

EL OBSERVATORIO DE O CARBALLIÑO (OURENSE) — TRES DÉCADAS DE ESTUDIOS METEOROLÓGICOS Y FENOLÓGICOS

Miguel A. García Pérez¹, Diego Reboredo Prado²

¹Físico y colaborador de AEMET desde 1984

²Licenciado en Biología

Investigadores del Centro de Estudios Chamoso Lamas de la comarca de O Carballiño.

RESUMEN: Los autores del artículo resumen la investigación realizada desde el observatorio meteorológico del IES Chamoso Lamas de O Carballiño (Ourense). El registro del observatorio se compone de dos series: una meteorológica desde 1984 y otra fenológica para flora y fauna desde 1991. A partir de ellas, el trabajo de investigación se extiende al estudio y búsqueda de las posibles interrelaciones entre las variables de ambas series. Se realiza la caracterización climática y fenológica local a partir de los datos registrados y se muestran gráficamente algunas de las combinaciones entre variables. Se resalta la importancia del rigor en el trabajo de campo (toma de datos) para la investigación climática y se reconoce la necesidad de series más largas para la obtención de conclusiones acerca de modelos explicativos y predictivos más sólidos.

INTRODUCCIÓN

Una estación meteorológica, o bien “un jardín de meteorología”, es el elemento fundamental de toda investigación atmosférica. En ese lugar se registran diariamente los datos de las diferentes variables que configuran una serie climática. Para que esos datos puedan ser considerados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) debe seguirse un método normalizado. En una estación meteorológica se deben tener en cuenta tres consideraciones principales: el entorno, los aparatos de medida, y el observador.

EL ENTORNO

Las modificaciones que puedan producirse en las condiciones que rodean a un observatorio meteorológico deben tenerse en cuenta para el estudio del clima pues influirían en la certeza de las técnicas estadísticas empleadas para asegurar que las variaciones son debidas únicamente a la variabilidad y el cambio climático (RENOM, 2011). El lugar escogido para la instalación del observatorio no debería sufrir



La estación meteorológica del IES Chamoso Lamas de O Carballiño (Ourense) se ubica a 400 m de altitud en las coordenadas 42°25'17" N y 08°05'33" W.

variaciones a lo largo del tiempo en lo referente a: los materiales que conforman o recubren el suelo, la vegetación o los cambios de uso de su entorno (sombra, riegos, efectos pantalla, etc.). El observatorio de O Carballiño se creó el 1 de enero de 1984 mediante convenio entre el antiguo INM (ahora AEMET) y la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia. Desde entonces y hasta hoy la situación y el mantenimiento del espacio que rodea a la estación, el jardín del IES Chamoso Lamas (antiguamente Instituto de Formación Profesional de O Carballiño) han permanecido invariables con el tiempo y cumple las condiciones antes expuestas, lo que debería redundar en la representatividad y calidad de la serie de datos.

LOS APARATOS DE MEDIDA

Aparte de que en la observación diaria se debe comprobar que todos los sensores funcionan correctamente, estos deben estar homologados por la OMM y ser revisados periódicamente para comprobar su buen funcionamiento. En la estación de O Carballiño (inicialmente termopluviométrica) se registran datos de temperaturas, precipitación, evapotranspiración, humedad relativa y presión atmosférica desde 1984 a los que se suman: horas de sol desde 1988, dirección y velocidad del viento desde 1990 y evaporación desde 1992. Se expone a continuación una relación de los aparatos que componen la estación, todos ellos homologados por la OMM.

- *Garita meteorológica*: su diseño sigue las normas de la OMM, construida en madera, pintada de blanco, ventilada por todos sus lados, con doble pared de láminas de madera inclinada y puerta orientada al norte. En su interior se encuentran los termómetros para la medida de temperatura máxima y mínima. El *termómetro de máximas* es de mercurio (ref. 9593, DIN 58 654) calibrado el año 2000. El *termómetro de mínimas* es de alcohol (ref. 2302/01), calibrado en el año 2002. Dentro de la garita también se encuentra un *termopsicrógrafo* y un *termómetro* conectado a la estación automática que nos permiten saber la variación termométrica de forma continua, además de servir para hacer un seguimiento a los termómetros de máximas y de mínimas. También en el interior se dispone de: un *higrómetro* de cabello, que está conectado a la estación automática y que se calibra periódicamente con los *termómetros seco* y *húmedo* que hay en la misma garita, un *psicrógrafo*, de cabello, que hace gráficas continuas de humedad relativa, y un *evapotranspirador* modelo Piché para medir la evapotranspiración potencial (ETP).

Próximos a la garita, dentro del recinto de la estación se encuentran:

- Dos *pluviómetros*, uno manual y otro automático que está conectado a la estación automática. El primero es del tipo Hellmann, de 200 l, y mide la precipitación acumulada en 24 horas mientras que el segundo registra mediciones cada 10 minutos.
- *Tanque de evaporación*: mide la evaporación directa.
- *Heliógrafo*: mide las horas de sol; es un modelo Fuess, tipo Campbell-Stokes.
- *Anemómetro*: para medir la velocidad del viento, es de tres cazoletas y está conectado a la estación automática.
- *Veleta*: indica la dirección del viento y también está conectada a la estación automática.

- *Piranómetro*: mide la irradiación global. Estuvo conectado a la estación automática hasta el año 2014, desde entonces es independiente y pertenece a la red nacional de radiación de AEMET.
- *Estación automática*: está conectada a la red nacional de meteorología a través de módem telefónico, transmitiendo datos en tiempo real, fue instalada por el INM en el año 1991, y fueron y son los técnicos de la Agencia los encargados de las revisiones periódicas, así como de las reparaciones puntuales cuando son necesarias.

LA IMPORTANCIA DEL OBSERVADOR

El observador en toda investigación, y esta lo es, es parte fundamental del desarrollo de la misma. Debe conocer perfectamente la labor que está realizando para evitar en lo posible errores de medida y detectar cuanto antes los fallos en los aparatos que está manejando. El observador es el verdadero artífice de que los datos registrados, a partir de los cuales se intentarán extraer posteriormente conclusiones y modelos, sean correctos y por ello es muy importante que sea la misma persona durante todo el tiempo que duren las observaciones. Constituye esta una de las mayores dificultades en este tipo de estudios debido a que el mejor conocimiento del clima está directamente relacionado con la longitud de la serie de registros. Se ha de tener muy claro que la investigación meteorológica se encuentra ahí, en los observatorios meteorológicos, donde realmente se lleva a cabo. Los análisis posteriores siempre estarán condicionados a los registros realizados. Por esta razón la formación de los observadores meteorológicos, tanto en el aspecto técnico como en la sensibilidad hacia la labor que están realizando, es sumamente importante.

CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA LOCAL

En la tabla 1 se muestran los valores medios de las variables meteorológicas. La temperatura media de O Carballiño es de 12,9 °C. La media de las temperaturas máximas se sitúa en 20,0 °C y la de las temperaturas mínimas en 5,8 °C. Los datos extremos para estas dos variables en toda la serie se registraron el 17 de julio de 2006 con 41 °C de temperatura máxima y el 18 de diciembre de 2001 con -12 °C de mínima. Los meses más calurosos son julio y agosto con temperaturas medias muy parecidas de 19,9 °C y 19,8 °C respectivamente, siendo enero el más frío con 6,7 °C. La mayor oscilación térmica absoluta registrada fue de 31 °C, el 16 de agosto de 2006, siendo este mes el que presenta las diferencias de temperatura más elevadas a lo largo de toda la serie con una media de 18,1 °C, seguido de julio con 17,8 °C.

La helada es una precipitación en forma de hielo. Cuando en las largas y despejadas noches de invierno la tierra pierde el calor recibido durante el día y se alcanza el punto de rocío en la atmósfera próxima a ella se produce la condensación del vapor de agua que precipita. Si esa temperatura está por debajo de 0 °C esa precipitación es en

Temperatura (T) media	12,9 °C
Media de las T máximas	20,0 °C
Media de las T mínimas	5,8 °C
T máxima absoluta	41,0 °C
T mínima absoluta	-12,0 °C
Precipitación (Precip) anual media	1146,3 mm
ETP anual media	967,2 mm
Días de lluvia	163
Horas de sol	1784,3
Días de helada	46
Días de nieve	2,7

Tabla 1. Valores medios de las variables meteorológicas de la estación calculadas a partir de los datos desde 1984.

Años más cálidos	2011 y 2015 (T media: 14,0 °C)
Los diez años más cálidos	2015, 2011, 2014, 2006, 1997, 1995, 1990, 2003, 2009, 1989
Año más frío	1986 (T media: 11,6 °C)
Año más lluvioso	2000 (Precip: 1540,6 mm)
Mayor precipitación diaria	123,0 mm (21 de octubre de 2001)
Año más seco	1990 (Precip: 739,6 mm)
Los diez años más secos	1990, 2007, 1992, 2015, 2005, 2004, 2012, 1998, 1988, 1991
T máxima más baja	1,0 °C (11 de enero de 1985)
T mínima más alta	21,5 °C (20 de agosto de 1993)
Mayor oscilación térmica	31,0 °C (6 de agosto de 2005)
Helada más temprana	10 de octubre de 2002
Helada más tardía	23 de mayo de 2006

Tabla 2. Algunos hitos climatológicos registrados por esta estación.

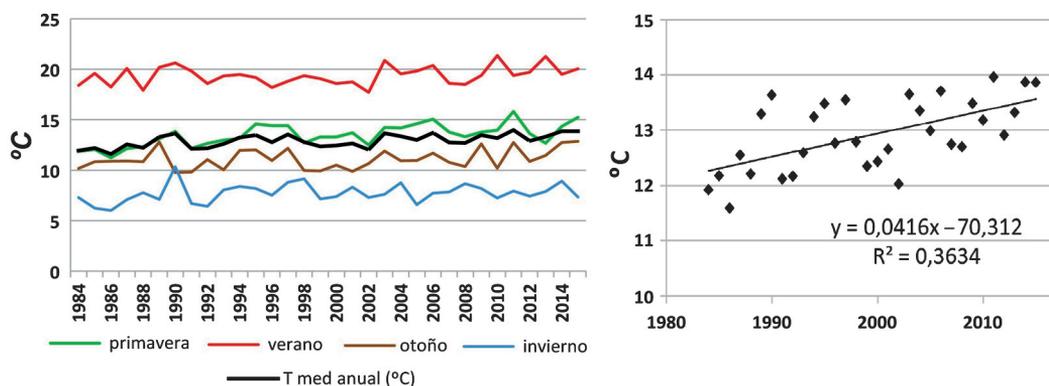


Figura 1. A la izquierda, evolución de la temperatura media anual y de cada estación del año desde 1984. A la derecha, la tendencia observada parece ser el incremento de la temperatura media anual desde 1984; se muestra la ecuación de la recta de regresión y el coeficiente de determinación.

forma de hielo y recibe el nombre de helada, compuesta por pequeños cristales de hielo que adoptan diferentes formas según la temperatura y que son más visibles en los objetos más fríos. Las heladas que ocurren durante un año natural tienen consecuencias diferentes. Las que ocurren durante el periodo no vegetativo de las plantas, en invierno, son beneficiosas pues aumentan el número de horas-frío que toda planta necesita. Las que tienen lugar en primavera, si son persistentes y profundas, son peligrosas debido a que provocan la congelación del agua que circula por los vasos de los tiernos brotes de las plantas, rompiéndolos y dando lugar a que esta muera.

En la figura 2 se muestra el riesgo de heladas tardías desde finales de marzo hasta finales de abril (flecha) para la estación de O Carballiño. Los valores mínimos absolutos de temperatura registrados para cada día del año a lo largo de la serie desde 1984 hasta 2015 aparecen representados en el gráfico de la derecha. En él se puede observar el valor mínimo de toda la serie: -12 °C , registrado el 18 de diciembre de 2001. También se observa

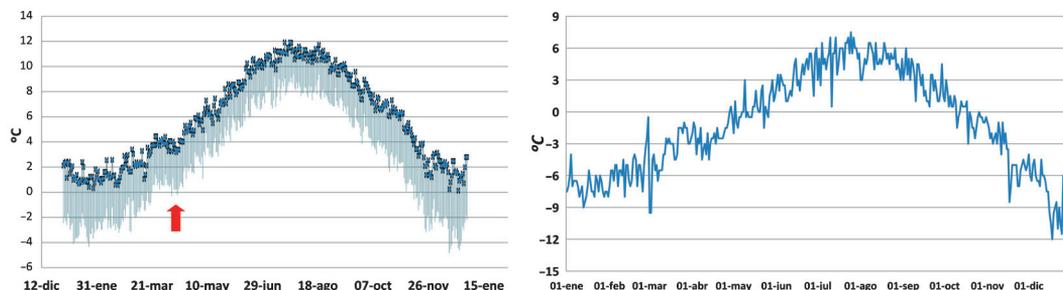


Figura 2. A la izquierda, representación del comportamiento de la temperatura mínima a lo largo del año obtenida a partir de la serie de datos desde 1984. Las barras de error indican la desviación típica negativa como estimación de los riesgos de heladas a lo largo del año. A la derecha, los valores mínimos absolutos de temperatura registrados desde 1984 hasta 2015.

como, en el periodo de riesgo de heladas tardías identificado en el gráfico de la izquierda desde finales de marzo a finales de abril, se alcanzan valores absolutos próximos a -5°C .

La precipitación media anual es de 1146,3 mm siendo el otoño la estación que más contribuye aportando el 38,4 % de la pluviometría anual. Le siguen el invierno con el 31,5 %, la primavera con el 21,3 % y el verano con el 8,8 %. El mes de mínima precipitación es el mes de julio con una media de 21,3 mm y el de máxima precipitación octubre con 169,7 mm. La demanda potencial anual de agua (ETP) es de 967,2 mm alcanzando su valor máximo en el mes de julio con una media de 143,8 mm (14,8 %). El diagrama P-ETP de la figura 3 define, desde principios de mayo hasta mediados de septiembre, el área del periodo de déficit de humedad (PDH) que se produce cuando la precipitación (P) es inferior a la ETP. En cuanto al patrón de distribución de las precipitaciones (días de lluvia a lo largo del año) no se detectan tendencias significativas (figura 4, gráfico de la derecha).

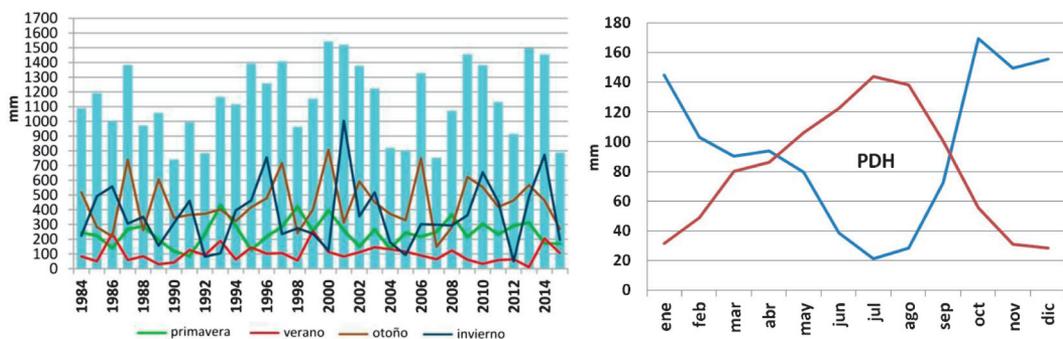


Figura 3. A la izquierda, evolución de las precipitaciones estacionales y anual desde 1984. A la derecha, diagrama P-ETP.

La comarca en la que se localiza el ayuntamiento de O Carballiño ocupa la parte noroeste de la provincia de Ourense y engloba por su parte sur la franja más septentrional de la zona de O Ribeiro. Presenta unas características climáticas específicas y muy condicionadas.

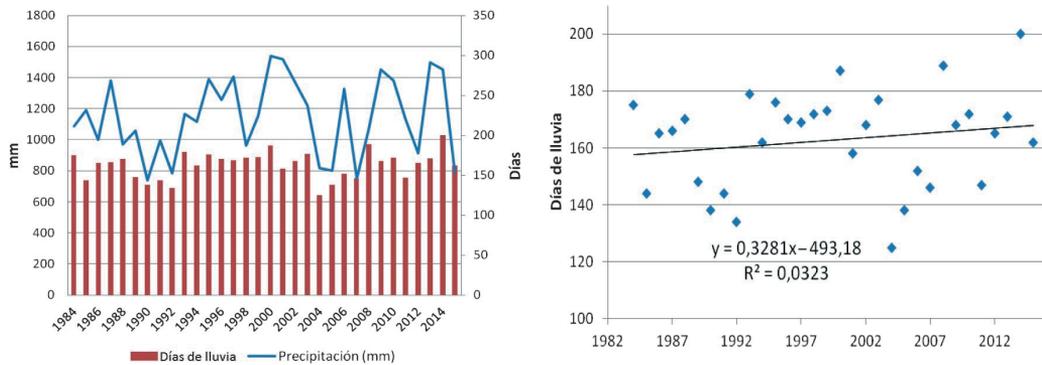


Figura 4. A la izquierda, días de lluvia y precipitación anuales desde 1984. A la derecha, distribución de las precipitaciones (días de lluvia a lo largo del año).

En primer lugar por su situación geográfica y en segundo lugar por las características orográficas. Geográficamente se encuentra a 80 km de la costa atlántica lo que da lugar a que no se pueda catalogar su clima ni como atlántico ni como continental, ni tampoco se puede incluir dentro del clima mediterráneo. En algunas zonas se observan valores climáticos con características de estos tres ámbitos climáticos debido a esa influencia oceánica y a las particularidades orográficas. El territorio se sitúa a sotavento de las cadenas montañosas Serra do Suído y Montes do Testeiro con altitudes en torno a los 1000 m que bordean la comarca por el oeste y noroeste y son responsables de un efecto foehn en los vientos húmedos que llegan desde el Atlántico. Por el norte la Serra da Martiñá y la Serra do Faro protegen a toda la comarca de los vientos fríos y secos del nordeste. Por la parte interior una densa red de drenaje fluvial compuesta por afluentes y subafluentes del río Miño abren la comarca hacia el sur y suroeste cuyos valles acentúan los contrastes estacionales. Toda esta situación hace que el clima tenga diferencias considerables en una extensión relativamente pequeña lo que permite una diversidad de proyectos tanto agrícolas como forestales e industriales.

Las particularidades geográficas y climáticas se manifiestan también desde el punto de vista fitoclimático. La comarca de O Carballiño se encuentra en una zona de transición



Figura 5. A la izquierda, situación de la comarca de O Carballiño y localización de la estación meteorológica (fuente: Información Xeográfica de Galicia, Xunta de Galicia). A la derecha, distribución de las regiones biogeográficas de Galicia.

intermedia entre las dos grandes regiones biogeográficas de la península ibérica. La mayor parte de la superficie de la comarca se sitúa dentro de la región eurosiberiana con un clima más húmedo de influencia atlántica mientras que su cuadrante suroriental engloba el límite más occidental de la región mediterránea. Esta transición queda reflejada en la diversidad florística del territorio que se compone así de especies propias de la región húmeda (*Quercus robur* L., *Ilex aquifolium* L., *Frangula alnus* L., *Cytisus striatus* (Hill) Rothm., etc.); especies mediterráneas que ascienden principalmente a lo largo de los valles fluviales (*Q. suber* L., *Arbutus unedo* L., *Ruscus aculeatus* L., etc.) y otras especies de zonas intermedias entre ambas regiones (*Quercus pirenaica* Willd., *Cytisus multiflorus* (L'Hér) Sweet.).

INVESTIGACIÓN FENOLÓGICA DESDE 1991

A través de los estudios fenológicos se intentan entender los procesos de interacción entre la atmósfera y la biosfera. La brotación, la floración, la fructificación, la maduración de frutos, el cambio de color o la época de caída de las hojas en los vegetales, así como la aparición de insectos o la llegada de aves estivales dentro del grupo de los animales son todas respuestas morfológicas y ecofisiológicas de los organismos vivos a las condiciones climáticas y meteorológicas periódicas del territorio en el que se asientan o del que parten.

Como estudio paralelo a la investigación meteorológica, desde 1991 se han recogido datos de fenología tanto de flora como de fauna que convierten a la serie del observatorio meteorológico de O Carballiño en una de las más largas y completas de la comunidad gallega por el elevado número de especies y de variables fenológicas registradas y que continúa funcionando en la actualidad. Entre las especies vegetales silvestres seleccionadas para el seguimiento fenológico se encuentran el roble (*Quercus robur* L.), el castaño (*Castanea sativa* Mill.), el abedul (*Betula alba* Ehrh.), el cerezo (*Prunus avium* L.), el arce (*Acer pseudoplatanus* L.), el sauce negro (*Salix atrocinerea* Brot.), el chopo negro (*Populus nigra* L.), la escoba (*Cytisus striatus* (Hill) Rothm.), la escoba blanca (*Cytisus multiflorus*

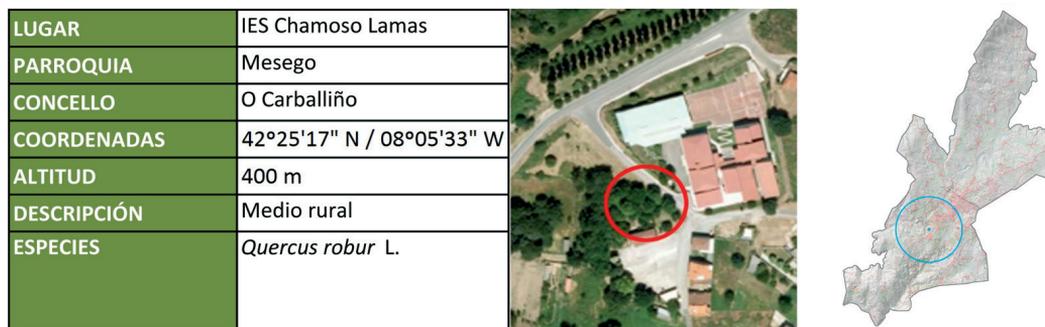


Figura 6. A la izquierda, ejemplo de ficha de uno de los puntos de muestreo de especies vegetales (*Quercus robur* L.) situado al lado del observatorio meteorológico. A la derecha, señaladas en azul sobre el mapa del ayuntamiento de O Carballiño (54 km²), la localización del observatorio (punto central) y la del límite del área (circunferencia) de toma de datos fenológicos en la que se localizan las estaciones de muestreo para especies vegetales y a la cual se refieren los datos de avistamiento de especies de aves e invertebrados.

(L'Hér) Sweet.), el tojo o árgoma (*Ulex europaeus* L.) o la ya naturalizada e invasora acacia mimosa (*Acacia dealbata* Link.).

Dentro de las especies vegetales cultivadas estudiadas: la vid (*Vitis vinifera* L.), el nogal (*Juglans regia* L.), frutales (*Pyrus communis* L., *Prunus domestica* L., *Malus* sp., *Cydonia oblonga* Miller), el maíz (*Zea mays* L.) o la patata (*Solanum tuberosum* L.).

De las especies perennes se tomaron datos de las variables fenológicas brotación, foliación, floración, maduración de fruto, cambio de color y caída de las hojas; y de las cultivadas herbáceas, datos sobre época de siembra, nascencia, floración, espigado, maduración o recolección.

En cuanto a las especies de fauna se registran datos de llegada principalmente de las especies de aves estivales: la golondrina (*Hirundo rustica* L.), la abubilla (*Upupa epops* L.), el vencejo (*Apus apus* L.) y el cuco (*Cuculus canorus* L.).

Para la toma de datos se siguen en todo momento las recomendaciones para la realización de este tipo de estudios. Así fueron escogidas zonas fisiográfica y fitoclimáticamente representativas y dentro de ellas aquellos ejemplares que ofreciesen garantía de supervivencia y escasa variación en todos aquellos factores y condicionantes que pudiesen influir en su desarrollo: competencia de árboles vecinos, insolación, manejos de suelo y biomasa, tratamientos fitosanitarios, cambios en el uso del suelo, etc. Todos los datos son tomados dentro de un radio de 1,5 km en torno a la estación meteorológica.

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA LOCAL

El valor de este registro es muy elevado no solo para los estudios de clima a escala regional sino también para los estudios del microclima local, lo que permite una aplicación práctica inmediata en la agricultura y ganadería, así como también la monitorización de los efectos provocados por las variaciones climáticas a menor escala geográfica. Aunque existen y se deben tener en cuenta la multitud de factores tanto bióticos (estado de salud, edad, genotipo, etc.) como abióticos (altitud, orientación, insolación, suelo, etc.) que influyen en el desarrollo de los organismos vivos en cada caso, los datos fenológicos permitirán realizar una caracterización orientativa del ciclo anual general de estas especies a nivel local.

Fase fenológica	Fecha media	Más temprana	Más tardía	Variación (días)
Foliación del roble	21 abril	15 marzo	12 mayo	58
Cambio de color de hojas del roble	15 octubre	20 septiembre	25 octubre	35
Caída de hoja de roble	11 noviembre	12 octubre	23 noviembre	42
Floración de la vid	15 junio	15 mayo	25 junio	42
Floración de la mimosa (<i>Acacia dealbata</i>)	19 febrero	23 enero	8 marzo	44
Llegada del cuco	22 marzo	17 marzo	8 abril	22
Llegada de la golondrina	4 mayo	7 abril	14 junio	68
Floración de la retama (<i>Cytisus striatus</i>)	21 abril	10 marzo	30 abril	51

Tabla 3. Fechas medias (calculadas a partir de la mediana) de ocurrencia para algunas fenofases y especies, así como la fecha más temprana y la más tardía registradas y el intervalo de días entre ellas.



A la izquierda, roble (Quercus robur L.), especie arbórea climácica dominante en la Galicia atlántica. En el centro, ejemplar arbóreo de mimosa (Acacia dealbata Link.), una de las principales especies invasoras que caracteriza ya de forma importante el paisaje de una gran extensión de la zona de O Ribeiro. A la derecha, escobón o xesta (Cytisus striatus (Hill) Rothm.), endemismo de la parte occidental de la península ibérica, una de las principales especies de matorral característica de las primeras etapas de degradación del robleal.

COMBINACIÓN DE LAS SERIES METEOROLÓGICA Y FENOLÓGICA

A continuación se exponen a modo de ejemplo gráficas de algunas de las combinaciones entre variables meteorológicas y fenológicas. En este intento de hallar algún tipo de correspondencia se debe tener en cuenta que la relación, que se establece entre el desarrollo de las especies y la multitud de factores tanto bióticos como abióticos, entre los que se encuentran los climáticos, es muy compleja lo que dificulta concluir resultados claros y determinados.

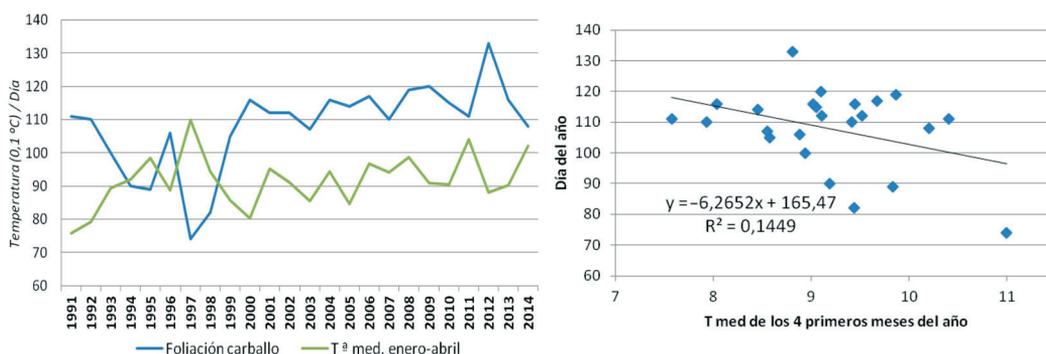


Figura 7. A la izquierda, evolución de la fecha de foliación del roble carballo (Quercus robur L.) y de la temperatura media de los cuatro primeros meses del año (en décimas de °C) en el punto de muestreo fenológico 1 que se encuentra al lado de la estación meteorológica. A la derecha, relación entre la foliación del roble y la temperatura media de los cuatro primeros meses del año.

Una de las respuestas por parte de algunas especies vegetales como adaptación a las variaciones climáticas puede ser la modificación de la duración de su periodo vegetativo. La figura 8 representa la evolución a lo largo de la serie 1991-2014 de la duración del periodo vegetativo del roble (*Q. robur* L.) considerada como la diferencia desde la fase de foliación hasta la de cambio de color de la hoja. En la serie para la variable cambio de color no se registraron datos de tres años (1998, 2005, 2010) por lo que la línea aparece dividida en cuatro segmentos. A la vista del gráfico de la derecha, con los datos disponibles, no parece variar la época de finalización del periodo vegetativo (cambio de color) con el paso de los años, mientras que la foliación parece estar retrasándose desde finales del siglo pasado acortándose así la etapa de desarrollo del árbol. Los gráficos de la figura 9 ponen en relación la misma variable anterior, duración del periodo vegetativo (línea azul), con la variable suma de horas de sol a lo largo de dicho periodo (línea roja).

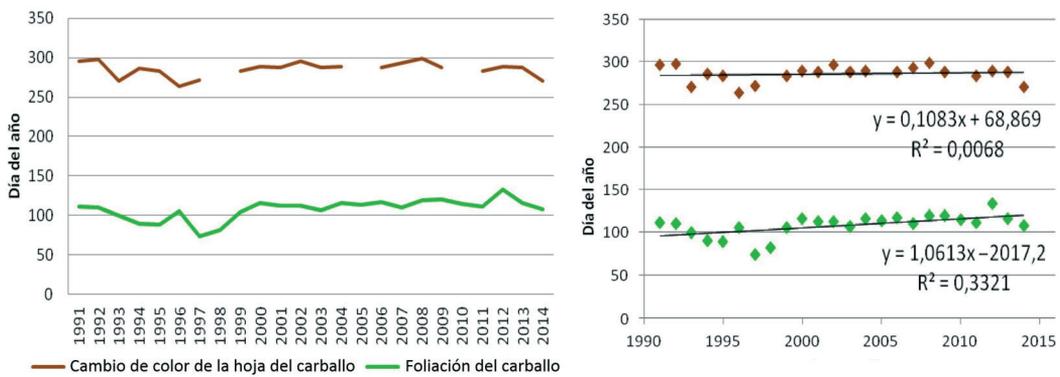


Figura 8. A la izquierda, duración del periodo vegetativo del roble (*Q. robur* L.) como la diferencia desde la foliación hasta la de cambio de color de la hoja. A la derecha, tendencias observadas para ambas variables fenológicas.

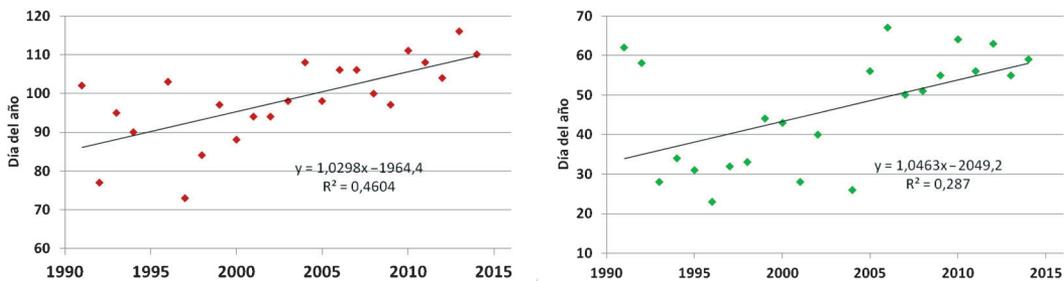


Figura 9. A la izquierda, duración del periodo vegetativo del carballo, contado en días desde la foliación hasta el cambio de color de la hoja, relacionado con la suma de horas de sol a lo largo de ese periodo. A la derecha, relación entre estas dos variables.

De igual modo se compararon otras variables fenológicas de diversas especies con aquellas variables meteorológicas que, en principio y según la bibliografía consultada, pudieran guardar algún tipo de relación. Los gráficos de la figura 10 muestran las tendencias

en la fecha de floración del cerezo (*Prunus avium* L.) y de la mimosa (*Acacia dealbata* Link). En ambas especies la floración parece estar retrasándose desde 1991 aunque las correlaciones son bajas.

La búsqueda de otras variables meteorológicas relacionadas con la floración de la mimosa se muestra en la figura 11. En el gráfico de la izquierda, con un coeficiente de determinación con valor muy bajo, la temperatura media anual, que muestra un incremento desde 1984 (figura 1, derecha), parece no influir en la floración. A la derecha, comparando con la suma de horas de sol de los 20 días anteriores a la fecha de floración de la mimosa, la correlación sigue siendo baja.

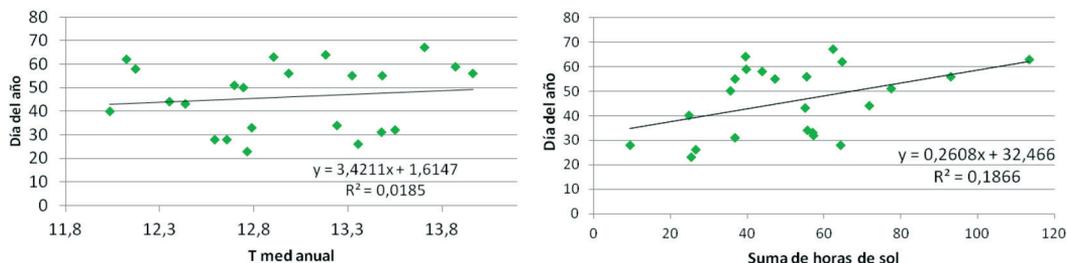


Figura 10. A la izquierda y derecha, respectivamente, las fecha de floración del cerezo y de la mimosa desde 1991.

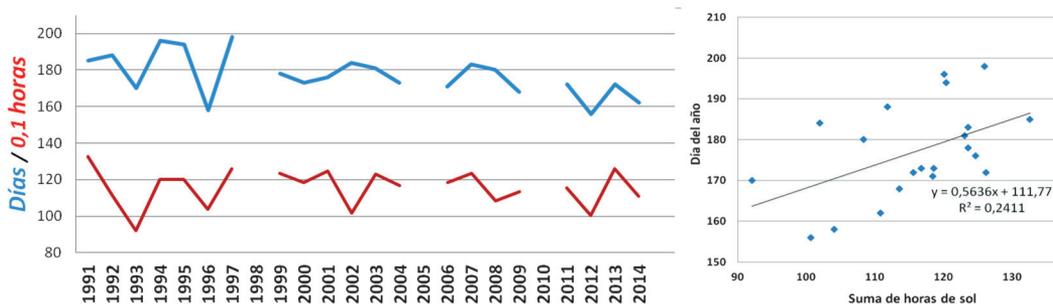


Figura 11. A la izquierda, floración de la mimosa y temperatura media anual. A la derecha, la floración comparada con la suma de horas de sol de los 20 días anteriores a la fecha de floración.

Por último, y como otra muestra más del potencial e interés que guardan las series de datos fenológicos y meteorológicos, se intenta emplear la combinación de ambas para la búsqueda de posibles explicaciones del comportamiento y adaptación de los vegetales a las condiciones climáticas locales. En la figura 12 se representa el comportamiento de las temperaturas mínimas a lo largo de un año (línea azul) calculado a partir de los datos diarios registrados desde 1984. La línea roja representa el límite negativo de la desviación típica de esta variable la cual nos puede indicar los riesgos de helada. Las series de puntos dispuestas en paralelo al eje horizontal de fechas en la parte superior representan los datos fenológicos desde 1991 para la foliación (verde) y el cambio de color de la hoja

(marrón) para el roble (*Quercus robur* L.). Para la foliación la mayor concentración de los datos registrados aparece cuando la línea de riesgo de heladas se coloca por encima de los 0 °C lo que puede sugerir una adaptación del desarrollo o ajuste de la actividad de la planta encaminada a evitar el periodo de heladas tardías de finales de marzo y abril (flechas).

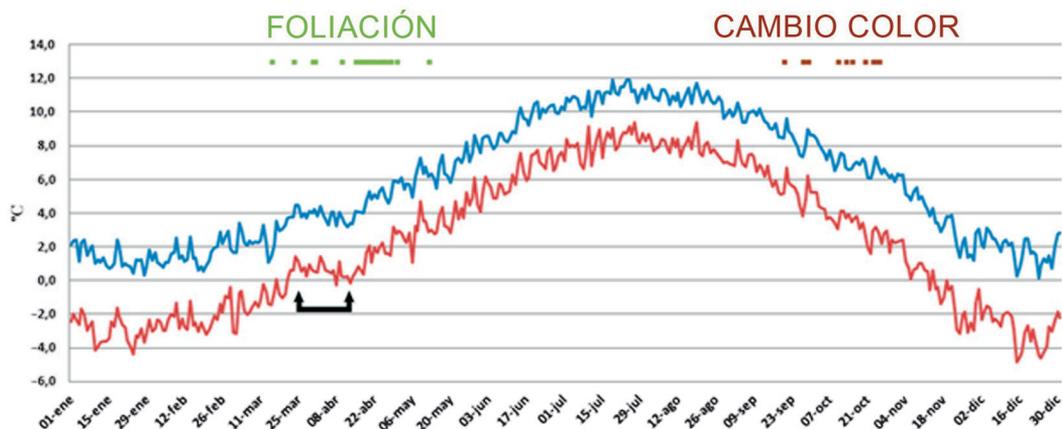


Figura 12. Comparación entre la variable meteorológica temperatura mínima a lo largo de un año (línea azul) y el límite negativo de su desviación típica (línea roja) que indica los riesgos de helada con los datos fenológicos para la foliación (verde) y el cambio de color de la hoja (marrón) del roble (*Quercus robur* L.). El periodo de heladas tardías, de finales de marzo y abril, se indica mediante flechas.

BIBLIOGRAFÍA

- DE CARA, J. A. Y MESTRE, A. (2006). La observación fenológica en agrometeorología y climatología. *Revista del Aficionado de Meteorología*, 45.
- MARTÍNEZ, A. Y PÉREZ, A. (coord.) (1999). Atlas Climático de Galicia. Xunta de Galicia.
- PRECEDO, A. Y FIGUEROA, J. (1995). Comarca do Carballiño: plan de desenvolvemento comarcal de Galicia. Gabinete de Planificación e Desenvolvemento Territorial, Presidencia Xunta de Galicia.
- RENOM, M. (2011). Principios básicos de las mediciones atmosféricas. Estaciones meteorológicas. Unidad de Ciencias de la Atmósfera, Facultad de Ciencias-UdelaR.
- SÁNCHEZ, R. *et al.* (2014). Observaciones fenológicas en Galicia. *Calendario meteorológico*, 2014, 291-297. AEMET. <http://hdl.handle.net/20.500.11765/2555>.