

OBSERVACIONES FENOLÓGICAS EN GALICIA

Rafael Sánchez, Pablo Gómez, María Luisa Orro y Carmen Estévez.
Delegación de AEMET en Galicia.

RESUMEN: En este trabajo mostramos algunas de las series de observaciones fenológicas más largas disponibles en Galicia, analizamos la existencia de tendencias en las mismas y tratamos de poner de manifiesto, en la medida en que la disponibilidad de datos lo permite, posibles diferencias en el comportamiento de las especies en áreas con características climáticas distintas, o bien la existencia de periodos en que estos posibles adelantos o retrasos en el inicio de las fenofases hayan sido más intensos. Dada la variedad de resultados que muestran las distintas estaciones para cada una de las diferentes fases fenológicas analizadas, se ha construido una serie promedio que pudiera resultar representativa del conjunto de Galicia y de la que pueden extraerse conclusiones válidas para el conjunto de la Comunidad, por encima de particularidades locales.

INTRODUCCIÓN

Las variaciones interanuales que se producen en la fecha de observación de las fases fenológicas que caracterizan la vida de animales y plantas, así como las diferencias que dentro de un mismo año se encuentran para distintas áreas de una misma región, están asociadas en gran medida a las condiciones meteorológicas que han tenido lugar en las semanas o meses precedentes a la aparición de la fenofase. Las observaciones fenológicas pueden considerarse, por tanto, un registro paralelo de la evolución del tiempo atmosférico y, promediadas a lo largo de intervalos temporales del orden de décadas, muestran la modificación que los procesos naturales sufren por efecto de la variabilidad climática. La observación de alteraciones apreciables en los ciclos naturales al mismo tiempo que se registran cambios sustanciales en el clima ha hecho aumentar el interés por las observaciones fenológicas y existen gran número de publicaciones donde se evalúan tales alteraciones y se estudia su relación con las variaciones climáticas, fundamentalmente con las de la temperatura (SPARKS, 2002; WALTHER, 2002; MENZEL, 2006).

Distintos estudios han demostrado que el aumento global de la temperatura en las últimas décadas se ve reflejado en una variación tanto en las fechas de inicio de las fases fenológicas como en la duración de las mismas. Probablemente sea en las observaciones fenológicas donde queda más claramente de manifiesto que el incremento de temperatura registrado no es meramente una cuestión estadística y tiene implicaciones directas sobre los fenómenos naturales. En términos generales se observa un adelanto de los procesos biológicos característicos de la primavera, en tanto que los fenómenos otoñales muestran un comportamiento menos evidente, si bien parece existir una cierta tendencia hacia el retraso. También las aves parecen responder al calentamiento adelantando las fenofases, aunque de un modo mucho menos claro que las plantas. Esto se atribuye a las relaciones existentes entre el comportamiento de las especies de aves y las variaciones en los ritmos fenológicos de plantas e invertebrados. En estos últimos parece observarse también una cierta tendencia hacia un adelanto de las fases fenológicas.

LA FENOLOGÍA EN GALICIA

Las observaciones fenológicas más antiguas conservadas en los archivos de la Delegación territorial en Galicia de AEMET datan de la década de 1960. Con algunas excepciones, se trata de series fragmentarias y, aun entre las que presentan cierta continuidad, su duración rara vez supera los 25 años. Además, con frecuencia los observadores no se atienen a la normativa establecida, se centran en especies locales o cultivadas que no se encuentran en otras estaciones o no son comparables, dificultando de este modo el análisis de las diferencias comarcales. Se dispone de alrededor de 30 estaciones con información fenológica utilizable, de entre las cuales destacan por la longitud y calidad de sus registros las de Montaos (Ordes, A Coruña) que inició las medidas en 1968, Páramos (Tui, Pontevedra) con datos desde 1969 y Salcedo (Pontevedra) con registros también desde 1968. Estas tres estaciones continúan funcionando en la actualidad. Importante es también la información facilitada por las estaciones de Veiga (Pobra de Brollón, Lugo), que abarca desde 1971 a 2009, Carballiño (Ourense) que inició la toma de datos en 1990 y continúa en la actualidad, Agolada (Pontevedra) que realizó observaciones entre 1982 y 2011, Monforte (Lugo), cuyas observaciones se extienden entre 1975 y 2003, así como las estaciones de Sobrado dos Monxes (Lugo) y Xinzo de Limia (Ourense) que continúan en activo e iniciaron sus registros en 1986.



Figura 1. Localización de las estaciones fenológicas utilizadas en este estudio.

Las restantes estaciones presentan series cortas o relativamente antiguas que no hemos utilizado en este trabajo en el que el interés se centra esencialmente en las tres últimas décadas. En total seleccionamos nueve estaciones repartidas por toda Galicia (figura 1), excepto su extremo más septentrional, con series que en el mejor de los casos superan ligeramente los 40 años, pero todas ellas con información recogida durante el periodo de máximo incremento de temperatura y en las que cabe esperar que, con las incertidumbres propias de la escasez de datos, hayan quedado huellas del calentamiento observado.

RELACIÓN ENTRE FENOLOGÍA Y CLIMA

Los diferentes métodos existentes para el estudio de la interacción entre el clima y los eventos fenológicos pueden clasificarse en primera aproximación entre aquellos que intentan incorporar información sobre los procesos biológicos implicados en el fenómeno en estudio y aquellos otros que únicamente tratan de establecer alguna relación entre las

variables fenológicas y las climáticas mediante métodos de regresión lineal (ROBERTS, 2011). Los primeros suelen apoyarse en el concepto de grado-día, asumiendo, a grandes rasgos, que la fase fenológica se inicia cuando se haya acumulado una cierta cantidad de grados-día, definidos como la suma de las diferencias diarias entre la temperatura media y una cierta temperatura umbral. Más complejos resultan los modelos denominados secuenciales, donde la fecha de acumulación de grados-día se empieza a contar a partir del momento en que se completan durante el invierno un cierto número de horas-frío. La falta del suficiente frío invernal puede traducirse, entre otras anomalías, en un retraso de la fecha de floración de la especie considerada (ELÍAS, 1996). Ejemplos de estos modelos aplicados a las fechas de polinización del roble y del abedul en Galicia pueden verse en (JATO, 2002) y (RODRIGUEZ-RAJO, 2003). Los métodos basados directamente en regresiones lineales presentan una mayor facilidad de uso y pueden utilizarse cuando no se dispone de un modelo adecuado para el evento fenológico o como herramienta auxiliar en la búsqueda de uno de estos modelos. Normalmente suele aplicarse una regresión paso a paso para descartar variables irrelevantes utilizando como predictores ciertas acumulaciones de datos climáticos, básicamente la temperatura.

La figura 2 muestra un claro ejemplo de la relación entre la temperatura y las fases fenológicas. Corresponde a la fecha de floración del abedul (día del año) en la estación de Montaos comparada con la temperatura media de los primeros cuatro meses del año. Resulta evidente el paralelismo entre ambas variables, que presentan un valor de r^2 de 0,48. Se han separado, con límites un tanto arbitrarios, tres tramos en cada una de las series para que resulte más evidente la evolución paralela de ambas gráficas. Obsérvese que en el primero de ellos, hasta 1983, hay una ligera tendencia creciente en la temperatura que coincide con una pequeña

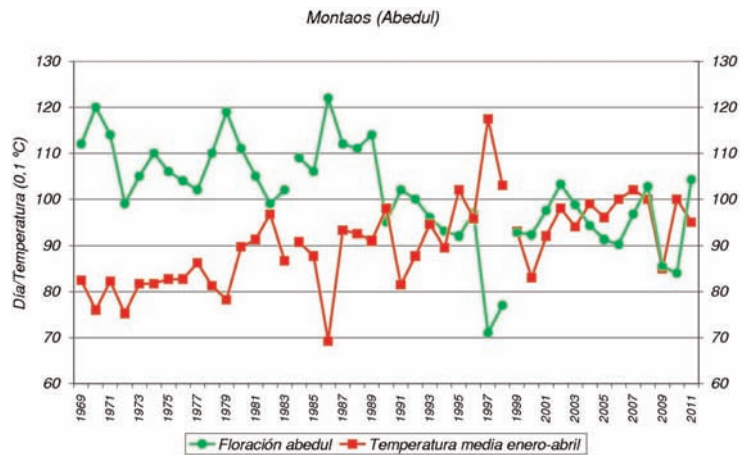


Figura 2. Evolución de la fecha de floración del abedul y de la temperatura media del periodo enero-abril (décimas de °C) en la estación de Montaos.

disminución de la fecha de floración. Entre 1984 y 1999 el aumento de la temperatura es muy fuerte y se produce también un acusado adelanto de la fecha de floración, en tanto que en el último tramo no se observa una tendencia significativa ni en la temperatura ni en la fecha de floración.

Sin embargo, veremos con más detalle que en otras especies las conclusiones no son las mismas e, incluso, dentro de una misma especie los resultados son diferentes para distintas estaciones. Como es natural, la escasez de datos dificulta cualquier análisis y, en particular, el intento de obtener unas conclusiones representativas de la evolución media en Galicia. Inevitable resulta también plantearse la posible inexactitud de alguna de las series disponibles, aunque a la hora de explicar los resultados contradictorios tal vez sea más razonable recurrir a la variedad climática de Galicia, mayor de lo que pudiera pensarse por su tamaño y debida esencialmente a la compleja orografía. Por otro lado, la relación entre la fecha de observación de un cierto fenómeno fenológico y las variaciones de temperatura no resulta, en general, ni sencilla ni lineal. En primer lugar, hay multitud de factores variables que intervienen en el inicio o en la duración de la fase fenológica, como la humedad disponible en el suelo, o en el caso de especies animales la disponibilidad de determinados alimentos, junto con factores fijos como las horas de sol. Incluso si nos centramos exclusivamente en el impacto de la temperatura, los modelos secuenciales que mencionábamos antes dan una idea de la compleja relación existente entre las variaciones de temperatura y las alteraciones en las fechas de inicio de las fenofases.

TENDENCIAS OBSERVADAS EN ALGUNAS ESPECIES

Se muestran a continuación algunas tendencias observadas en el inicio de las fases fenológicas más relevantes de determinadas especies. Las series utilizadas cuentan con, al menos, 13 años con datos. Un aspecto que debe ser tenido en cuenta es que los periodos de las distintas series no coinciden. Las más antiguas arrancan en 1968 o 1969 y, en el mejor de los casos, llegan hasta la actualidad. Las restantes abarcan diversos periodos dentro de ese intervalo de años. Los resultados del test de tendencia aplicado dependen fuertemente del intervalo considerado. En términos generales, se observa una alteración significativa de las fechas de ocurrencia de buen número de eventos fenológicos entre mediados de la década de 1980 y comienzos del presente siglo, coincidiendo con un periodo de fuerte incremento de la temperatura, algo que los ejemplos siguientes ponen de manifiesto y que no parece exclusivo de Galicia (MESTRE y DE CARA, 2009). En los últimos años, las fechas parecen haberse estabilizado o incluso haber sufrido un leve retraso. Además de una gran variabilidad en los resultados que obtengamos como consecuencia de los diferentes periodos que abarca cada una de las series, es razonable esperar variaciones importantes en los mismos en función de las diferencias climáticas entre las distintas estaciones y ocasionalmente no hay que descartar que los datos observados se hayan tomado con poca exactitud. Se eliminaron algunas de las series disponibles en las que se encontraron ciertas incoherencias internas como, por ejemplo, una mala correlación entre las fechas de floración y foliación.

Para determinar la significación estadística de las tendencias se ha calculado el coeficiente de correlación de Spearman (ρ) y además del valor del mismo se facilita el p-valor correspondiente para un test bilateral con la falta de tendencia (valor cero del coeficiente de Spearman) como hipótesis nula. El valor de la tendencia, obtenida por el ajuste de los datos a una recta de regresión, se facilita en la última columna de cada tabla.

Para cada una de las fenofases se ha intentado obtener una serie promedio para Galicia. Se han tomado los años comunes en las distintas estaciones y el promedio de tales años ha sido la referencia respecto de la que se ha calculado la desviación para el resto de los datos de cada serie. De estas desviaciones se ha hallado la mediana y no la media, para evitar que una única serie con tendencia muy marcada determine el valor global de la misma. El cálculo se efectúa únicamente para los años en los que están disponibles al menos tres estaciones. Finalmente se representan los resultados situando el cero en el valor medio de la serie global. En algunas ocasiones se han utilizado en el cálculo de la serie media para Galicia estaciones que no figuran explícitamente en las tablas siguientes puesto que disponen de un número muy reducido de datos.

Se presenta para cada especie una tabla correspondiente a cada una de las fases fenológicas analizadas, en la que se indican los años de inicio y final de cada serie, así como el número de datos disponibles. Las tres columnas siguientes muestran el valor del coeficiente de Spearman, el p-valor correspondiente y la pendiente de la recta de regresión en días/década. Todo ello para cada estación y para la serie "promediada" para toda Galicia. Estas últimas series son las que se representan en el gráfico que acompaña a las tablas, junto con las correspondientes rectas de regresión.

GOLONDRINA (*HIRUNDO RUSTICA*)

En relación con las aves, el dato más abundante es el relativo a la llegada y a la emigración de la golondrina. Con la excepción de Xinzo, que presenta un periodo de datos muy diferente, todas las estaciones parecen sugerir un adelanto en la fecha de llegada. Sin embargo, las tendencias únicamente resultan significativas en Montaos y en Monforte, de donde podría deducirse que el adelanto es más pronunciado en el interior y norte de Galicia y menos evidente en el suroeste, donde, además, la emigración de la golondrina tampoco muestra una tendencia definida, mientras que en el resto de Galicia habría un adelanto de este proceso, especialmente significativo en el interior. Promediado para el conjunto de Galicia se observa un adelanto tanto en la fecha de llegada como de emigración, de alrededor de cuatro días por década en la primera y de algo más de uno en la segunda. La llegada, además, muestra claramente un marcado adelanto hasta comienzos del presente siglo, en tanto que en la última década parece tener una cierta tendencia al retraso.

Llegada de la golondrina				Emigración de la golondrina			
	ρ	p-valor	pendiente (días/década)		ρ	p-valor	pendiente (días/década)
Montaos (1969-2012, 42)	-0,59	< 0,01	-7,0	Montaos (1969-2011, 41)	-0,28	0,08	-1,5
Páramos (1969-2011, 41)	-0,12	0,43	-0,9	Páramos (1969-2011, 37)	0,16	0,35	2,7
Salcedo (1969-2012, 42)	-0,13	0,42	-1,5	Salcedo (1970-2010, 38)	0,06	0,70	0,5
Xinzo (1986-2012, 27)	0,39	0,04	1,5	Xinzo (1986-2011, 25)	-0,78	< 0,01	-8,9
Monforte (1976-2003, 25)	-0,76	< 0,01	-14,6	Monforte (1976-2002, 24)	-0,66	< 0,01	-9,9
Galicia (1969-2012, 42)	-0,47	< 0,01	-4,1	Galicia (1972-2011, 39)	-0,29	0,07	-1,5

Tabla 1. Valores estadísticos de las series de llegada y emigración de la golondrina para las estaciones fenológicas de Galicia y para la serie media de las mismas.

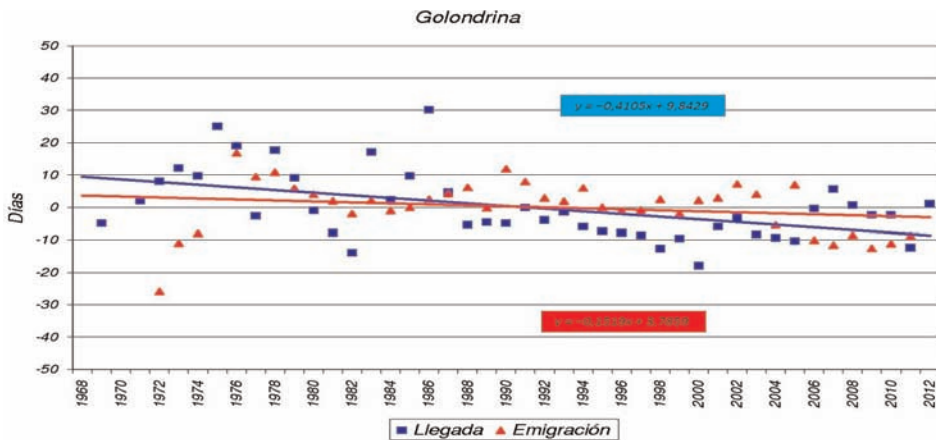


Figura 3. Evolución de la fecha media para las estaciones fenológicas gallegas de la llegada y emigración de la golondrina.

ABEJA (*APIS MELLIFERA*)

En el caso de la abeja vuelven a predominar las tendencias negativas con la excepción ahora de la estación de Montaos, aunque, salvo en el caso de Páramos, poco significativas estadísticamente. Para el conjunto de Galicia, se observa una tendencia decreciente desde 1990 del orden de 5 días por década.

Primera observación de la abeja			
	ρ	p-valor	pendiente (días/década)
Montaos (1984-2012, 26)	0,06	0,77	0,8
Páramos (1992-2012, 20)	-0,47	0,04	-11,7
Salcedo (1991-2011, 19)	-0,04	0,87	-3,2
Sobrado (1990-2012, 20)	-0,24	0,31	-2,4
Galicia (1990-2012, 23)	-0,29	0,18	-5,0

Tabla 2. Valores estadísticos de las series de la primera observación de la abeja para las estaciones fenológicas de Galicia y para la serie media de las mismas.

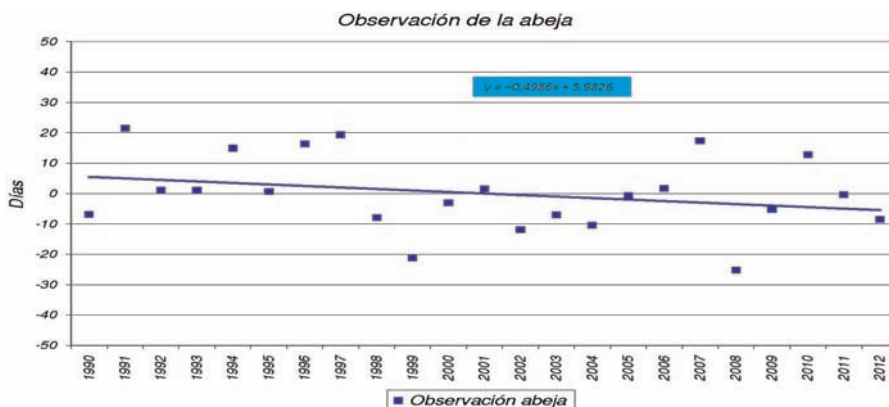


Figura 4. Evolución de la fecha media para las estaciones fenológicas gallegas de la primera observación de la abeja.

ABEDUL (*BETULA ALBA*)

La larga serie de observación del abedul de la estación de Montaos, que hemos utilizado anteriormente para ilustrar la dependencia entre la temperatura y las fases fenológicas, no tiene otras series paralelas hasta mediados de la década de 1980, por lo que únicamente desde esta fecha podemos hablar de una serie conjunta para Galicia.

<i>Foliación del abedul</i>				<i>Caída de la hoja del abedul</i>			
	ρ	p-valor	pendiente (días/década)		ρ	p-valor	pendiente (días/década)
<i>Agolada (1985-2009, 18)</i>	-0,12	0,62	-1,5	<i>Agolada (1984-2010, 18)</i>	-0,19	0,46	-3,0
<i>Montaos (1983-2011, 28)</i>	-0,55	< 0,01	-6,1	<i>Montaos (1969-2011, 41)</i>	0,41	< 0,01	1,9
<i>Salcedo (1969-2010, 41)</i>	-0,04	0,79	0,5	<i>Salcedo (1969-2011, 39)</i>	0,07	0,67	0,4
<i>Páramos (1994-2009, 14)</i>	-0,26	0,36	3,7	<i>Páramos (1996-2010, 16)</i>	-0,44	0,09	-6,1
<i>Xinzo (1987-2011, 23)</i>	-0,40	0,06	-3,3	<i>Xinzo (1987-2011, 25)</i>	-0,70	< 0,01	-7,1
<i>Galicia (1985-2010, 25)</i>	-0,13	0,53	-3,1	<i>Galicia (1984-2011, 27)</i>	0,002	1,0	0,02

Tabla 3. Valores estadísticos de las series de foliación y caída de la hoja del abedul para las estaciones fenológicas de Galicia y para la serie media de las mismas.

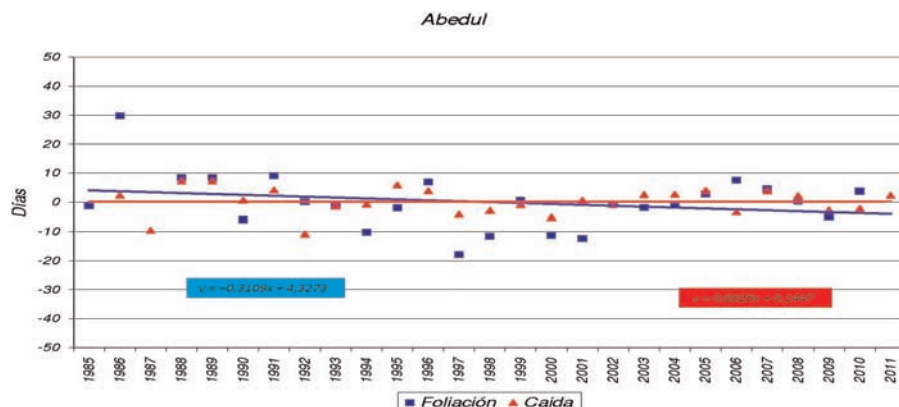


Figura 5. Evolución de la fecha media para las estaciones fenológicas gallegas de la foliación y de la caída de la hoja del abedul.

En el caso de la foliación se observan adelantos, sin apenas significación estadística, de unos tres días por década. Parece existir una tendencia en los últimos 10 años a estabilizarse el retroceso. La caída de la hoja no muestra una tendencia clara. Individualmente, solo la estación de Montaos presenta tendencias significativas en cada una de las fases. Llama la atención el adelanto de la caída de la hoja en Xinzo, que concuerda a grandes rasgos con los resultados de la estación de Páramos, pero que muestra signo contrario a la de Montaos, como si este hecho fuera característico del sur de Galicia.

ÁLAMO NEGRO (*POPULUS NIGRA*)

En la serie conjunta para Galicia de la foliación del álamo negro se encuentran tendencias de distinto signo que pueden explicarse por el diferente periodo de datos y que, en cualquier caso, no son significativas estadísticamente. Lo más relevante de esta especie es el fuerte adelanto de la caída de la hoja que se observa no solo en la serie media de Galicia, sino en todas las series individuales, independientemente del periodo que abarque cada una de ellas. Varias de estas series presentan un alto nivel de significación estadística. Evidentemente, la escasez de datos en algunos periodos condiciona el resultado que se obtiene para la pendiente de la recta, pero, sin embargo, series muy completas y de gran calidad como la de Páramos proporcionan resultados muy similares a los que se obtienen para la serie promedio de Galicia. En la gráfica se intuye un fuerte adelanto de todas las fases fenológicas del álamo negro entre, aproximadamente, 1984 y 2002.

Foliación del álamo negro				Caída de la hoja del álamo negro			
	ρ	p-valor	pendiente (días/década)		ρ	p-valor	pendiente (días/década)
Páramos (1969-2011, 31)	-0,37	0,04	-1,9	Montaos (1968-1983, 16)	-0,84	< 0,01	-12,5
Salcedo (1969-2011, 26)	-0,09	0,65	0,6	Páramos (1969-2011, 37)	-0,87	< 0,01	-10,5
Sobrado (1986-2002, 15)	-0,78	< 0,01	-2,7	Salcedo (1969-2010, 29)	-0,84	< 0,01	-9,1
P. Brollón (1976-2001, 17)	-0,33	0,20	-7,8	Sobrado (1986-2001, 14)	-0,46	0,10	-13,2
Carballiño (1992-2011, 15)	0,25	0,37	3,9	P. Brollón (1975-2002, 14)	-0,02	0,94	-0,8
Monforte (1976-2003, 26)	-0,36	0,07	-4,4	Carballiño (1995-2011, 16)	-0,52	0,04	-5,9
Galicia (1976-2011, 22)	-0,27	0,22	-2,3	Monforte (1975-2002, 26)	-0,34	0,09	-4,4
				Galicia (1975-2010, 26)	-0,79	< 0,01	-8,7

Tabla 4. Valores estadísticos de las series de foliación y caída de la hoja del álamo negro para las estaciones fenológicas de Galicia y para la serie media de las mismas.

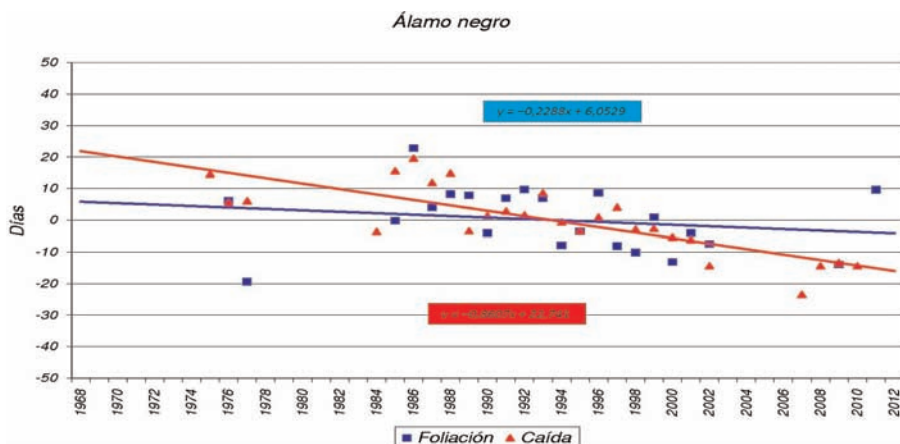


Figura 6. Evolución de la fecha media para las estaciones fenológicas gallegas de la foliación y de la caída del álamo negro.