte de la isla un enorme edificio volcánico que dominaba toda su parte central.

Posteriormente se desencadenó una gran actividad volcánica que ha ido rellenando la cavidad existente. Esos materiales más recientes están contenidos en un gran anfiteatro de 17 km de diámetro delimitado por la "pared de Las Cañadas" que se prolonga a lo largo de 25 km. En ella están expuestas decenas de coladas horizontales, de paquetes de cenizas, de diques y de todo tipo de productos volcánicos.

Las primeras erupciones dan lugar a magmas muy fluidos y de bajo contenido en sílice, distinguiéndose entre las lavas de avance muy rápido y relieves lisos (*pahoehoe*, término hawaiano que hace referencia a que sobre ellas se puede caminar descalzo una vez solidificadas y enfriadas) y las lavas algo más lentas, que forman los denominados malpaíses (*aa*, en alusión a las lavas sobre las que es muy difícil caminar).



Mapa geológico de Tenerife con la ubicación del Observatorio de Izaña.

La depresión originaria se fue rellenando con nuevos materiales surgidos del propio Teide. Se trata de lavas más viscosas y con un alto contenido en sílice, como las traquitas y fonolitas. También se produjeron erupciones en las que se mezclaban magmas muy viscosos con grandes cantidades de gas, dando lugar a las pumitas (piedra pómez), fácilmente reconocibles por su color claro y su ligereza.

Uno de los fenómenos más característicos de la geología del Parque son las cañadas que dan nombre a la inmensa caldera interior que rodea a modo de anfiteatro el edificio Teide-Pico Viejo, cuya última erupción tuvo lugar en 1798 en las llamadas "Narices del Teide". La gran caldera de Las Cañadas es una planicie sedimentaria situada al pie de las paredes del circo en la cual se van acumulando materiales provenientes de la erosión de los escarpes.

Flora (generalidades)

La insularidad y la alta montaña, así como las severas condiciones ambientales derivadas de este hecho (con los fríos invernales, un alto grado de radiación solar en verano y el ambiente extremadamente seco la mayor parte del año como fenómenos más destacados), han propiciado a lo largo de la historia geológica de la isla un proceso de radiación adaptativa que ha dado lugar a la aparición de un importante número de especies endémicas: el 35 % de las especies vegetales que componen la flora del Parque Nacional del Teide son endémicas de Canarias, un 20 % lo son de Tenerife y alrededor del 7 % tienen como único hábitat el propio Parque Nacional.

Como adaptaciones a estas condiciones, algunas plantas presentan un denso recubrimiento de pelos que las protege de la elevada radiación solar, a la vez que permite conservar la humedad; en general, las hojas son pequeñas para disminuir la pérdida de agua por transpiración; y predominan las formas almohadilladas o en escudo, compactas y densas,

Aspecto del entorno de Izaña desde la terraza del Observatorio, en el que se observa la dominancia de la retama del Teide (flores blancas) y la hierba pajonera (flores amarillas).

mejorando así la resistencia ante los grandes cambios de temperaturas y el intenso viento. Se trata, por tanto, de plantas de porte herbáceo o arbustivo cuyas partes aéreas se secan en algunas especies tras la floración.

La formación vegetal que domina el paisaje de Las Cañadas y zonas adyacentes es el retamar-codesar (*Partocytision supranubii*), cuyas especies más representativas son la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) y el codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus*). En el límite inferior de su distribución se mezcla con el pinar y por el superior, en el caso de la retama, hasta los 3000 metros en las laderas del Teide y Pico Viejo. Otras especies que enriquecen la formación son la hierba pajonera (*Descurainia bourgeauana*) con su amarillo espectacular y el rosalillo de cumbre (*Pterocephalus lasiospermus*) con su coloración rosácea y gran abundancia. Estos arbustos fueron muy explotados en el pasado tanto como alimento y cama para el ganado como para leña (especialmente en el caso de la retama). Actualmente la producción de miel es el único uso que se permite. Recientemente se ha descrito otra comunidad vegetal (*Descourainio bourgeauana-Spartocytiso supranubiis*) en la que el predominio corresponde a la hierba pajonera y la retama del Teide. Esta comunidad es la que se encuentra en el entorno del Observatorio de Izaña, con el dominio claro en número de ejemplares de las dos especies mencionadas, seguidas del rosalillo de cumbre, la margarita del Teide (*Argyranthemum teneriffae*) y algunos ejemplares, no muy abundantes, de fistulera de cumbre (*Scrophularia glabrata*), Tonática (*Nepeta teydea*), codeso de cumbre, alhelí del Teide (*Erysimum scoparium*) y tajinaste rojo (*Echium wildpretii*).

LAS ESPECIES DE INTERÉS FENOLÓGICO EN IZAÑA

Uno de los aspectos más delicados a la hora de elegir las especies que van a formar parte del programa de observaciones es tratar de saber si los procesos (estadios fenológicos) a estudiar van a estar más o menos influenciados por las condiciones del tiempo y el clima o siguen unos patrones independientes. Para ello, se pidió asesoramiento al Parque Nacional del Teide que, amablemente, facilitó consejos y explicaciones de gran ayuda.

Tras una fase de estudio de la flora existente en el entorno de Izaña, en el otoño de 2013 se comprobó la clara dominancia de la hierba pajonera y la retama del Teide, seguidas de lejos por el rosalillo de cumbre, que aparece también con cierta abundancia pero únicamente en el sector oriental de la zona, con unos pocos ejemplares de las demás especies mencionadas arriba.

Así pues, se decidió comenzar el programa realizando observaciones de aquellas especies que contaran con ejemplares en los alrededores del Observatorio de Izaña, excluyendo inicialmente al alhelí del Teide y al tajinaste rojo por su escasez. Las especies estudiadas son las siguientes:

— Retama del Teide (*Spartocitysus supranubius)*

Es un endemismo canario perteneciente a la familia de las leguminosas que crece por encima de unos 1800 metros, alcanzando cotas cercanas a los 3000 en el pico del Teide. Su nombre *"supranubius"* hace referencia a su distribución por encima del nivel que habitualmente alcanza el llamado mar de nubes, capa de estratocúmulos asociada a los vientos alisios húmedos y frescos. Es un arbusto vigoroso y muy ramificado, de hasta tres metros de altura. Tiene hojas pequeñas, en grupos de tres, caducas y de color verde-grisáceo. Sus flores, que

aparecen entre los meses de mayo y junio, son blancas y se disponen en racimos densos, muy olorosos. Su fruto, una legumbre negra, contiene de 4 a 6 semillas. Es una planta melífera que se utilizó también para la obtención de carbón y como especie forrajera. Se trata de la especie vegetal cuyos ejemplares presentan un mayor porte en Izaña.

A la izquierda, ejemplar típico de retama del Teide. A la derecha, ejemplar de retama del Teide en plena floración.

— Codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus*)

Es un endemismo canario que, como la retama, pertenece a la familia de las leguminosas. Crece en zonas altas, entre unos 1500 y 2500 metros de altitud, compartiendo espacio con el pinar en su límite inferior y con la retama en el límite superior, con quien conforma el retamar-codesar. Es un arbusto frondoso, de porte achaparrado, rastrero y muy ramificado. Hojas pequeñas en grupos de tres (trifoliadas), grises y pegajosas; flores de color amarillo intenso que aparecen entre abril y junio. Su fruto es una legumbre, cubierta de papilas glandulares negras, que se abre en la madurez estallando y dispersando sus semillas. Los incendios favorecen la distribución ya que esta planta coloniza fácilmente los suelos quemados. Izaña se encuentra en el límite altitudinal superior de esta especie y hay pocos ejemplares silvestres, pero en 2015 se hizo una repoblación con la colaboración del Parque Nacional del Teide para tratar de mejorar la calidad de las observaciones fenológicas estudiando más ejemplares.

A la izquierda, ejemplar de codeso de cumbre con algo de hielo en sus ramas. A la derecha, detalle de una rama de codeso.

— **Hierba pajonera *(Descurainia bourgeauana*)**

Planta arbustiva endémica de las cumbres de Tenerife y La Palma perteneciente a la familia de las crucíferas. Crece por encima de los 1800 metros, alcanzando unos 2800 en su límite superior. Sus flores, que aparecen entre los meses de mayo a julio, son de un vivo color amarillo y tienen pétalos de 3-4 mm y sépalos menores de 2,5 mm. Las hojas son más o menos sésiles y bipinnatisectas, tomentosas. Los frutos presentan pedicelos patente-ascendentes. En Izaña es muy abundante acompañando a las retamas del Teide, y debe su nombre al aspecto con el que quedan a finales de verano, tras la maduración del fruto, cuando toda la parte aérea se seca y toma un aspecto amarillento como el de la paja.

A la izquierda, ejemplar de hierba pajonera. A la derecha, detalle de las flores.

— **Rosalillo de cumbre (*Pterocephalus lasiospermus*)**

Especie perteneciente a la familia de las Caprifoliaceae de porte arbustivo. Es endémica de Tenerife, desarrollándose desde unos 1700 hasta más de 3000 metros de altitud. En la actualidad es muy abundante en el Parque Nacional del Teide, aunque antes de declararse esta figura de protección llegó a escasear bastante por el sobrepastoreo. Forma arbustos de hasta un metro de altura, con tallos grisáceos y hojas simples de color verde-grisáceo pálido. Ambos son vellosos. Presenta inflorescencias, generalmente individuales, con pétalos de color rosa pálido sobre pedúnculos largos. Su floración, a principios del verano, es

A la izquierda, aspecto general de un ejemplar de rosalillo de cumbre.
A la derecha, detalle de las inflorescencias.

tardía con respecto a las demás especies de su entorno. Según avanza el estío la flor se convierte en una vistosa bola de semillas peludas de color blanquecino.

— **Fistulera (*Scrophularia glabrata*)**

Especie endémica de las zonas altas de Tenerife y La Palma perteneciente a la familia de las Scrophulariaceae. Se trata de un arbusto muy denso, ramificado, con tallos subglabros, hojas enteras e inflorescencia con ramas axilares y flores con corola pequeña, de color rojo oscuro a morado. Las cápsulas son ovoides. Su nombre es debido a que se utiliza, entre otras cosas, para el tratamiento de las fístulas. En Izaña no hay muchos ejemplares de forma natural, aunque se han realizado trasplantes para aumentar su número y permitir observaciones de mayor calidad. La floración tiene lugar en mayo-junio.

A la izquierda, ejemplar de fistulera. A la derecha, detalle de las flores.

— **Margarita del Teide (*Argyranthemum teneriffae*)**

Especie perteneciente a la familia de las Asteraceae endémica de las zonas más elevadas de la isla de Tenerife, prefiriendo generalmente taludes y zonas pedregosas. Arbusto de

A la izquierda, ejemplar de margarita del Teide.
A la derecha, detalle de los capítulos florales.

hasta medio metro de altura con forma más o menos globosa, muy compacta, para hacer frente a las duras condiciones ambientales en las que crece. Posee hojas uni o bipinnatisectas e híspidas, con lóbulos foliares planos. Los capítulos se presentan en inflorescencias corimbosas de unos doce pétalos. De todas las especies estudiadas, presenta la floración más prolongada; pueden encontrarse ejemplares en flor de febrero a octubre.

— **Tonática (*Nepeta teidea*)**

Especie de la familia de las labiadas endémica de las cumbres de Tenerife y La Palma. Aparece desde unos 1700 metros de altitud hasta casi 2700 metros. Planta perenne, a veces leñosa por la base, alcanza hasta 1,5 m de altura. Tiene hojas opuestas e inflorescencias ramificadas por la base, con flores de pétalos azul morados, aunque a veces son blancas. Estas flores tienen un tubo curvo; también poseen 4 estambres fértiles. Su floración tiene lugar en los meses de mayo y junio, y cuando el fruto madura, toda la parte aérea se seca. Generalmente habita en zonas pedregosas del Parque Nacional (malpaíses).

A la izquierda, ejemplar de tonática. A la derecha, detalle de una inflorescencia.

ESTADIOS FENOLÓGICOS A OBSERVAR

Se denomina estadio o fase fenológica a cada una de las etapas por las que pasa una planta en su ciclo vital. La germinación, la aparición de las hojas, la floración o la maduración del fruto son ejemplos de estadios fenológicos. Los estadios van apareciendo en momentos determinados y la misión del observador fenológico es tratar de dar una fecha de ocurrencia para cada uno de ellos.

Se han propuesto distintos métodos de cifrado de las observaciones fenológicas, habiendo adoptado la Agencia Estatal de Meteorología el código o escala BBCH. Dicho código, desarrollado por varias instituciones alemanas dedicadas a la biología agrícola y la horticultura, tiene la vocación de ser un sistema de codificación uniforme de los estadios fenológicos de crecimiento de todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas, aunque por la filosofía y ámbito de actuación de las instituciones que lo pusieron en marcha, está claramente enfocado a las especies de interés agrícola y hortofrutícola, lo que no es óbice para que pueda ser también utilizado con especies silvestres.

El código BBCH adoptado por la Agencia sustituye a la antigua clave C-43, utilizada en nuestro país desde los años 40 del siglo XX. No obstante, todos los estadios que

contemplaba la clave anterior tienen cabida en el nuevo código BBCH, cuyos estadios principales de crecimiento son los siguientes:

0: Germinación, brotación, desarrollo de la yema.
1: Desarrollo de las hojas (brote o tallo principal).
2: Formación de brotes laterales/macollamiento (ahijamiento).
3: Crecimiento longitudinal del tallo o crecimiento en roseta, desarrollo de brotes (retoños)/encañado (tallo principal).
4: Desarrollo de las partes vegetativas cosechables de la planta o de órganos vegetativos de propagación/embuchamiento.
5: Emergencia de la inflorescencia (tallo principal)/espigamiento.
6: Floración (tallo principal).
7: Desarrollo del fruto.
8: Coloración o maduración de frutos y semillas.
9: Senescencia, comienzo de la dormancia.

Se observa, por tanto, que se trata de un código decimal en el que a cada uno de los 10 principales estadios de desarrollo se le asigna un número del 0 al 9, que puede ir acompañado de una segunda cifra correspondiente a estadios de desarrollo secundarios, es decir, que tienen lugar dentro de un estadio principal.

Los estadios fenológicos principales que se decidieron estudiar en Izaña corresponden a la aparición de las inflorescencias, yemas o botones florales, al desarrollo de la floración y al desarrollo y maduración del fruto. Para cada uno de los estadios principales se observan unos determinados estados secundarios, que se enumeran a continuación con su correspondiente código al principio de cada línea. Existe una codificación propia para las plantas cuyas flores forman capítulos (en este caso únicamente la margarita del Teide) y otra para el resto de especies:

— **Estadios para el subgrupo "Matorral (flores en capítulos)":**

0S: Siembra o plantación.
551: 10 % de pétalos visibles cerrados en la flor compuesta, punta de pétalos.
55: 50 % de pétalos visibles cerrados en la flor compuesta, punta de pétalos.
60: Primeros órganos florales abiertos.
61: Alrededor del 10 % de los órganos florales abiertos, comienzo de la floración.
63: Floración al 30 %.
65: Floración al 50 %. Plena floración.
79: Fin de la formación del fruto.
89: Madurez biológica. Al menos 50 % de los frutos han caído o están en condiciones de caer.

— **Estadios para el subgrupo "Matorral (flores No en capítulos)":**

0S: Siembra o plantación.
551: 10 % de las yemas presentan corola; pétalos visibles cerrados, punta de pétalos.
55: 50 % de las yemas presentan corola; pétalos visibles cerrados, punta de pétalos.
60: Primeras flores abiertas.
61: Alrededor del 10 % de las flores abiertas, comienzo de la floración.
63: Floración al 30 %.
65: Floración al 50 %. Plena floración.

Estadios fenológicos observados en Izaña. Las columnas, de izquierda a derecha, muestran las yemas, las flores y los frutos maduros de cada una de las especies observadas, cada una de las cuales está representada en una fila. De arriba a abajo: retama del Teide, codeso de cumbre, hierba pajonera, rosalillo de cumbre, fistulera de cumbre, margarita del Teide y tonática.

79: Los frutos alcanzan prácticamente su tamaño final.
89: Madurez biológica. Al menos 50 % de los frutos han caído o están en condiciones de caer.

En ambos subgrupos los estadios marcados en negrita tienen prioridad alta, es decir, deberían ser observados siempre que sea posible, mientras que el resto de estadios podrán ser observados si las condiciones meteorológicas, de personal o de carga de trabajo lo permiten. Se observa que la prioridad está centrada claramente en la floración de las plantas, ya que este es uno de los estadios fenológicos a los que más atención se le ha prestado desde tiempos remotos. El estadio secundario 551 presenta tres cifras en su código porque está específicamente adaptado a la observación del 10 % de los botones florales, mientras que el código 55 a secas se refiere a la observación del 50 % de esos órganos.

Ejemplar de retama del Teide con diferentes estados de desarrollo fenológico; mientras que en la zona norte tan solo se observan botones florales, en la zona sur ya se ha producido la floración.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

La naturaleza de la vegetación predominante en el entorno del observatorio de Izaña dificulta la observación fenológica, ya que se trata de plantas de porte arbustivo y pequeño tamaño en general. Es recomendable observar ejemplares maduros, sanos y representativos de cada especie en un número suficiente, algo que en el caso de árboles frutales, con muy escasa variabilidad genética, se consigue de manera relativamente sencilla centrando la atención en unos pocos ejemplares. En Izaña, en cambio, existe un tapiz compuesto por decenas e incluso centenares de individuos de cada especie, cuya variabilidad genética es alta, lo que se traduce a su vez en una alta disparidad de desarrollo vegetativo en individuos de la misma especie e incluso, en ocasiones, en distintas zonas de un mismo individuo.

Puntos de muestreo u observación

Para salvar este inconveniente se decidió establecer un procedimiento de muestro en el que se fijaban unos puntos de observación representativos del entorno por la cantidad de ejemplares bien desarrollados. En cada uno de dichos puntos se toma un determinado número de individuos de cada especie de interés fenológico presente y se observa el estadio fenológico en que se encuentran.

Los puntos de muestreo elegidos fueron nueve, y además de contar con ejemplares representativos de cada especie, se intentó también que con el conjunto de los puntos quedara bien representado el entorno de Izaña, ya que hay unas zonas más expuestas a los vientos fríos del norte, mientras que otras zonas están resguardadas y reciben más insolación. También las condiciones del sustrato son diferentes, con predominio de suelos arcillosos en los puntos de muestreo situados hacia el oeste y pedregosos, con gravas o piedras en el norte, este y sur.

Ubicación de los puntos de muestreo de especies de interés fenológico en Izaña. En los puntos 1, 2, 3 y 5 predominan casi exclusivamente la retama y la hierba pajonera; en el punto 4 se encuentran además codeso y fistulera; en el punto 6 hay retama, hierba pajonera, rosalillo, margarita y tonática; en los puntos 7 y 8, retama, hierba pajonera, rosalillo y tonática; y en el punto 9, retama, hierba pajonera y rosalillo. Sobre el terreno, cada punto de muestreo está marcado con una estaca de madera numerada.

Determinación del estadio fenológico

La gran variabilidad existente entre individuos, y en muchas ocasiones, dentro de un mismo individuo, dificulta la determinación del estadio fenológico. El procedimiento utilizado en Izaña consiste en observar un número de individuos de cada especie suficientemente alto y estimar, para cada individuo, el porcentaje que presenta de cada estadio (en el caso de la retama del Teide que puede verse en la página 290 podríamos estimar que aproximadamente tiene un 50 % de yemas y un 50 % de flores). Después, se promedia ese porcentaje entre todos los individuos y el valor obtenido se traduce a algunas de las fases incluidas en el código BBCH. Si, por ejemplo, tras la observación de todas las retamas obtenemos un porcentaje estimado de floración del 30 %, asignaremos a la retama el código 63.

El método tiene el inconveniente de que la estimación podría ser diferente según el observador que la realice, aunque las pruebas hechas en Izaña con dos observadores diferentes han dado resultados bastante parecidos, siendo clave para esto la unificación de criterios. Se podría optar por realizar la cuantificación simplemente observando cuántos ejemplares presentan cada uno de los estadios, pero esto podría llevar a una sobreestimación, ya que se valora igual una planta con una sola flor que otra completamente llena de flores.

Frecuencia de las observaciones

El ciclo biológico de las especies vegetales presentes en Izaña no marcha a la misma velocidad a lo largo del año: las plantas padecen un letargo invernal del que salen súbitamente,

inundando de color las zonas altas de Tenerife, en un proceso de floración que en general se desarrolla de forma rápida. Las observaciones fenológicas se adaptan a estos cambios de ritmo, y mientras que en los meses comprendidos entre octubre y febrero se realizan observaciones quincenales, entre marzo y septiembre son, como mínimo, semanales, intentando aumentar hasta dos las observaciones semanales en abril, mayo y junio.

Cabe reseñar que el dato que interesa, para cada estadio fenológico observado, es el de la primera fecha de ocurrencia: interesa saber, por ejemplo, en qué día se ha observado por primera vez que hay una floración de la retama del Teide del 50 % y por tanto se encuentra en plena floración.

RESULTADOS

El establecimiento de un programa de observaciones fenológicas en Izaña nace con la vocación de que dichas observaciones adquieran carácter permanente, ya que se necesitan varios años de datos para poder sacar conclusiones acerca de cómo afecta el tiempo y el clima al ciclo biológico de las plantas estudiadas, y poder discernir si las posibles diferencias en las fechas de aparición de los estadios fenológicos se deben a factores intrínsecos o ambientales (meteorológicos o climáticos).

El programa de observaciones fenológicas en Izaña arrancó en el año 2014, por lo que tan solo se tienen dos años completos de datos. Además, la primera campaña estuvo enfocada

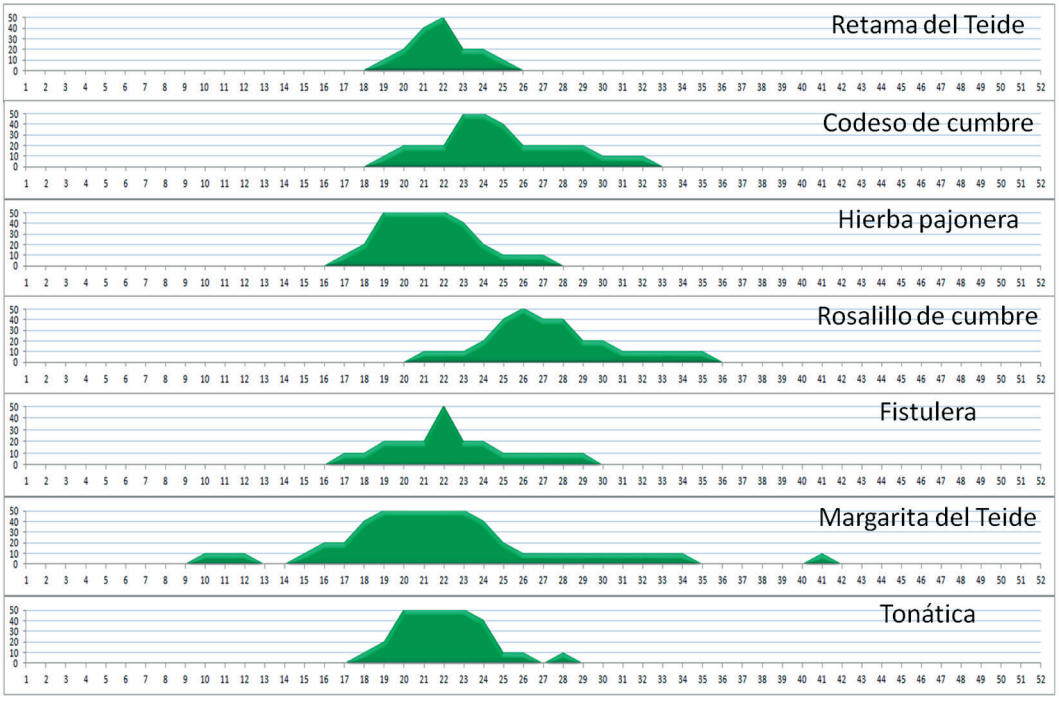


Gráfico de la floración observada en la campaña de observaciones del año 2015. En abscisas, el número de semana anual; en ordenadas, el porcentaje de floración observado. No se tiene en cuenta un porcentaje superior al 50 %, ya que dicho valor se asocia a la plena floración.

principalmente a implantar el método de muestreo con las especies arbustivas de Izaña, poniéndolo en práctica sobre el terreno, viendo los problemas que aparecían, solucionándolos, optimizando el método, etc. Será al cabo de los años, con varias campañas de observaciones, cuando se puedan obtener algunas conclusiones sobre la fenología en los alrededores del Observatorio de Izaña.

No obstante, se presenta un gráfico con la floración observada en las diferentes especies a lo largo de la campaña de 2015. En él se puede comprobar como, al menos ese año, algunas de dichas especies presentaron una floración rápida, que se desarrolló en pocas semanas, como es el caso de la retama del Teide, el codeso, la fistulera, o la tonática, mientras que la margarita del Teide mantuvo flores durante un periodo de tiempo bastante más largo y presentó una breve floración secundaria en octubre. Por otro lado, la floración del rosalillo de cumbre estuvo retrasada con respecto al resto de especies. Cabe señalar también, aunque no se muestra en los gráficos, que en enero de 2016 se produjo una floración anómala de margarita del Teide y fistulera de cumbre, coincidiendo con el segundo mes de enero más cálido registrado en Izaña en 100 años de observaciones.

AGRADECIMENTOS

El autor de este artículo agradece a José Luis Martín Esquivel, Manuel Marrero y Manuel Suárez, técnicos del Parque Nacional del Teide, la ayuda prestada en la implantación del método, la resolución de dudas y sus consejos prácticos; a Roser Botey, Juan Antonio de Cara, Teresa Gallego, Lourdes Martínez y resto del personal del Servicio de Aplicaciones Agrícolas e Hidrológicas de AEMET, los interesantes intercambios de opiniones; a Emilio Cuevas y Ramón Ramos, director y jefe de Sistemas Básicos del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, la importancia que dan a este programa; y a Cándida Hernández, técnico de Vigilancia Atmosférica en Izaña, su dedicación y tenacidad como observadora fenológica.

BIBLIOGRAFÍA

AEMET (2013, 2015). Material del curso "Observación fenológica, cifrado y base de datos en AEMET" impartido en el Observatorio de Guadalajara.

Meier, U. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. Descargable desde: http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_spanisch.pdf

Web "La flora de Canarias": http://www.floradecanarias.com

Web del Observatorio de Izaña: http://izana.aemet.es

Web del Parque Nacional del Teide: http://www.magrama.gob.es/es/red-parques-nacionales/nuestros-parques/teide/