

INFLUENCIA DO CAMBIO CLIMÁTICO NAS FENOFASES DE DIFERENTES ESPECIES VEXETAIS E ANIMAIS E O RISCO DE XEADAS

M. E. Rial Rivas e F. Díaz-Fierros Viqueira

Dpto. Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia. USC
Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela.
Correo_e: edmitas@usc.es, eddfierr@usc.es

RESUMO

O efecto do aumento das temperaturas que se vén experimentando nas últimas décadas sobre a vexetación pode ser analizado mediante o estudo das series fenolóxicas históricas, xa que os eventos fenolóxicos que teñen lugar na primavera ou no inverno son especialmente sensibles a eses cambios de temperatura. Pero non só as fases fenolóxicas das plantas son as que se ven alteradas polos cambios das temperaturas, senón que tamén as aves e os insectos ven modificados os seus ciclos anuais de chegada e migración, pois o seu principal condicionante son os factores ambientais, polo que as tendencias dos datos rexistrados nas últimas décadas para eses eventos fenolóxicos nos proporcionan información acerca dos cambios de temperatura durante o inverno e o verán cunha resolución espacial bastante elevada (Menzel, 2000). A partir dos rexistros históricos de cinco estacións fenolóxicas distribuídas polo territorio galego desde o ano 1970, analizáronse as tendencias dun total de 204 fenofases, das cales 93 presentaron variacións estatisticamente significativas, existindo adiantos nas datas en que teñen lugar nun 77,4% dos casos (durante os eventos primaveraís) e tan só un 22,6% de atrasos centrados estes últimos nas fenofases que acontecen no outono. Realizouse tamén, a partir dos rexistros históricos das datas en que teñen lugar a primeira e última xeadas do ano en catro estacións (tres dentro do territorio galego e unha en León), unha análise das súas tendencias nas últimas décadas, así como do número de días ao ano con xeadas para as mesmas estacións. Os resultados do procesamento estatístico das series amosan un 75% de variacións significativas nas series con adiantos na data en que ten lugar a derradeira xeadas do ano e considerables reducións no número de días ao ano nos que existe xeadas.

SUMMARY

An analysis of how plants are affected by increasing temperatures - such as those which have been recorded over the last few decades - can be carried out by studying historic phenological series, given that these phenological events, which take place in spring or in winter, are especially sensitive to these changes in temperature. Not only are the phenological phases of plants affected by changes in temperature, but also by the annual arrival and migration cycles of birds and insects, because the main prerequisites for these events are environmental factors; therefore the data recorded over the last few decades regarding these phenological events provides information about temperature changes during the winter and summer with a rather high spatial resolution (Menzel, 2000). Based on the historic records from five phenological stations scattered throughout Galicia since 1970, the tendencies of a total of 204 phenophases were analysed, 93 of which displayed statistically significant variations; the dates of 77.4% of these were brought forward (during spring events) and only 22.6% were delayed, mainly during the phenophases which take place in autumn. Analyses were carried out on the dates of the first and last frosts of the year at four stations (three in Galicia and one in Leon) and also on the trends displayed during the most recent decades; the number of frost days per year at the same stations were also studied. The results of the statistical processing of the series display a significant variation of 75% in the series in which the date of the last frost is brought forward and considerable reductions in the number of days per year with frost.

INTRODUCCIÓN

Segundo o IPPC (2001), durante o século XX o aumento da temperatura media global incrementouse da orde de $0,6 \pm 0,2$ °C, sendo entre 1976 e 2000 cando se produce o maior quentamento, e está previsto que este aumento sexa de 1,4-5,8 °C no período 1990-2100. O efecto do aumento das temperaturas que se vén experimentando nas últimas décadas sobre a vexetación pode ser analizado mediante o estudo das series fenolóxicas históricas, xa que os eventos fenolóxicos que teñen lugar na primavera ou no inverno son especialmente sensibles a eses cambios de temperatura. Pero non só as fases fenolóxicas das plantas son a que se ven alteradas polos cambios nas temperaturas, senón que tamén as aves e os insectos ven alterados os seus ciclos anuais de chegada e migración, pois o seu principal condicionante son os factores ambientais, polo que as tendencias dos datos fenolóxicos rexistrados durante anos ofrecen información sobre os cambios de temperatura acontecidos cunha resolución espacial bastante elevada (Menzel, 2000).

O rexistro das datas en que acontecen as fenofases é unha tradición en numerosos países europeos, polo que existen extensas series de datos recollidas durante décadas. En España, o Instituto Nacional de Meteoroloxía (INM) mantivo un rexistro fenolóxico de gran número de especies de plantas e algunhas especies de insectos e aves migratorias desde mediados da década dos corenta, aínda que na actualidade moitos deses rexistros se viron interrompidos pola perda de moitos observadores. En Galicia, gárdanse rexistros fenolóxicos dun total de cinco estacións distribuídas polo territorio da comunidade autónoma e cuxos datos, nas estacións máis completas, datan do ano 1942 e chegan ata o ano 2001 na súa maioría.

MATERIAIS E MÉTODOS

Durante anos rexistráronse datos fenolóxicos dun gran número de especies, tanto vexetais como de aves e insectos recollidos en varias estacións galegas. Os rexistros que se puideron recuperar son os pertencentes ás estacións de Loureses, Montaos, Páramos de Guillarei, Salcedo e Seoane do Carballiño (figura 1), e son datos que foron recollidos por observadores en follas fenolóxicas seguindo as normas do Servizo Fenolóxico, comezando o seu rexistro en 1942 e ata 1985 aproximadamente, data tras a cal o rexistro comezou a facerse dixitalmente, logrando así ampliar as series ata o ano 2001 nalgunha das estacións, mentres que noutras, como foi o caso da de Loureses, tan só se conta cos rexistros ata 1990. Para realizar este estudo empregáronse todos os datos existentes nas estacións a partir do ano fenolóxico 1970-1971, co obxectivo de analizar como foron os cambios de temperatura nas últimas tres décadas a través do estudo da fenoloxía das plantas. A análise das tendencias realizouse segundo os rexistros das fenofases de máis de 40 especies vexetais, dentro das que hai árbores, arbustos, especies cultivadas e especies silvestres, así como tamén sobre os datos de chegada e emigración de especies de aves e a aparición por primeira vez no ano dalgunhas especies de insectos.



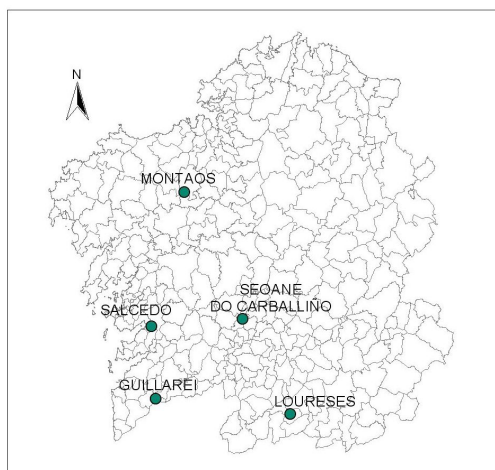


Figura 1. Localización das estacións fenolóxicas en Galicia.

Dada a existencia de 5 estacións con rexistros de datos non sempre coincidentes, tanto no tempo como na súa variedade en función das fenofases rexistradas, realizouse a selección das especies vexetais, aves e insectos común para as estacións dispoñibles e tendo en conta un mínimo de 15 anos de rexistros para cada fenofase a partir do ano 1970. Deste xeito, as especies cultivadas seleccionadas foron o millo (*Zea mays*) e a pataca (*Solanum tuberosum*), con rexistros continuos en catro das estacións, e a vide (*Vitis vinífera*), con rexistros en dúas das estacións. Dentro das froiteiras, escolléronse o castiñeiro (*Castanea sativa*), a maceira (*Malus communis*) e a pereira (*Pyrus communis*), que contan con rexistros para catro estacións. Nas especies silvestres seleccionáronse o bidueiro (*Betula celtibérica*), o amieiro (*Alnus glutinosa*), o salgueiro (*Salix alba*) e o sabugueiro (*Sambucus nigra*). As especies de aves estudadas foron a andoriña (*Hirundo rustica*) e o cirrio (*Apus apus*), das que existen rexistros da súa chegada e emigración en catro das estacións fenolóxicas. En canto aos insectos, analizouse a primeira vez que aparecen en flor as abellas (*Apis mellifera*) e a bolboreta da col (*Pieris rapae*).

O procesamento dos datos fenolóxicos realizouse empregando a equivalencia do día do calendario en que teñen lugar as distintas fenofases co día xuliano do ano ao que corresponde (táboa 1); mediante regresión lineal simple analizáronse as tendencias das series fenolóxicas das especies seleccionadas. Dado que os valores das pendentes das rectas obtidas son bastante baixos na maioría das series analizadas, empregouse (para saber se as variacións da pendente presentan significación estatística) o estatístico *t* para as pendentes, que se distribúe segundo o modelo de probabilidade *t* de Student con *n*-2 grados de liberdade, e así decidir se un determinado coeficiente de regresión é significativamente distinto de cero (Prado, A., 2002), polo que os valores de *t* entre +1 e -1 son considerados como sen cambios apreciables durante os anos de observacións para a serie fenolóxica analizada (Bradley, N. L., 1999).

Táboa 1. Equivalencia dos meses do ano calendario cos valores correspondentes ao día xuliano.

MES	DÍA XULIANO (365 días)	DÍA XULIANO (366 días)
XANEIRO	1-31	1-31
FEBREIRO	32-59	32-60
MARZO	60-90	61-91
ABRIL	91-120	92-121
MAIO	121-151	122-152
XUÑO	152-181	153-182
XULLO	182-212	183-213
AGOSTO	213-243	214-244
SETEMBRO	244-273	245-274
OUTUBRO	274-304	275-305
NOVEMBRO	305-334	306-335
DECEMBRO	335-365	336-366



RESULTADOS

Especies vexetais

Especies cultivadas

Debido principalmente á súa ampla distribución polo territorio galego, o millo e a pataca foron as especies cultivadas seleccionadas para a análise da súa evolución conxunta en polo menos catro estacións fenolóxicas, xa que se dispón dos datos suficientes para efectuar o seu procesamento. En primeiro lugar, realizouse unha análise da época de sementeira destas dúas especies e cuxa variación ao longo dos anos poder ser un bo indicativo das variacións climáticas na zona. Nas táboas 2 e 3 obsérvase un resumo do número de datos rexistrados de ambas as dúas especies e o día xuliano por termo medio no cal tiveron lugar, desde o ano 1970. En ningunha das estacións se agardou máis alá do día 30 de maio para plantar o millo, mentres que as sementeiros máis temperás foron nos primeiros días de abril. A pataca presentou unha tendencia similar, na que como máximo se agardou ata o 11 de maio para realizar a plantación, mentres que os anos en que máis cedo se realizou foi nos primeiros días de abril.

Táboa 2. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do millo (*Zea mays*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	<i>t</i> ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	SEMENTEIRA	133	12-mai	26	1970	2000	-	-	-
	FLORACIÓN	215	2-ago	30	1970	2001	-0.128	-0.735	0.468**
	MADURACIÓN	290	16-out	24	1970	1999	-0.765	-2.189	0.040*
LOURESES	SEMENTEIRA	-	-	-	-	-	-	-	-
	FLORACIÓN	211	29-xul	18	1970	1990	-0.259	-0.492	0.629**
	MADURACIÓN	281	7-out	19	1970	1990	-0.901	-2.430	0.026*
GUILLAREI	SEMENTEIRA	-	-	-	-	-	-	-	-
	FLORACIÓN	201	19-xul	18	1970	1999	-1.030	-4.330	0.001*
	MADURACIÓN	277	3-out	24	1970	2001	0.395	1.996	0.058*
SALCEDO	SEMENTEIRA	-	-	-	-	-	-	-	-
	FLORACIÓN	199	17-xul	25	1970	2000	-0.272	-1.338	0.194*
	MADURACIÓN	276	2-xul	22	1970	2001	-0.025	-0.152	0.880**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución *t* de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación

** Valores sen cambio aparente (*t* entre +1 e -1).

Como se pode observar na táboa 2, segundo os resultados obtidos nas probas de significación realizadas no caso do millo, non se poden considerar significativas as variacións observadas nas estacións de Loureses, Montaos e Salcedo, mentres que a estación de Páramos de Guillarei presenta certa significación para a fenofase de sementeira, existindo un atraso de oito días en 30 anos.

A seguinte fenofase analizada é a de floración. Considéranse significativas as variacións da pendente da floración do millo (táboa 2) nas estacións de Páramos de Guillarei e Salcedo, observándose nas dúas un adianto da época de floración moito máis marcado en Guillarei, con 30 días en 30 anos, mentres que para a estación de Salcedo ese adianto é de oito días en 30 anos.

As tendencias da fenofase de maduración resultaron estatisticamente significativas (táboa 2) para todas as estacións fenolóxicas excepto para a de Salcedo. Esta fenofase presenta unha tendencia similar para as estacións de Loureses e Montaos, nas cales ten lugar un adiantamento de 26 e 23 días en 30 anos respectivamente, mentres que para a estación de Salcedo non existe unha variación apreciable e na de Guillarei a tendencia é a ir atrasándose (12 días en 30 anos).

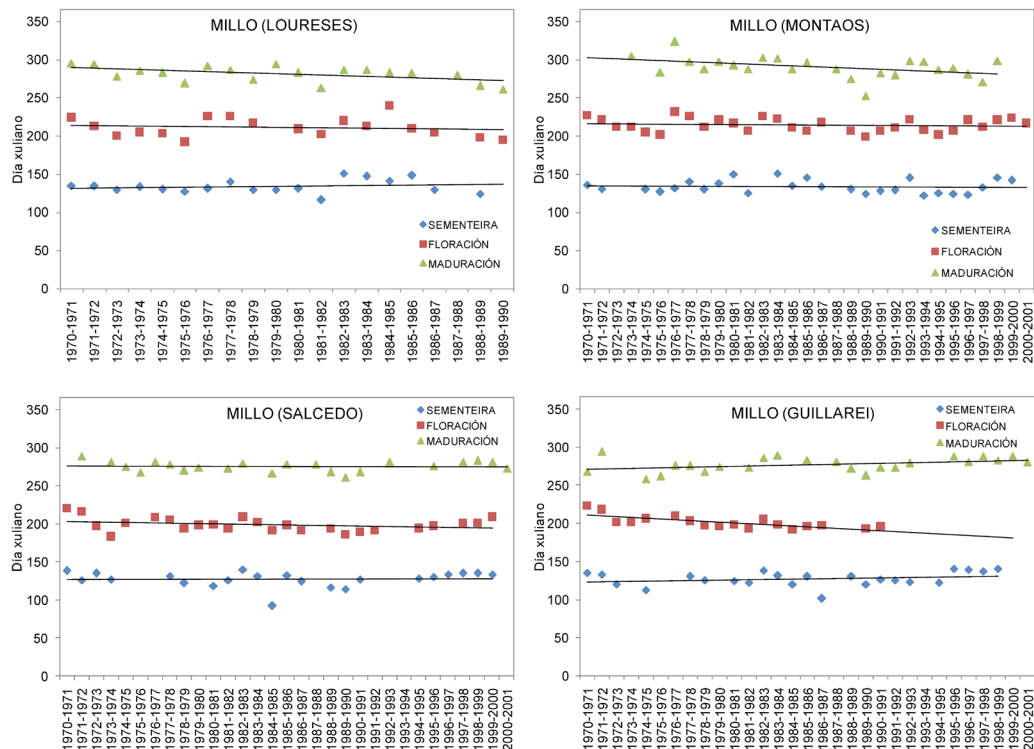


Figura 2. Evolución das fenofases do millo desde 1970 nas catro estacións fenolóxicas analizadas.

No caso da pataca, atopámonos coa evolución que amosa a figura 3. Nesta ocasión as tendencias vense moito máis marcadas, sendo todas elas significativas, como se pode ver na táboa 3. En tres das estacións existe un retardo nas sementeiras superior aos 10 días nos 30 anos analizados, e a estación que mostra unha tendencia máis clara cara a ese atraso nas sementeiras é a de Páramos de Guillarei, na que se chegan a acadar 20 días de atraso en 30 anos. Pola contra, na estación de Montaos, a tendencia é a contraria, existindo un adianto considerable nas datas da sementeira (17 días en 30 anos).



Táboa 3. Análise de regresión dos cambios nas fenofases da pataca (*Solanum tuberosum*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	SEMENTEIRA	109	18-abr	24	1970	2001	-0.588	-3.996	0.001*
	FLORACIÓN	179	27-xuñ	28	1970	1999	-1.483	-6.924	0.000*
	MADURACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-
LOURESES	SEMENTEIRA	115	24-abr	18	1970	1990	0.399	1.031	0.318*
	FLORACIÓN	185	3-xul	19	1970	1990	0.426	0.936	0.362**
	MADURACIÓN	248	4-set	16	1970	1990	-0.172	1.219	0.243*
GUILLAREI	SEMENTEIRA	91	31-mar	24	1970	2001	0.688	4.605	0.000*
	FLORACIÓN	106	15-abr	29	1970	2001	0.316	1.329	0.195*
	MADURACIÓN	215	2-ago	20	1970	2001	0.174	0.769	0.452**
SALCEDO	SEMENTEIRA	93	2-abr	21	1970	2001	0.257	1.055	0.305*
	FLORACIÓN	164	12-xuñ	24	1970	2000	0.151	0.626	0.538**
	MADURACIÓN	215	2-ago	16	1970	2000	0.048	0.192	0.851**

(1) Pendentes en días/ano.
(2) Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

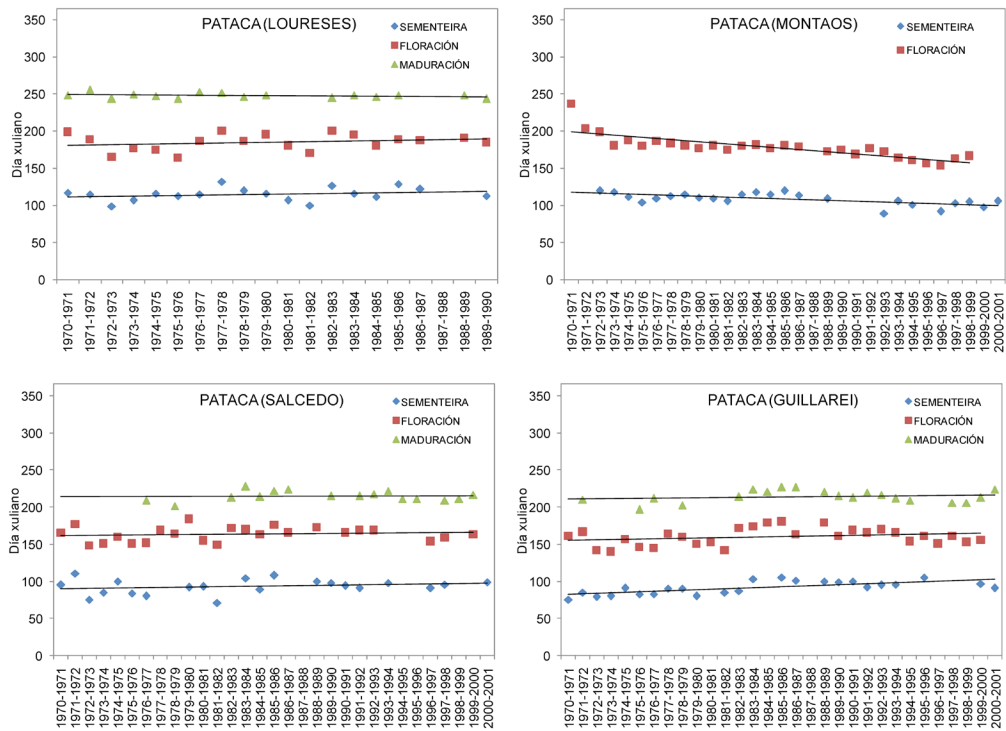


Figura 3. Evolución das fenofases da pataca desde 1970 nas catro estacións fenolóxicas analizadas.

A tendencia das sementeiras das patacas (figura 3) resultou estatisticamente significativa para as catro estacións, presentando un atraso para tres delas, e sendo o atraso por termo medio de 16 días en 30 anos, mentres que no caso de Montaos a tendencia é xustamente a contraria, dándose un adianto de 17 días en 30 anos. Na floración das series de Loureses e Salcedo non se atoparon variacións significativas (táboa 3), polo que non se terán en conta; non obstante, en Montaos e en Guillarei aparecen adiantamentos das floracións moito máis acentuados en Montaos, con 43 días en 30 anos, mentres que en Guillarei é de 9 días. Da maduración das patacas temos datos tan só para tres das estacións, e resultan significativas estatisticamente as variacións que presenta a maduración na estación de Loureses, na que se viu un adianto de 5 días en 30 anos.

Froiteiras

Unha das especies de importancia en Galicia, dada a ampla superficie dedicada á súa produción, é a vide (*Vitis vinífera*). O número de estacións fenolóxicas nas que se dispón de datos sobre a vide, e reducido, xa que son aquelas que están en zona vinícola (Salcedo e Guillarei) concretamente as dúas dentro da Denominación de Orixe Rías Baixas. A análise de regresión feita para as fenofases da vide mostra os resultados recollidos na táboa 4. Estudáronse un total de oito fenofases desta especie, existindo variacións estatisticamente significativas en todas as series a excepción das pertencentes á fenofase de caída das follas.

Táboa 4. Análise de regresión dos cambios nas fenofases da vide (*Vitis vinífera*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
SALCEDO	FLORACIÓN	163	11-xuñ	28	1970	2000	-0.624	-4.408	0.000*
	MADURACIÓN	266	22-set	25	1970	2000	-0.493	-2.991	0.007*
	COLLEITA	271	27-set	23	1970	2001	-0.605	-3.896	0.001*
	CAÍDA DA FOLLA	319	14-nov	25	1970	2000	-0.335	-0.335	0.741**
GUILLAREI	FLORACIÓN	160	08-xuñ	29	1970	2000	-0.656	-4.447	0.000*
	MADURACIÓN	271	27-set	26	1970	2001	-0.621	-4.503	0.000*
	COLLEITA	271	27-set	25	1970	2001	-0.598	-3.780	0.001*
	CAÍDA DA FOLLA	323	18-nov	26	1970	2000	-0.022	-0.174	0.864**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.
⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Os resultados obtidos (figura 4) amosan un adianto das floracións e as maduracións nas dúas estacións, así como, loxicamente, das datas de vendima. No caso da floración para a estación de Salcedo, o adianto é de 18 días en 30 anos, mentres que en Guillarei é de 19 días para o mesmo período de tempo. No caso da maduración é tamén en Guillarei onde esta fenofase se adianta 18 días, fronte aos 13 días en 30 anos que se adianta en Salcedo.

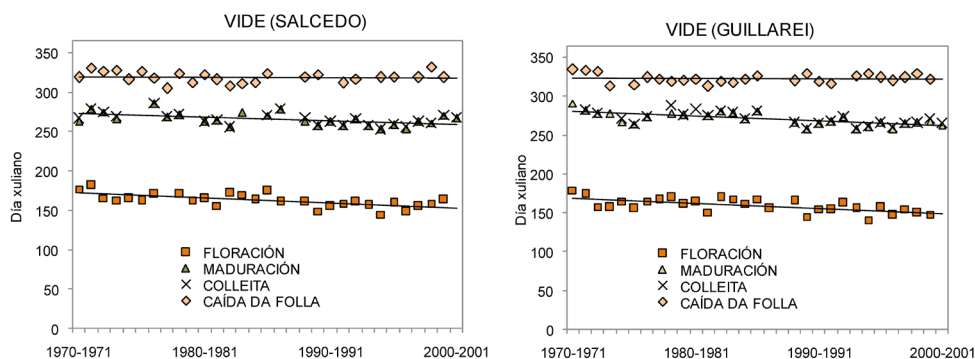


Figura 4. Evolución das fenofases da vide desde 1970 nas estacións fenolóxicas de Salcedo e Guillarei.

A seguinte das especies froiteiras analizada foi o castiñeiro (*Castanea sativa*). Dun total de 11 fenofases estudadas, seis delas non mostraron variacións estatisticamente significativas. Na táboa 5 amósanse os resultados obtidos tras a análise de regresión das series do castiñeiro.

Táboa 5. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do castiñeiro (*Castanea sativa*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	FLORACIÓN	192	10-xul	28	1970	2000	-0.367	-2.663	0.013*
	MADURACIÓN	290	16-out	25	1970	2001	-0.383	-1.969	0.061*
	CAÍDA DA FOLLA	325	20-nov	28	1970	2000	0.071	0.649	0.522**
LOURESES	FLORACIÓN	196	14-xul	17	1970	1990	-0.680	-1.224	0.240*
	MADURACIÓN	295	21-out	15	1970	1990	-0.036	-0.074	0.942**
	CAÍDA DA FOLLA	323	18-nov	16	1970	1990	0.490	0.762	0.459**
GUILLAREI	FLORACIÓN	185	3-xul	27	1970	2000	-0.593	-4.155	0.000*
	MADURACIÓN	286	12-out	27	1970	2001	0.105	0.885	0.385**
	CAÍDA DA FOLLA	342	7-dec	28	1970	2000	-0.072	-0.542	0.592**
SALCEDO	FLORACIÓN	186	4-xul	26	1970	2000	-0.689	-4.723	0.000*
	MADURACIÓN	283	9-out	22	1970	2001	0.027	0.187	0.854**
	CAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Os resultados amosan adiantos nas datas de floración en todas as estacións fenolóxicas, observándose maiores adiantos nas estacións de Loureses e Salcedo con 20 días en 30 anos, seguidos de Guillarei con 17 días en 30 anos e Montaos con 11 días en 30 anos. Tan só na maduración de Montaos foron detectadas variacións significativas, observándose un adianto na maduración de 11 días en 30 anos.

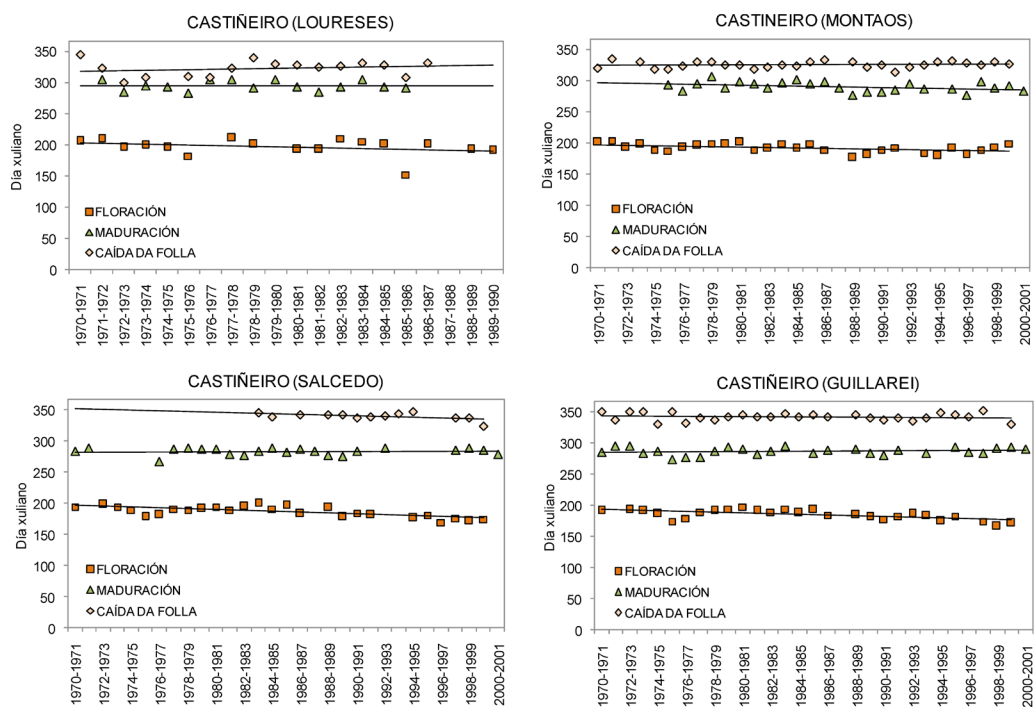


Figura 5. Evolución das fenofases do castiñeiro desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

Da maceira (figura 6) puidéronse analizar un total de 12 fenofases, das cales tan só a metade presentaron variacións significativas estatisticamente (táboa 6), e, como se comenta de seguido, os resultados obtidos amosan unha importante variabilidade.

Táboa 6. Análise de regresión dos cambios nas fenofases da maceira (*Malus communis*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	FLORACIÓN	108	17-abr	29	1970	2001	-0.359	-2.192	0.037*
	MADURACIÓN	252	8-sep	24	1970	2001	0.118	0.702	0.490**
	CAÍDA DA FOLLA	314	9-nov	29	1970	2001	-1.215	-5.705	0.000*
LOURESES	FLORACIÓN	132	11-may	8	1970	1990	-1.135	-3.459	0.013*
	MADURACIÓN	273	29-set	15	1970	1990	-0.464	-1.314	0.211*
	CAÍDA DA FOLLA	323	18-nov	19	1970	1990	-0.135	-0.282	0.781**
GUILLAREI	FLORACIÓN	104	13-abr	29	1970	2001	0.046	0.285	0.778**
	MADURACIÓN	214	1-ago	25	1970	2001	0.046	0.218	0.829**
	CAÍDA DA FOLLA	353	18-dec	27	1970	2000	-0.289	-1.924	0.066*
SALCEDO	FLORACIÓN	109	18-abr	29	1970	2001	0.018	0.132	0.896**
	MADURACIÓN	223	10-ago	30	1970	2001	0.285	1.838	0.077*
	CAÍDA DA FOLLA	356	21-dec	27	1970	2000	-0.087	-0.625	0.537**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



As floracións con variacións significativas mostraron unha variabilidade importante entre as estacións fenolóxicas, véndose adiantada a data en que acontecen en 10 días en 30 anos para a estación de Montaos e atrasada 6 días en 30 anos na de Loureses. A maduración en Loureses adiantouse 13 días en 30 anos, mentres que en Salcedo houbo un atraso de 8 días. A caída das follas en Montaos e Guillarei mostra un adianto de 35 e 8 días respectivamente.

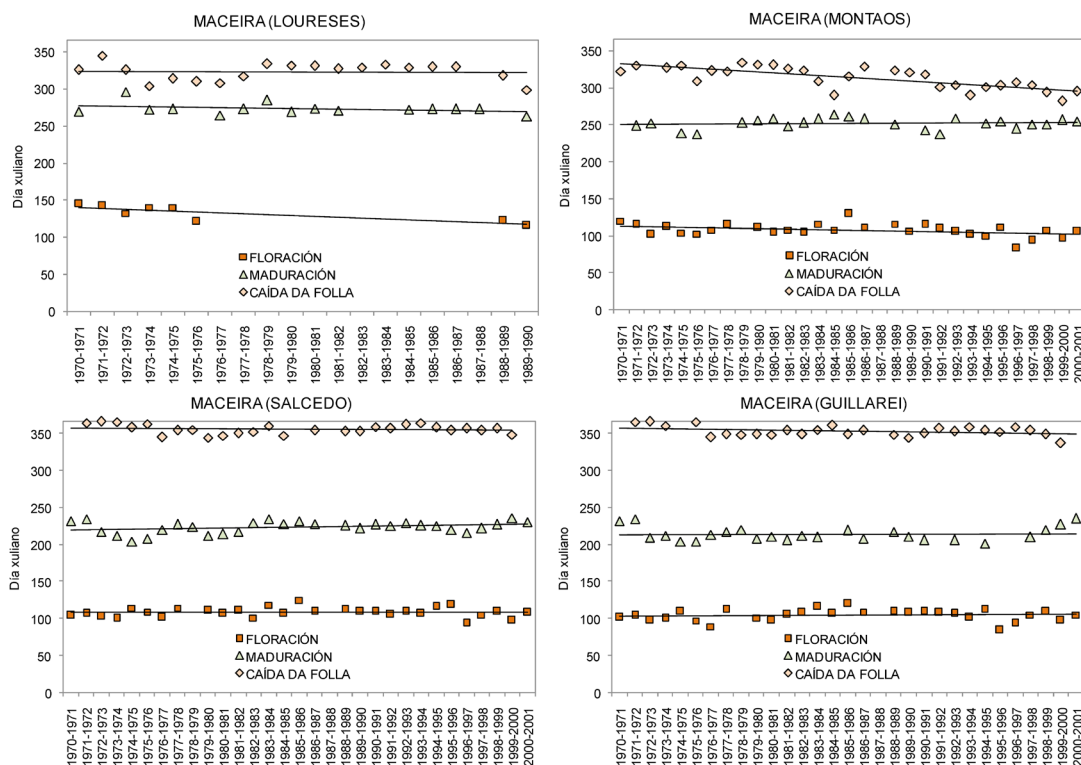


Figura 6. Evolución das fenofases da maceira desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

Das catro estacións fenolóxicas estudáronse as tendencias de 11 fenofases, das cales seis non presentaron variacións significativas (táboa 6). As que si presentaron variacións foron as correspondentes á estación de Montaos (floración, maduración e caída da folla), a floración en Loureses e a caída da folla en Guillarei. Na figura 7 pódense observar as tendencias das distintas fenofases para as catro estacións.

Táboa 7. Análise de regresión dos cambios nas fenofases da pereira (*Pyrus communis*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	FLORACIÓN	101	10-ago	29	1970	2001	-0.758	-2.929	0.007*
	MADURACIÓN	233	20-ago	26	1970	2001	-0.239	-1.981	0.059*
	CAÍDA DA FOLLA	312	7-nov	27	1970	2000	-1.208	-6.537	0.000*
LOURESES	FLORACIÓN	102	11-abr	15	1970	1990	1.420	1.975	0.070*
	MADURACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAÍDA DA FOLLA	313	8-nov	18	1970	1990	-0.282	-0.625	0.541**
GUILLAREI	FLORACIÓN	90	30-mar	28	1970	2001	0.060	0.379	0.713**
	MADURACIÓN	211	29-xul	25	1970	2000	-0.182	-0.879	0.388**
	CAÍDA DA FOLLA	333	28-nov	28	1970	2000	0.168	1.540	0.136*
SALCEDO	FLORACIÓN	89	29-mar	29	1970	2001	-0.159	-0.893	0.380**
	MADURACIÓN	228	15-ago	27	1970	2001	-0.182	-0.767	0.450**
	CAÍDA DA FOLLA	328	23-nov	28	1970	2000	0.149	0.808	0.426**

(1) Pendentes en días/ano.
(2) Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

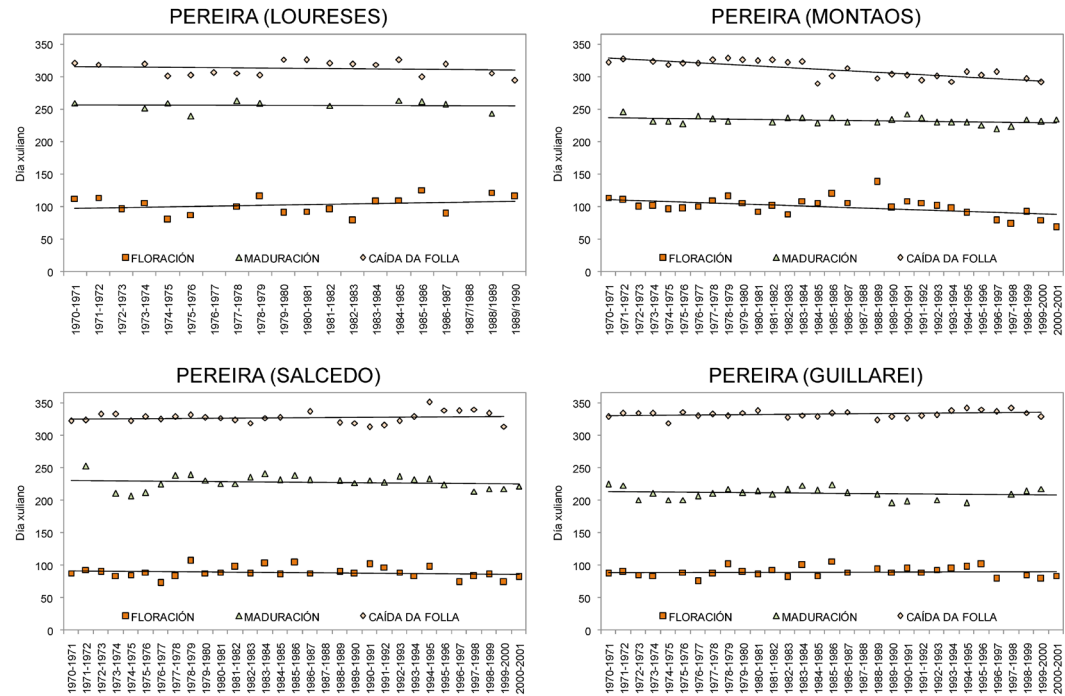


Figura 7. Evolución das fenofases da pereira desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.



Especies silvestres

Para as especies silvestres comúns ás estacións fenolóxicas, procesáronse un total de 35 series das fenofases de saída da folla, floración e caída da folla, das cales 27 presentaron variacións significativas estatisticamente para os datos desde 1970. En primeiro lugar describiremos os resultados obtidos para o bidueiro (*Betula celtibérica*) (táboa 8), no cal as únicas fenofases que non presentaron variacións foron as de floración e caída da folla na estación de Loureses.

Táboa 8. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do bidueiro (*Betula celtiberica*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos Observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	SAÍDA DA FOLLA	106	15-abr	18	1970	2001	-1.561	-3.866	0.001*
	FLORACIÓN	101	10-abr	28	1970	2001	-0.926	-4.957	0.000*
	CAÍDA DA FOLLA	325	20-nov	28	1970	2000	0.234	1.818	0.081*
LOURESES	SAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-
	FLORACIÓN	136	15-mal	17	1970	1990	-0.525	-0.927	0.369**
	CAÍDA DA FOLLA	335	30-nov	18	1970	1990	0.060	0.207	0.839**
SALCEDO	SAÍDA DA FOLLA	83	23-mar	28	1970	2001	-0.197	-1.034	0.311*
	FLORACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAÍDA DA FOLLA	329	24-nov	27	1970	2000	-0.156	-1.046	0.306*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Os resultados obtidos amosan adiantos nas datas de saída das follas moito máis marcados en Montaos (45 días en 30 anos) que en Salcedo (6 días), existindo unha tendencia no mesmo senso na floración, que é tamén moito máis notable en Montaos con 27 días en 30 anos. A caída das follas presenta xustamente o comportamento contrario á floración para Loureses e Montaos, existindo atrasos nas dúas estacións de 2 e 7 días respectivamente, mentres que para a estación de Salcedo existe un adianto de 5 días. Na figura 8 pódense observar as series analizadas.

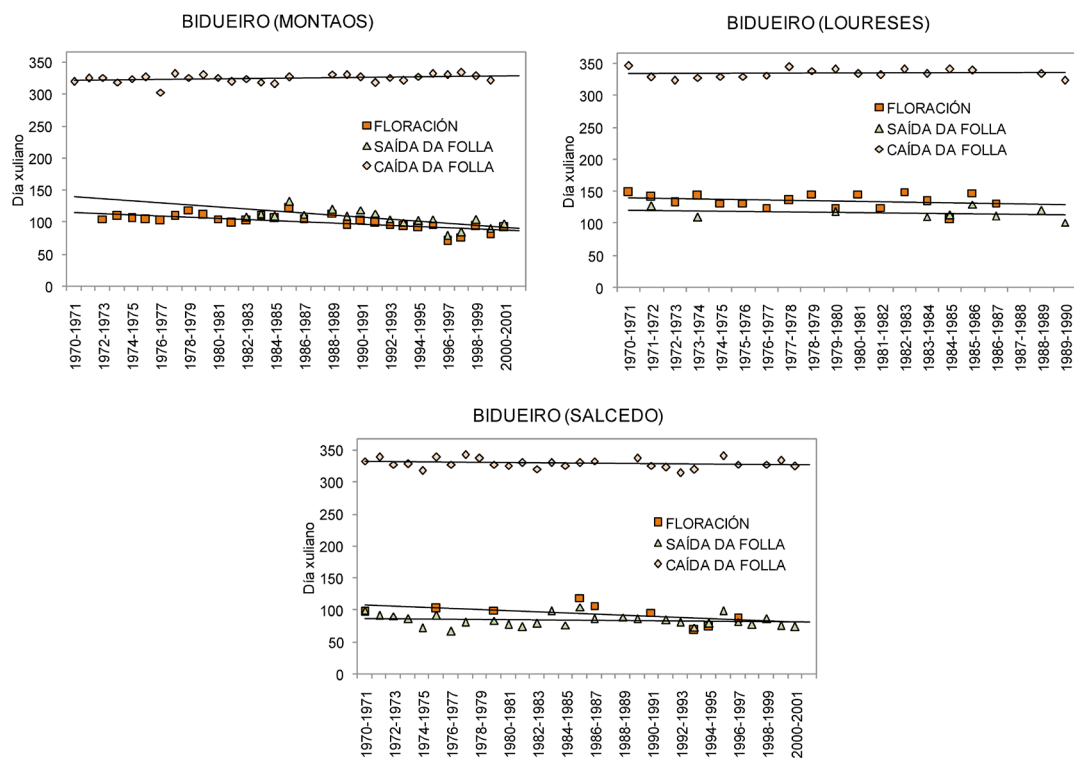


Figura 8. Evolución das fenofases do bidueiro desde 1970, nas estacións fenolóxicas analizadas.

A seguinte especie silvestre analizada foi o salgueiro (*Salix alba*). Das 8 fenofases estudadas para esta especie vexetal, 5 presentaron variacións significativas no período de anos observados. A saída das follas do salgueiro presentou un adianto significativo de 21 e 7 días nas estacións de Salcedo e Guillarei respectivamente, mentres que a floración en Salcedo sufriu un atraso de 41 días en 30 anos. Na fenofase de outono, a caída da folla, os resultados amosan tamén un atraso para o salgueiro de 2 días en Loureses e de 5 en Montaos.



Táboa 9. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do salgueiro (*Salix alba*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	SAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-
	FLORACIÓN	75	15-mar	21	1970	1994	-0.024	-0.114	0.911**
	CAÍDA DA FOLLA	329	24-nov	16	1970	1990	0.287	1.709	0.109*
LOURESES	SAÍDA DA FOLLA	-	-	-	1970	1990	-	-	-
	FLORACIÓN	70	10-mar	19	1970	1990	-0.402	-0.817	0.425**
	CAÍDA DA FOLLA	337	2-dec	18	1970	1990	-0.002	-0.005	0.996**
SALCEDO	SAÍDA DA FOLLA	69	9-mar	17	1970	2001	-0.449	-2.453	0.011*
	FLORACIÓN	47	16-feb	21	1970	2001	0.366	2.807	0.027*
	CAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-
GUILLAREI	SAÍDA DA FOLLA	62	2-mar	18	1970	2001	-0.254	-1.125	0.277*
	FLORACIÓN	47	16-feb	21	1970	2001	0.352	2.200	0.040*
	CAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Na figura 9 amósase a evolución das series das fenofases analizadas para o salgueiro nas estacións de control.

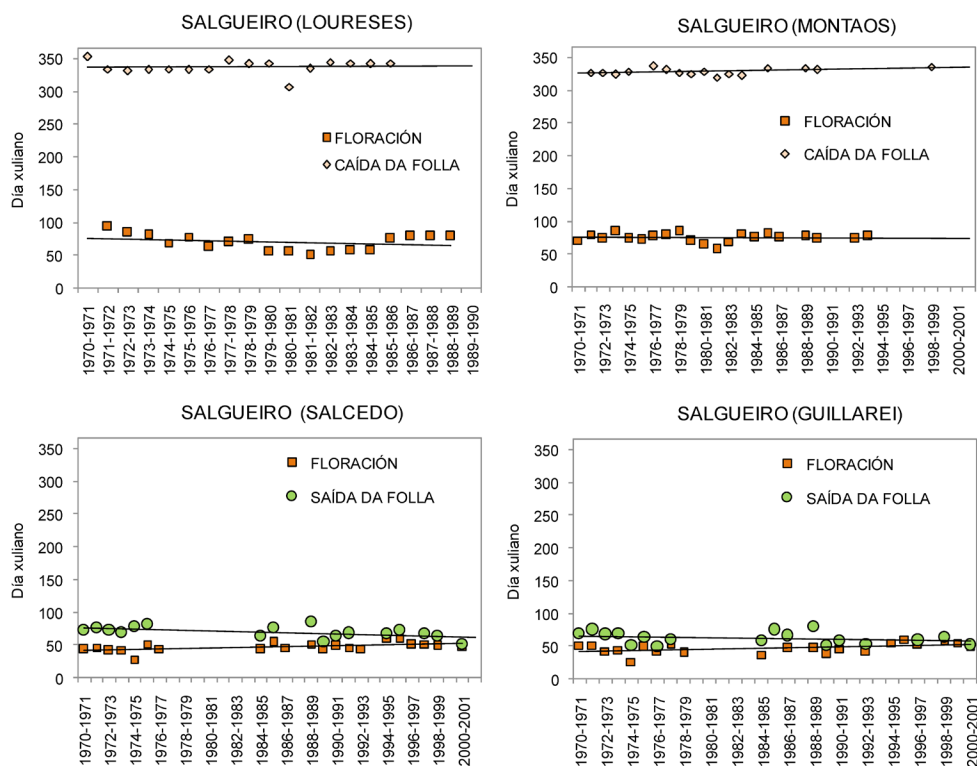


Figura 9. Evolución das fenofases do salgueiro desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

O amieiro (*Alnus glutinosa*) mostrou variacións significativas no comportamento de todas as fenofases analizadas (figura 10), a excepción da caída da folla na estación de Salcedo e a saída da folla na de Guillarei (táboa 10).

Táboa 10. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do amieiro (*Alnus glutinosa*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	FLORACIÓN	43	12-feb	27	1970	2001	0.253	2.230	0.035*
	SAÍDA DA FOLLA	113	22-abr	18	1970	2001	-0.759	-2.553	0.021*
	CAÍDA DA FOLLA	330	25-nov	27	1970	2000	-0.227	-1.985	0.058*
LOURESES	FLORACIÓN	52	21-feb	17	1970	1990	0.752	1.790	0.094*
	SAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAÍDA DA FOLLA	332	27-nov	16	1970	1990	-0.506	-1.901	0.078*
SALCEDO	FLORACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-
	SAÍDA DA FOLLA	83	23-mar	28	1970	2001	-0.197	-1.034	0.311*
	CAÍDA DA FOLLA	328	23-nov	26	1970	2000	-0.146	-0.916	0.369**
GUILLAREI	FLORACIÓN	33	2-feb	28	1970	2001	-0.174	-1.093	0.285*
	SAÍDA DA FOLLA	73	13-mar	27	1970	2001	-0.062	-0.285	0.778**
	CAÍDA DA FOLLA	350	15-dec	27	1970	2001	0.352	2.238	0.034*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



A saída das follas para o amieiro viuse adiantada 22 días en Montaos e 6 en Salcedo; pola contra, a súa floración presentou atrasos en dúas das estacións, 22 días para Loureses e 7 para Montaos, mentres que en Guillarei e Salcedo se observou tamén un adiantamento das floracións de 5 e 6 días respectivamente. A caída das follas adiantouse tamén 7 días en Loureses e Montaos, mentres que se atrasou en Guillarei (8 días).

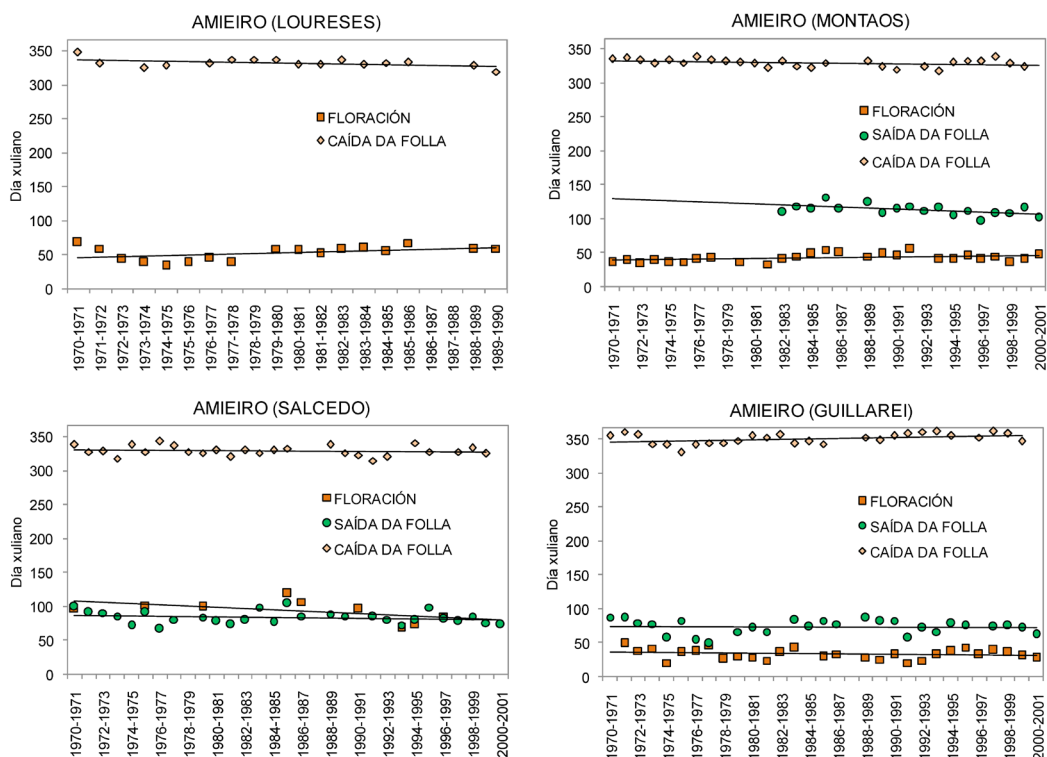


Figura 10. Evolución das fenofases do amieiro desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

A última das especies silvestres seleccionadas é o sabugueiro (*Sambucus nigra*), da que tan só a fenofase de caída da folla na estacións de Loureses non presentou variacións significativas nos últimos anos (táboa 11).

Táboa 11. Análise de regresión dos cambios nas fenofases do sabugueiro (*Sambucus nigra*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	FLORACIÓN	146	25-mal	27	1970	2001	-1.310	-6.204	0.000*
	SAÍDA DA FOLLA	68	8-mar	18	1970	2001	-0.650	-1.689	0.111*
	CAÍDA DA FOLLA	329	24-nov	23	1970	1996	0.551	3.386	0.003*
LOURESES	FLORACIÓN	171	19-xuñ	19	1970	1990	-0.841	-3.013	0.008*
	SAÍDA DA FOLLA	-	-	-	1970	1990	-	-	-
	CAÍDA DA FOLLA	321	16-nov	18	1970	1990	0.286	0.667	0.514**
SALCEDO	FLORACIÓN	47	16-feb	21	1970	2000	0.366	2.807	0.011*
	SAÍDA DA FOLLA	69	9-mar	17	1970	2001	-0.449	-2.453	0.027*
	CAÍDA DA FOLLA	356	21-dec	20	1970	2000	-0.244	-2.192	0.042*
GUILLAREI	FLORACIÓN	47	16-feb	21	1970	1999	0.352	2.200	0.040*
	SAÍDA DA FOLLA	62	2-mar	18	1970	2001	-0.254	-1.125	0.277*
	CAÍDA DA FOLLA	-	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



A floración desta especie viuse adiantada en todas as estacións fenolóxicas unha media de 17 días en 30 anos, sendo moito máis marcada nas estacións de Loureses e Montaos, acadando en Montaos os 38 días de adianto (figura 11).

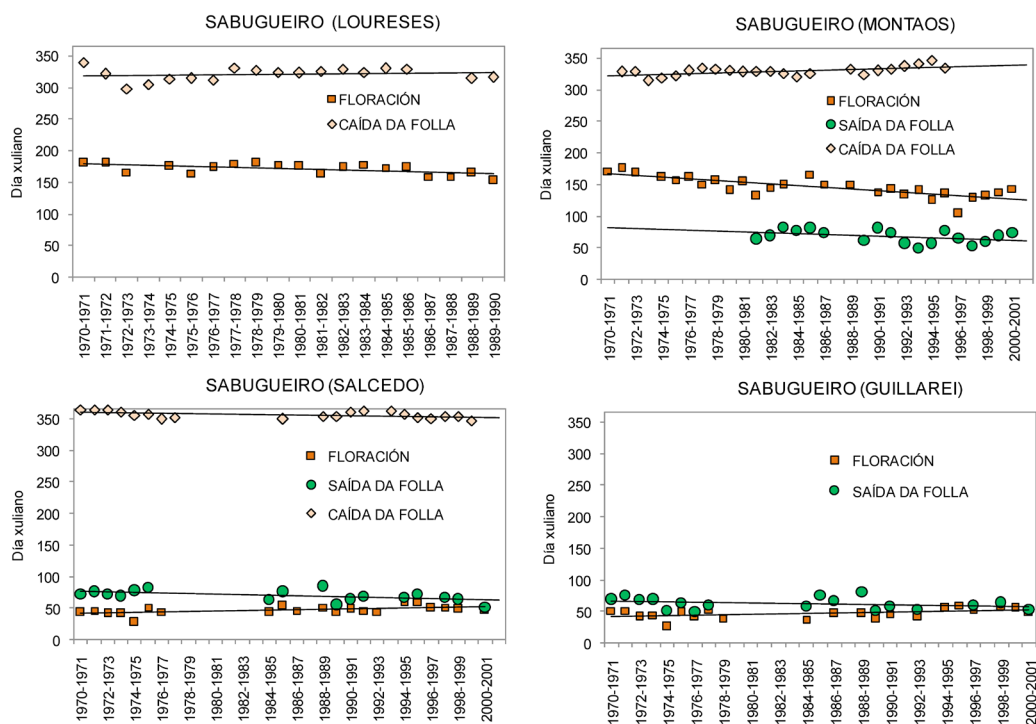


Figura 11. Evolución das fenofases do sabugueiro desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

Ciclos de desenvolvemento

Como complemento, realizouse unha análise do tempo empregado polas distintas especies vexetais para realizar os seus ciclos de desenvolvemento (Linderholm, 2006) co obxectivo de comprobar se existe un aumento ou unha diminución do período de tempo que pasa entre a sementeira e a maduración e entre a floración e a maduración para as especies cultivadas. Os resultados amosaron unha diminución do tempo transcorrido entre ambas as fenofases para os ciclos en tres estacións (Loureses, Montaos e Salcedo), mentres que na de Guillarei os ciclos se ven prolongados no tempo.

No caso das froiteiras, analizouse o tempo transcorrido entre a floración e a maduración, e para as especies silvestres, o tempo que pasa entre a saída das follas e a súa caída. Nesta ocasión os resultados sinalan un aumento do período entre a floración e a maduración, salvo no caso da maceira na estación de Guillarei e da pereira en Salcedo e Loureses. As especies silvestres amosan un comportamento similar en todas as estacións, aumentando o tempo entre a saída das follas e a súa caída, ou entre a floración e a caída das follas.

Resumo das tendencias observadas nas especies vexetais analizadas

Na táboa 12 móstrase un resumo dos resultados obtidos cos datos fenolóxicos existentes para un total de 106 fenofases, non incluíndo aquí a colleita nin as sementeiras, xa que nelas intervén a man do home.

Táboa 12. Resultados obtidos a partir da predición a 30 anos cos datos existentes desde 1970 nas estacións fenolóxicas para todas as especies vexetais analizadas.

ESPECIE	SAÍDA FOLLA					FLORACIÓN					MADURACIÓN					CAÍDA FOLLA					COLLEITA				
	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo
MILLO (<i>Zea mays</i>)						8	5	8	30		26	23	0	-12							20	14	23	-7	
PATAÇA (<i>Solanum tuberosum</i>)						-12	43	4	9		5		-2	-5							3	32	4	-8	
VIDE (<i>Vitis vinifera</i>)								18	19				13	18				2	1						
CASTIÑEIRO (<i>Castanea sativa</i>)	19					20	11	20	17		1	11	-1	-3		-14	-2	17	2	3		10			
MACEIRA (<i>Malus communis</i>)	23					-6	10	0	-1		13	-3	-8	-1		4	35	3	8						
PEREIRA (<i>Pyrus communis</i>)	51					-16	22	5	-2	32	0	7	5	5		8	35	-4	-5						
BIDUEIRO (<i>Betula celtiberica</i>)	45	6				15	27	27								-2	-7	5							
AMIEIRO (<i>Alnus glutinosa</i>)	22	6	2			-22	-7	6	5							7	7	2	-8						
SALGUEIRO (<i>Salix alba</i>)	35	21	7	21		12	1	-41	-10		-2	-5	8	26		2	5								
SABUGUEIRO (<i>Sambucus nigra</i>)	19	13	7			24	38	3	5		-19	-17				-16	7								

■ Tendencia significativa estatisticamente
□ Tendencia non significativa

Das 106 fenofases que se representan na táboa 12, resultaron estatisticamente significativos os cambios na tendencia do 45% destas, das cales o 81,25 % presentaron adiantos nos últimos 30 anos, mentres que os atrasos se observaron tan só no 18,75%. Analizando independentemente os atrasos e os adiantos que tiveron lugar en cada unha das fenofases en función do momento do ano en que acontecen, vemos que a maior porcentaxe de atrasos ten lugar nas fenofases do outono, mentres que nas fenofases de primavera o que se produce son adiantos para o 100% das saídas das follas adiantadas, o 84,2% das floracións e o 77,8% das maduracións.



Aves

No marco deste traballo analizáronse tamén as datas de chegada e emigración de dúas especies de aves, a andoriña (*Hirundo rustica*) e o cirrío común (*Apus apus*). As series fenolóxicas destas especies caracterizáronse por teren uns rexistros históricos de moi boa continuidade dentro do período de anos estudado, contando na maioría das estacións con máis de 20 anos de rexistros.

Táboa 13. Análise de regresión dos cambios na chegada e emigración da andoriña (*Hirundo rustica*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	CHEGADA	100	9-mar	28	1970	2001	-0.446	-1.461	0.156*
	EMIGRACIÓN	261	17-set	30	1970	2001	-0.144	-0.925	0.363**
LOURESES	CHEGADA	78	18-mar	17	1970	1990	-0.564	-1.317	0.208*
	EMIGRACIÓN	265	21-set	16	1970	1990	0.793	2.214	0.044*
GUILLAREI	CHEGADA	81	21-mar	30	1970	2001	-0.493	-2.192	0.037*
	EMIGRACIÓN	259	15-set	27	1970	2001	0.828	4.980	0.000*
SALCEDO	CHEGADA	88	28-mar	30	1970	2001	-0.531	-1.826	0.079*
	EMIGRACIÓN	254	10-set	28	1970	2001	0.489	3.081	0.005*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Como se pode observar na táboa 13, as series fenolóxicas pertencentes á chegada e emigración das andoriñas presentaron variacións significativas en todas as estacións, a excepción da serie de emigración en Montaos. Estas variacións tradúcense nun adianto considerable na chegada destas aves, feito que se pon de manifestou en todas as estacións analizadas, sendo o seu termo medio de 14 días de adianto. En canto á emigración, pódense observar diferenzas entre a estación de Loureses, na que se produce un adianto na época de emigración das andoriñas (18 días), mentres que en Salcedo e Guillarei existe un atraso, moito máis marcado en Guillarei, con 24 días, que en Salcedo, con 14.

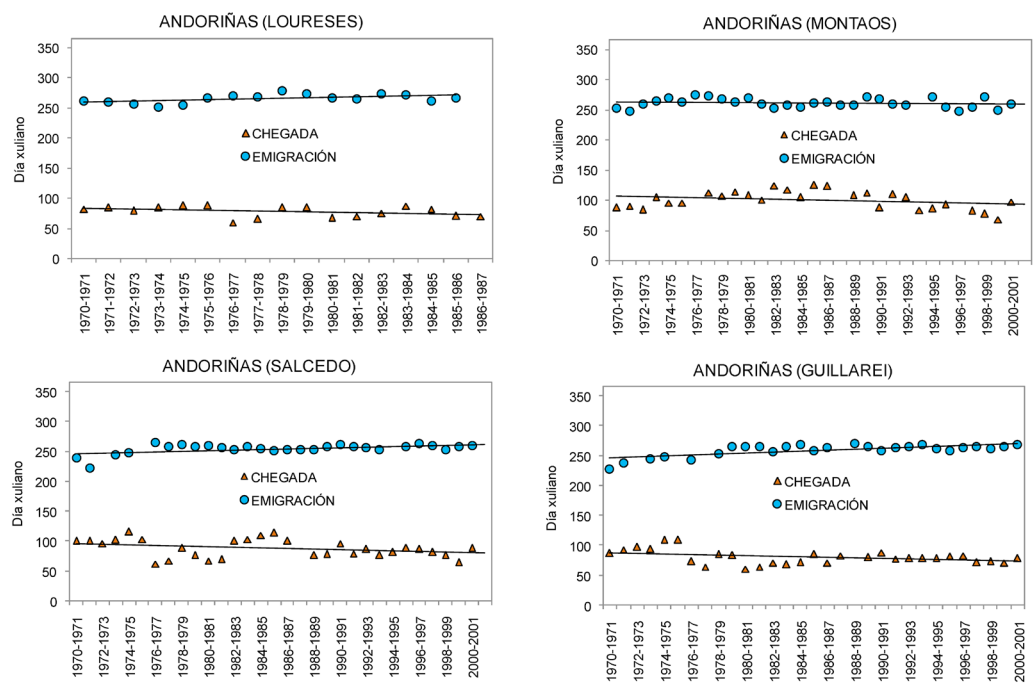


Figura 12. Evolución da chegada e emigración das andoriñas desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

Os cirrios, porén, non mostraron un comportamento tan marcado na variación da súa chegada e emigración, non existindo diferenzas salientables na súa chegada a Loureises e Guillarei, e na emigración en Montaos. A súa chegada a Montaos viuse atrasada 8 días en 30 anos, e no caso de Salcedo existiu un adianto de 7 días. Exceptuando a estación de Montaos, as emigracións dos cirrios fóronse atrasando, sendo o atraso de 40 días por termo medio.

Táboa 14. Análise de regresión dos cambios na chegada e emigración do cirrio común (*Apus apus*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	CHEGADA	129	8-mai	30	1970	2001	0.274	2.479	0.019*
	EMIGRACIÓN	223	10-ago	30	1970	2001	-0.107	-0.744	0.463**
LOUREISES	CHEGADA	138	17-mai	15	1970	1990	0.063	0.191	0.851**
	EMIGRACIÓN	225	12-ago	17	1970	1990	0.809	1.930	0.073*
GUILLAREI	CHEGADA	110	19-abr	30	1970	2001	-0.059	-0.414	0.682**
	EMIGRACIÓN	232	19-ago	27	1970	2001	-0.615	-4.692	0.000*
SALCEDO	CHEGADA	113	22-abr	28	1970	2000	0.257	1.914	0.067*
	EMIGRACIÓN	228	15-ago	26	1970	2000	-1.056	-5.423	0.000*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.
⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

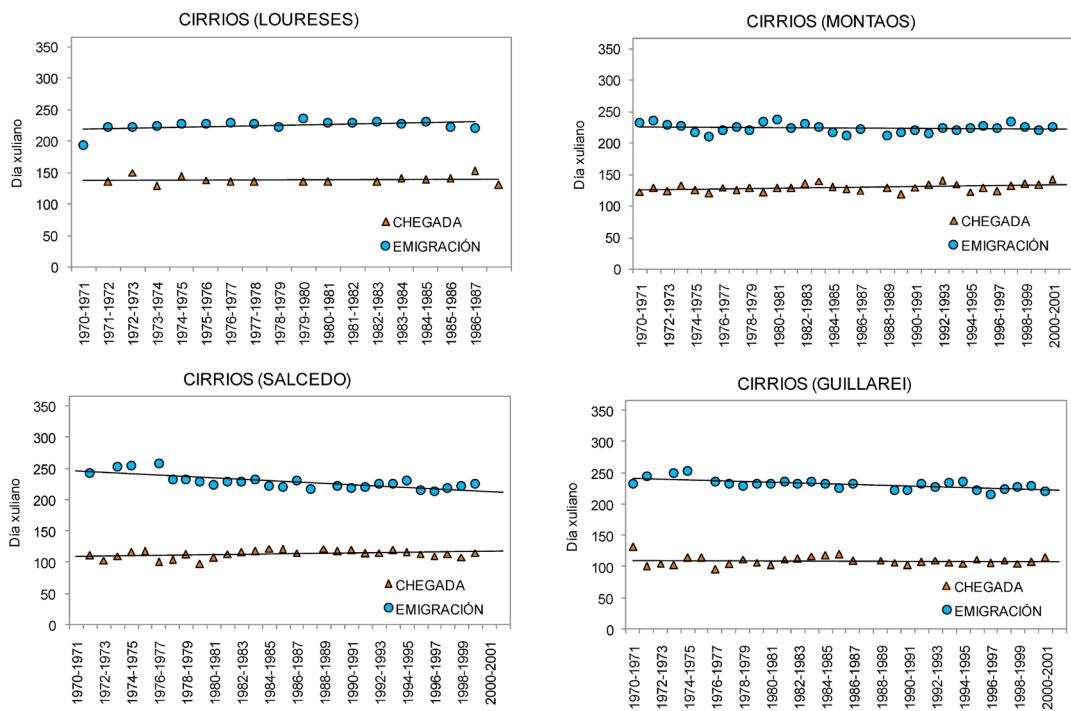


Figura 13. Evolución da chegada e emigración dos cirrios desde 1970 nas estacións fenolóxicas analizadas.

Resumo das tendencias observadas para as aves

No caso das aves, obsérvanse 11 tendencias con cambios significativos (táboa 15), das que o 72,7% presentan adiantos nas últimas décadas.

Táboa 15. Resultados obtidos a partir da predición a 30 anos cos datos existentes desde 1970 nas estacións fenolóxicas para as aves analizadas.

ESPECIE	CHEGADA					EMIGRACIÓN				
	Loureses	Montaos	Salcedo	Guillarei	Seoane	Loureses	Montaos	Salcedo	Guillarei	Seoane
ANDORIÑA (<i>Hirundo rustica</i>)	16	13	15	14	-70	18	4	-14	-24	
CIRRIO (<i>Apus apus</i>)	-2	-8	7	2		23	3	31	18	

 Tendencia significativa estatisticamente
 Tendencia non significativa

Insectos

As abellas son a primeira especie de insectos analizada, mostrando variacións significativas na súa aparición en dúas das tres estacións das que se dispón de datos (táboa 16). En todas as estacións se observou unha tendencia a irse adiantando a data do ano en que se ven por primeira vez, sendo este adianto moito máis marcado nas estacións de Guillarei (51 días antes) e Salcedo (44 días antes). As tendencias en cada unha das estacións amósanse na figura 14.

Táboa 16. Análise de regresión dos cambios na aparición por primeira vez en flor da abella (*Apis mellifera*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	1º VEZ EN FLOR	49	18-feb	16	1983	2001	-0.214	-0.410	0.688**
LOURESES	1º VEZ EN FLOR	-	-	-	-	-	-	-	-
GUILLAREI	1º VEZ EN FLOR	50	19-feb	20	1970	2001	-1.769	-4.567	0.000*
SALCEDO	1º VEZ EN FLOR	53	22-feb	20	1970	2001	-1.508	-2.815	0.011*

(1) Pendentes en días/ano.
(2) Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

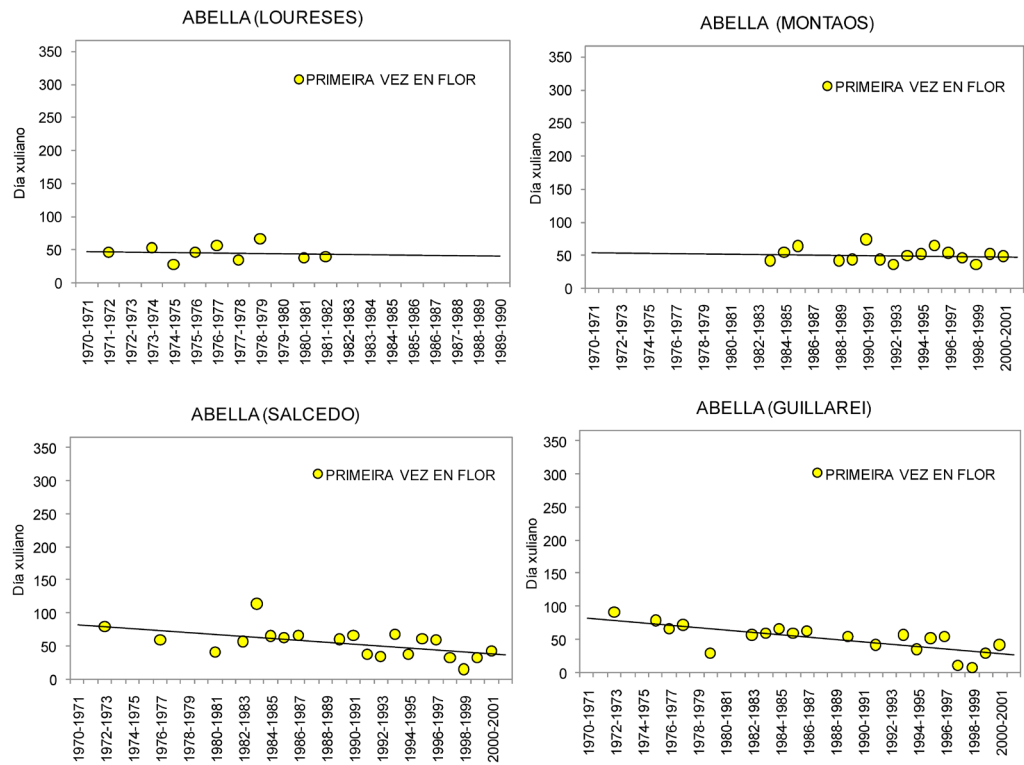


Figura 14. Evolución da aparición por primeira vez en flor das abellas nas estacións fenolóxicas analizadas.



O caso da bolboreta da col é moi similar ao das abellas, estando a súa aparición adiantada nas estacións das que se dispón de datos, e sendo de 44 días para a estación de Guillarei e de 33 para a de Salcedo.

Táboa 17. Análise de regresión dos cambios na aparición por primeira vez en voo da bolboreta da col (*Pieris rapae*) desde 1970.

Estación fenolóxica	Fenofase analizada	Día xuliano por termo medio	Data por termo medio	Anos observados			REGRESIÓN		
				N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
MONTAOS	1ª VEZ EN VOO	-	-	-	-	-	-	-	-
LOURESES	1ª VEZ EN VOO	-	-	-	-	-	-	-	-
GUILLAREI	1ª VEZ EN VOO	61	1-mar	23	1970	2001	-1.518	-5.333	0.000*
SALCEDO	1ª VEZ EN VOO	61	1-mar	22	1970	2001	-1.152	-2.522	0.020*

(1) Pendentes en días/ano.
(2) Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

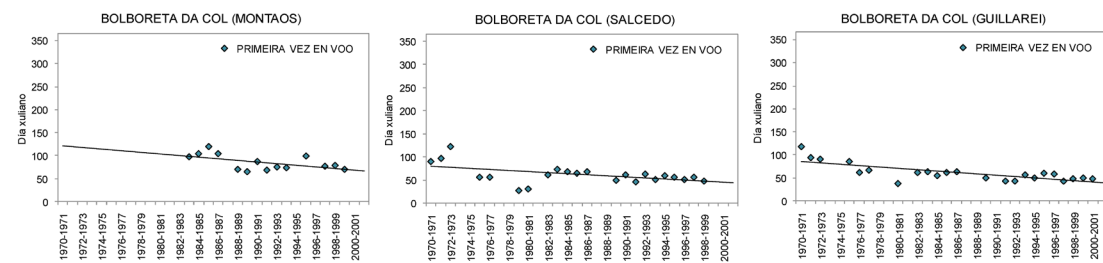


Figura 15. Evolución da aparición por primeira vez en voo da bolboreta da col nas estacións fenolóxicas analizadas.

Resumo das tendencias observadas para os insectos

En canto ás tendencias observadas nos insectos estudados (táboa 18), vemos claramente como naquelas en que existen cambios significativos o que se producen son adiantos.

Táboa 18. Resultados obtidos a partir da predición a 30 anos cos datos existentes desde 1970 nas estacións fenolóxicas para os insectos analizados.

ESPECIE	1ª VEZ EN FLOR/VOO				
	Loureses	Montaos	Salcedo	Guillarei	Seoane
ABELLA (<i>Apis mellifera</i>)	28	6	44	51	
BOLBORETA DA COL (<i>Pieris rapae</i>)		51	33	44	

Tendencia significativa estatisticamente
 Tendencia non significativa

DISCUSIÓN E CONCLUSIÓN

Especies vexetais

Numerosos estudos fenolóxicos (Menzel, 2000; Bradley, 1999) amosan adiantos nas fenofases primaverais (floración, saída das follas...) e atrasos nos eventos do outono. A duración, en latitudes medias e altas, dos eventos primaverais tales como a saída dos gomos, as follas ou a floración está principalmente regulada pola temperatura, e numerosos estudos atoparon correlacións entre esas fenofases primaverais e a temperatura do aire (Menzel e Fabian, 1999; Wielgolaski, 1999; Abu-Asab et al., 2001; Chmielewski e Rözer, 2002; Chmielewski et al., 2004).

Menzel et al., (2001) analizaron o comportamento fenolóxico nas distintas estacións en Alemaña durante máis de catro décadas (1951-1996), atopando claros adiantamentos nas fenofases primaverais (0,18-0,23 días/ano). Estes cambios foron menos importantes para as fenofases que teñen lugar durante o outono, que presentaron atrasos por termo medio da orde de 0,03-0,10 días/ano. Fitter e Fitter (2002) observaron maiores cambios nas datas de floración en Gran Bretaña desde 1980, sendo o termo medio de adianto para un total de 385 especies de 4,5 días, e un 16% destas amosaron adiantos de ata 15 días. Sparks et al., (2005) nun estudo realizado no Reino Unido con datos fenolóxicos do período 1980-2000, observaron de 25 a 29 eventos con claros adiantos, sendo a media de todos eles de 5,5 días/ano.

Do total de 204 series analizadas de especies vexetais, presentaron variacións significativas un 45,6% delas. Realizando unha división entre aquelas fenofases que experimentan adiantos ou atrasos, vemos que o número de series que se adiantan de forma significativa representa o 77,4% do total, centrándose estes nas fenofases que teñen lugar na primavera, mentres que as restantes presentan atrasos e corresponden ás fenofases que teñen lugar en outono. Como se puido comprobar, cos datos existentes en Galicia, este comportamento amósase en varias das especies analizadas, sendo máis ou menos marcado nas diferentes estacións fenolóxicas. Polo xeral, obsérvanse tendencias moi similares nas estacións de Salcedo e Guillarei, ambas localizadas no sector suroccidental da comunidade galega e cunhas características climáticas moi similares, mentres que as principais diferenzas se mostran na estación de Montaos, situada máis ao norte e a de Loureses, moito máis ao sur, poñendo así de manifestou as diferenzas entre o clima das zonas ás que pertencen.

Como anteriormente se ten comentado, está amplamente documentada (Sarvas, 1972;1974) a influencia da temperatura nos eventos fenolóxicos da primavera e o outono, polo que analizando os resultados obtidos para as fenofases destas estacións do ano e a súa tendencia nos últimos anos teremos unha idea de como foi a tendencia das temperaturas durante os mesmos períodos. Deste xeito, vemos como nas estacións máis occidentais (Salcedo e Guillarei) as pendentes das tendencias adoitan ser moito máis suavizadas, indicando así que os cambios observados foron moito máis paulatinos que os observados na estación situada máis ao norte (Montaos) e a que se atopa máis o sur (Loureses), na que as tendencias que presentan variacións significativas teñen unhas pendentes moito máis marcadas.



Aves

As aves analizadas pódense agrupar dentro das aves migratorias estivais, que crían na península Ibérica e posteriormente hibernan en África, polo que existen dúas épocas predominantes de desprazamentos, unha entre febreiro e abril, e outra entre xullo e outubro, atrasándose ou adiantándose dependendo dos ciclos de vida de cada unha das especies e de como varíe o clima cada ano. Segundo Bradley (1999), as migracións das aves que percorren distancias menores vense máis influídas polos cambios de temperatura que aquelas que percorren grandes distancias. Estudos realizados no Reino Unido cos datos de chegada e emigración correspondentes ao período 1971-2000 de máis de 20 especies de aves migratorias (Cotton, 2003) amosaron resultados similares aos obtidos para as andoriñas e os cirríos nas estacións fenolóxicas de Galicia, producíndose adiantamentos nas datas de chegada das aves por termo medio de 8 días en 30 anos, e existindo tamén adiantos nas datas de emigración dunha orde similar, dándose unha evolución en paralelo da chegada e a emigración que dá como resultado que non exista unha variación significativa na duración do período de tempo en que esas especies residen na rexión estudada, feito que en esta ocasión se contradí cos resultados obtidos para Galicia, nos que os períodos de tempo de residencia das aves nas zonas correspondentes ás estacións fenolóxicas se ven lixeiramente incrementados.

Insectos

Os cambios na fenoloxía de distintos organismos animais debidos ao cambio climático foron tamén estudado sen distintas rexións do mundo. Estudos levados a cabo no levante español (Constantí, 2003) amosan claros adiantos nas datas de aparición por primeira vez de varias especies de bolboretas para o período comprendido entre o 1988 e o 2002, da orde de 1 a 7 semanas.

Os resultados obtidos para a especie de bolboreta analizada en Galicia (*Pieris rapae*) mostraron tamén considerables adiantos, sendo o seu termo medio de 5,5 semanas para o período analizado. O mesmo comportamento foi observado no caso das abellas, sendo os adiantos detectados nas datas da súa primeira aparición en flor moi similares aos das bolboretas.

ANEXOS

Anexo I. Resultados obtidos a partir da predición a 30 anos cos datos existentes desde 1970 nas estacións fenolóxicas para todas as especies e fenofases analizadas.

Estacións fenolóxicas: L (Loureses), M (Montaos), Salc (Salcedo), G (Páramos de Guillarei), Seo (Seoane do Carballiño).

ESPECIE	SEMENTEIRA					SAÍDA FOLLA					FLORACIÓN					MADURACIÓN					CAÍDA FOLLA					COLLEITA					
	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	
GARAVANZO (<i>Cicer arietinum</i>)	-17										-16					19											13				
CHÍCHARO (<i>Pisum sativum</i>)																															
FABA LOBA (<i>Vicia faba</i>)	-1	-1									-1	7				12	-5									11	-8				
FABA (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	17		-12	6							19			33		-3		-30	10							-1			5		
MILLO (<i>Zea mays</i>)	-8	2	-1	-8							8	5	8	30		26	23	0	-12							20	14	23	-7		
PATACA (<i>Solanum tuberosum</i>)	-12	17	-7	-20							-12	43	4	9		5		-2	-5							3	32	4	-8		
REMOLACHA (<i>Beta vulgaris</i>)																															
VIDE (<i>Vitis vinifera</i>)												18	19				13	18			2	1									
CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>)	-23										1					-21										-23					
CENTEIO (<i>Secale cereale</i>)	-7	10									-20	10				2	-1									14	-13				
CASTIÑEIRO (<i>Castanea sativa</i>)						19					20	11	20	17		1	11	-1	-3		-14	-2	17	2	3		10				
CERDEIRA (<i>Prunus avium</i>)										25				17	25			21								-8					
AMEIXEIRA (<i>Prunus domestica</i>)														-20				-30								24					
FIGUEIRA (<i>Ficus carica</i>)						34					27		-38			13		-14			0	27	-10								
MACEIRA (<i>Malus communis</i>)						23					-6	10	0	-1		13	-3	-8	-1		4	35	3	8							
MELOCOTOIRO (<i>Prunus persica</i>)														17			38	9						4							
MARMELEIRO (<i>Cydonia oblonga</i>)						21					43	28				36	6				-4	3									
LARANXEIRA (<i>Citrus sinensis</i>)													25	31			-2	-2													
NOGUEIRA (<i>Juglans regia</i>)											18		-75			6		8			-12										
PEREIRA (<i>Pyrus communis</i>)						51					-16	22	5	-2	32	0	7	5	5		8	35	-4	-5							
BIDUEIRO (<i>Betula celtiberica</i>)						45	6				15	27	27								-2	-7	5								
ABETO (<i>Abies alba</i>)																															
AMIEIRO (<i>Alnus glutinosa</i>)						22	6	2			-22	-7	6	5							7	7	2	-8							
PRADAIRO COMÚN (<i>Acer pseudoplatanus</i>)																															
CARBALLO (<i>Quercus robur</i>)										29	-1			43	18									10	13	31					
ÁLAMO NEGRO (<i>Populus nigra</i>)										36				6											42						
ESPADANA (<i>Typha angustifolia</i>)													2																		
ESTRIPEIRO (<i>Crataegus monogyna</i>)						11					-10										5										
DÁCTILO (<i>Dactylis glomerata</i>)													-43	-13																	
OLMO (<i>Ulmus minor</i>)						-22							14									9									
PIÑEIRO SILVESTRE (<i>Pinus sylvestris</i>)													20																		
PLÁTANO DE PASEO (<i>Platanus hybrida</i>)										12															-20						
PIORNO DOS TINTUREIROS (<i>Genista tinctoria</i>)											4	6																			
ROSEIRA BRAVA (<i>Rosa canina</i>)											4																				
SALGUEIRO (<i>Salix alba</i>)						35	21	7	21	12	1	-41	-10			-2	-5	8	26		2	5									
SABUGUEIRO (<i>Sambucus nigra</i>)						19	13	7			24	38	3	5		-19	-17					-16	7								
TOXO (<i>Ulex europaeus</i>)											-23	9																			
HEDRA (<i>Hedera helix</i>)											18	12																			
FREIXO (<i>Fraxinus excelsior</i>)						4		16				11	0								-27	-37		15							
CHOPO (<i>Populus alba</i>)								-23				27	-1				31							14							
ESPIÑO NEGRO (<i>Zarza rubus fruticosus</i>)											4	-16					72														
XESTA (<i>Cytisus scoparius</i>)												11																			
	CHEGADA					EMIGRACIÓN					PRIMEIRO CANTO																				
	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo	L	M	Salc	G	Seo																
BUBELA (<i>Upupa epops</i>)			17	-4					-29	-32																					
CUCO (<i>Cuculus canorus</i>)			3	-18	-11						76	2	-11	-4	0																
ANDORIÑA (<i>Hirundo rustica</i>)	16	13	15	14	-70	18	4	-14	-24																						
ROUSINOL (<i>Luscinia megarhynchos</i>)											-15																				
RULA (<i>Streptopelia turtur</i>)		5	40	18				-45	-47	-29																					
CIRRIO (<i>Apus apus</i>)	-2	-8	7	2		23	3	31	18																						
	1ª VEZ EN FLOR/VOO																														
	L	M	Salc	G	Seo																										
ABELLA (<i>Apis mellifera</i>)	28	6	44	51																											
BOLBORETA DA COL (<i>Pieris rapae</i>)	51	33	44																												
							Tendencia significativa estatisticamente												Tendencia non significativa												

Tendencia significativa estatisticamente

Tendencia non significativa

Anexo II. Resultados da regresión para todas as especies e fenofases analizadas.

a) Resultados da regresión para a estación de Loureses.

ESTACIÓN FENOLÓXICA DE LOURESSES

	FENOFASE	REGRESIÓN		
		Pendente(1)	t(2)	Sig.
GARAVANZO	SEMENTEIRA	0,577	1,246	0.231*
	FLORACIÓN	0,541	1,258	0.226*
	MADURACIÓN	-0,650	-0,962	0.361**
	COLLEITA	-0,453	-0,714	0.493**
FABA LOBA	SEMENTEIRA	0,041	0,130	0.898**
	MADURACIÓN	-0,420	-1,115	0.294*
	COLLEITA	-0,380	-1,008	0.340*
FABA	SEMENTEIRA	-0,590	-1,548	0.141*
CEBADA	SEMENTEIRA	0,779	1,191	0.254*
	FLORACIÓN	-0,039	-0,064	0.950**
	MADURACIÓN	0,725	1,138	0.276*
	COLLEITA	0,789	1,277	0.224*
CENTEO	SEMENTEIRA	0,693	1,643	0.254*
	FLORACIÓN	0,240	0,512	0.616**
	MADURACIÓN	-0,071	-0,195	0.848**
	COLLEITA	-0,473	-1,500	0.154*
MARMELO	FLORACIÓN	-1,498	-3,118	0.007*
	MADURACIÓN	-1,248	-1,476	0.236*
	CAÍDA DA FOLLA	0,147	0,297	0.772**
NOGUEIRA	FLORACIÓN	-0,550	-1,221	0.245*
	MADURACIÓN	-0,462	-0,726	0.488**
	CAÍDA DA FOLLA	0,528	1,173	0.259*
PIORNO DOS TINTUREIROS	FLORACIÓN	-0,150	-0,402	0.694**
ROSEIRA BRAVA	FLORACIÓN	-0,147	-0,278	0.785**
TOXO	FLORACIÓN	0,780	0,839	0.416**
HEDRA	FLORACIÓN	0,623	-1,012	0.326*
FREIXO	CAÍDA DA FOLLA	0,932	1,671	0.119*
ESPIÑO NEGRO	FLORACIÓN	-0,142	-0,176	0.863**
CUCO	PRIMEIRO CANTO	-0,039	-0,219	0.829**
ROUSINOL	PRIMEIRO CANTO	0,517	2,070	0.059*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución *t* de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (*t* entre +1 e -1).

b) Resultados da regresión para todas a estación de Montaos.

ESTACIÓN FENOLÓXICA DE MONTAOS

		REGRESIÓN		
	FENOFASE	Pendente(1)	t(2)	Sig.
FABA LOBA	SEMENTEIRA	0,031	0,150	0.882**
	FLORACIÓN	-0,258	-1,321	0.198*
	MADURACIÓN	0,177	0,721	0.477**
	COLLEITA	0,288	1,168	0.255*
CENTEO	SEMENTEIRA	-0,330	-1,317	0.203*
	FLORACIÓN	-0,334	-1,916	0.067*
	MADURACIÓN	0,027	0,170	0.866**
	COLLEITA	1,310	7,232	0.000*
FIGUEIRA	SAÍDA DA FOLLA	-1,056	-2,076	0.054*
	FLORACIÓN	-0,940	-4,275	0.000*
	MADURACIÓN	-0,447	-3,288	0.003*
	CAÍDA DA FOLLA	0,013	0,071	0.944**
MARMELO	SAÍDA DA FOLLA	-0,709	-1,859	0.080*
	FLORACIÓN	-0,978	-4,358	0.000*
	MADURACIÓN	-0,303	-1,039	0.317*
	CAÍDA DA FOLLA	-0,118	-0,912	0.370**
ESTRIPEIRO	FLORACIÓN	0,363	1,076	0.292*
	SAÍDA DA FOLLA	-0,366	-0,936	0.364**
	CAÍDA DA FOLLA	-0,176	-0,505	0.619**
OLMO	SAÍDA DA FOLLA	0,745	2,227	0.061*
	FLORACIÓN	-0,498	-1,598	0.129*
	CAÍDA DA FOLLA	-0,307	-1,271	0.221*
TOXO	FLORACIÓN	-0,321	-2,166	0.039*
FREIXO	FLORACIÓN	-0,376	-2,122	0.047*
	SAÍDA DA FOLLA	-0,148	-0,311	0.761**
	CAÍDA DA FOLLA	1,277	4,794	0.000*
CHOPO	FLORACIÓN	-0,918	-1,822	0.096*
	MADURACIÓN	-1,095	-4,709	0.001*
ESPIÑO NEGRO	FLORACIÓN	0,567	1,204	0.252*
	MADURACIÓN	-2,476	-3,999	0.002*
XESTA	FLORACIÓN	-0,390	-0,567	0.584**
CUCO	PRIMEIRO CANTO	0,366	1,550	0.141*
RULA	CHEGADA	-0,158	-0,507	0.621**
	EMIGRACIÓN	1,548	3,675	0.003*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



c) Resultados da regresión para a estación de Salcedo.

ESTACIÓN FENOLÓXICA DE SALCEDO

		REGRESIÓN		
	FENOFASE	Pendente(1)	t(2)	Sig.
FABA	SEMENTEIRA	0,419	0,800	0.439**
	MADURACIÓN	1,019	0,890	0.393**
MELOCOTOEIRO	MADURACIÓN	-1,312	-5,517	0.000*
LARANXEIRA	FLORACIÓN	-0,873	-4,088	0.000*
	MADURACIÓN	0,057	0,170	0.868**
NOGUEIRA	FLORACIÓN	2,590	2,468	0.049*
	MADURACIÓN	-0,275	-0,949	0.365**
CARBALLO	FLORACIÓN	-1,488	-3,105	0.009*
	CAÍDA FOLLA	0,335	-1,135	0.286*
DÁCTILO	FLORACIÓN	0,805	0,686	0,512
BUBELA	CHEGADA	0,579	1,134	0.281*
	EMIGRACIÓN	1,011	2,114	0.064*
RULA	CHEGADA	-1,383	-2,248	0.048*
	EMIGRACIÓN	1,631	3,623	0.004*
CUCO	PRIMEIRO CANTO	0,139	0,438	0.667**
	CHEGADA	-0,097	-0,175	0.865**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

d) Resultados da regresión para a estación de Guillarei.

ESTACIÓN FENOLOXICA DE GUILLAREI

	FENOFASE	REGRESIÓN		
		Pendente(1)	t(2)	Sig.
FABA	SEMENTEIRA	-0,205	-0,850	0.410**
	FLORACIÓN	-1,149	-7,858	0.000*
	MADURACIÓN	-0,350	-1,369	0.189*
	COLLEITA	-0,168	-0,473	0.656**
CERDEIRA	FLORACIÓN	-0,589	-1,846	0.098*
	MADURACIÓN	-0,737	-1,235	0.257*
	CAÍDA DA FOLLA	0,294	0,783	0.450**
AMEIXEIRA	FLORACIÓN	0,700	1,498	0.165*
	MADURACIÓN	1,027	1,369	0.220*
	CAÍDA DA FOLLA	0,812	-1,785	0.099
FIGUEIRA	FLORACIÓN	1,326	2,262	0.058*
	MADURACIÓN	0,495	1,754	0.097*
	CAÍDA DA FOLLA	0,329	2,060	0.050*
MELOCOTOEIRO	FLORACIÓN	-0,592	-3,297	0.003*
	MADURACIÓN	-0,319	-1,938	0.067*
LARANXEIRA	FLORACIÓN	-1,083	-6,931	0.000*
	MADURACIÓN	0,067	0,170	0.868**
CARBALLO	SAÍDA DA FOLLA	-0,637	-1,434	0.182*
	FLORACIÓN	-1,006	-2,292	0.048*
	CAÍDA DA FOLLA	-0,455	-1,063	0.313*
ÁLAMO NEGRO	FLORACIÓN	-0,193	-0,502	0.626**
	SAÍDA DA FOLLA	-1,240	-3,881	0.003*
	CAÍDA DA FOLLA	-1,441	-2,484	0.029*
DÁCTILO	FLORACIÓN	0,439	0,842	0.421**
PLÁTANO DE PASEO	SAÍDA DA FOLLA	0,417	-1,142	0.278*
	CAÍDA DA FOLLA	0,675	1,294	0.225*
FREIXO COMÚN	FLORACIÓN	0,002	0,009	0.993**
	SAÍDA DA FOLLA	-0,563	-2,839	0.011*
	CAÍDA DA FOLLA	1,180	0,694	0.348**
CHOPO	SAÍDA DA FOLLA	0,789	2,190	0.053*
	CAÍDA DA FOLLA	-0,495	-1,550	0.156*
BUBELA	CHEGADA	0,140	0,424	0.679**
	EMIGRACIÓN	1,115	2,038	0.066*
CUCO	PRIMEIRO CANTO	0,000	-0,002	0.998**
	CHEGADA	0,655	1,141	0.283*
RULA	CHEGADA	-0,625	-1,594	0.137*
	EMIGRACIÓN	0,111	0,596	0.561**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



e) Resultados da regresión para a estación de Seoane.

ESTACIÓN FENOLOXICA DE SEOANE

		REGRESIÓN		
	FENOFASE	Pendente(1)	t(2)	Sig.
CERDEIRA	FLORACIÓN	-0,853	-1,224	0.256*
	SAÍDA DA FOLLA	-0,855	-0,836	0.435**
CARBALLO	SAÍDA DA FOLLA	0,027	0,02	0.984**
	CAÍDA DA FOLLA	-1,061	-1,381	0.205*
CUCO	CHEGADA	0,378	0,901	0.391**
	EMIGRACIÓN	-2,605	-1,597	0.171*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.

⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Análise do risco de xeadas

A partir dos datos obtidos nos calendarios meteorofenolóxicos do Ministerio de Medio Ambiente, estudáronse as datas de aparición da primeira e última xeadas do ano desde o ano fenolóxico 1970-1971 ata o 2004-2005. Para este período téñense datos de un total de tres estacións repartidas polo territorio galego e unha de León, moi próxima a Galicia. As estacións empregadas son as que se amosan na figura 16. O procesamento dos datos realizouse empregando a equivalencia do día do calendario en que ten lugar a primeira e última xeadas co día xuliano correspondente, igual que se fixo para o estudo das fenofases das plantas, aves e insectos (táboa 1), e mediante regresión lineal simple analizáronse tamén as tendencias das series observadas.



Figura 16. Estacións empregadas na análise das datas da primeira e última xeadas do ano e número de días con xeadas ao ano.

Na análise das tendencias, para saber se as variacións presentan significación estatística, empregouse tamén o estatístico t para as pendentes, igual que se fixo na anterior parte de fenoloxía (Prado, A., 2002; Bradley, N. L., 1999).

RESULTADOS

Nas catro estacións analizadas dispónse de como mínimo 27 anos de observacións das datas en que teñen lugar a primeira e última xeadas do ano. Analizáronse as variacións das tendencias de ambos os eventos para as catro estacións buscando aquelas tendencias en que se observen variacións estatisticamente significativas. Os resultados obtidos amosan variacións significativas para dúas das series da primeira xeadas, correspondentes ás estacións de Ourense e Ponferrada (táboa 20).

Táboa 20. Resultados da análise das tendencias da data da primeira xeadada do ano nas estacións seleccionadas.

	Anos observados			Regresión		
	N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
A Lavacolla	27	1970	2005	0.178	0.561	0.580**
Lugo (punto centro)	29	1970	2005	0.025	0.096	0.924**
Ourense	26	1970	2005	0.626	2.004	0.057*
Ponferrada	32	1970	2005	0.340	1.721	0.096*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Os resultados correspondentes á análise da última xeadada do ano amosan variacións significativas para todas as series analizadas (táboa 21).

Táboa 21. Resultados da análise das tendencias da data da última xeadada do ano nas estacións seleccionadas.

	Anos observados			Regresión		
	N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
A Lavacolla	30	1970	2005	-1.344	-3.127	0.004*
Lugo (punto centro)	28	1970	2005	-0.303	-1.394	0.175*
Ourense	30	1970	2005	-0.473	-1.124	0.270*
Ponferrada	33	1970	2005	-0.434	-1.126	0.269*

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).

Como se pode observar na figura 17, a evolución das datas en que ten lugar a primeira xeadada para A Lavacolla e Lugo (punto centro) apenas amosa variación, non sendo estatisticamente significativas, mentres que a evolución das datas para as últimas xeadadas do ano para esas mesmas estacións si amosaron considerables variacións nas últimas décadas, estimándose que se producirá un adianto de 39 días en 30 anos da data en que se produce a última xeadada na Lavacolla e de 9 días en 30 anos para Lugo (punto centro).

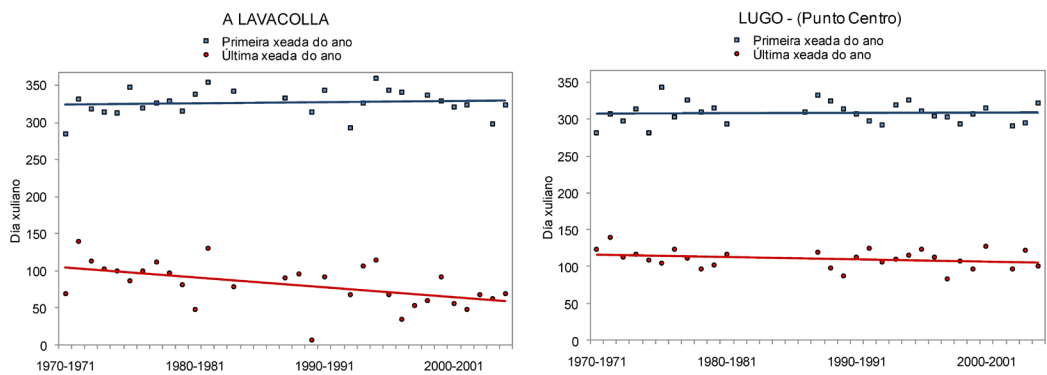


Figura 17. Evolución das datas en que teñen lugar a primeira e última xeadada do ano nas estacións da Lavacolla e Lugo (punto centro) entre 1970-1971 e 2004-2005.

Analizouse tamén a evolución do número de días con xeadada nestas estacións durante o período do que se posúen datos (1970-2005) (figura 18). Os resultados obtidos para A Lavacolla e Lugo (punto centro) amósanse na táboa 22.

Táboa 22. Resultados da análise das tendencias do número de días con xeadada ao ano nas estacións da Lavacolla e Lugo (punto centro).

	Termo medio	Anos observados			Regresión		
		N.º anos	Desde	Ata	Pendente ⁽¹⁾	t ⁽²⁾	Sig.
A Lavacolla	14	32	1970	2005	-0.350	-3.567	0.001*
Lugo (punto centro)	44	30	1970	2005	0.066	0.253	0.802**

⁽¹⁾ Pendentes en días/ano.
⁽²⁾ Valores dados como unha distribución t de Student.
* Valores cun 95% de probabilidade de significación.
** Valores sen cambio aparente (t entre +1 e -1).



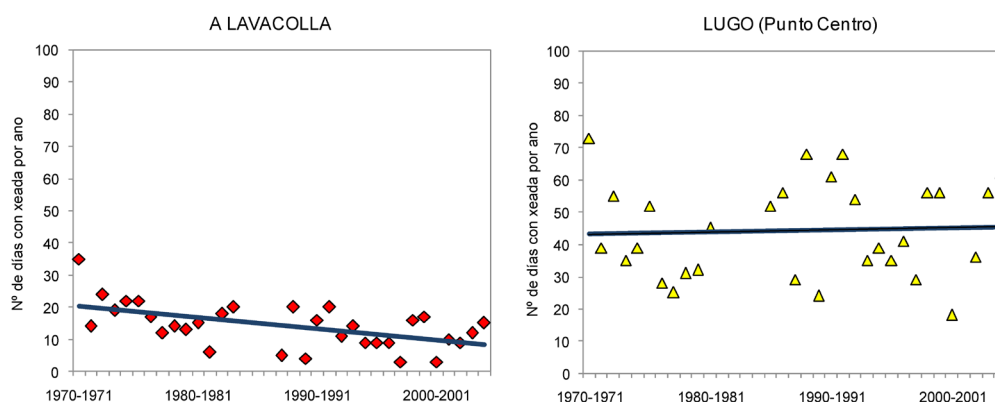


Figura 18. Evolución do número de días con xeadas o ano nas estacións da Lavacolla e Lugo (punto centro) desde 1970 ata 2005.

No caso de Lugo, apenas existe variación no número de días con xeadas ao ano, mentres que na Lavacolla esta variación é considerable, sendo o resultado 11 días menos de xeadas ao ano en 30 anos, e o valor por termo medio de días con xeadas nas últimas décadas é de 14 para A Lavacolla e de 44 para Lugo.

No caso das estacións de Ourense e Ponferrada, todas as series analizadas presentaron variacións estatisticamente significativas. Na figura 19 amósase a evolución das datas da primeira e última xeadas do ano desde 1970 a 2005.

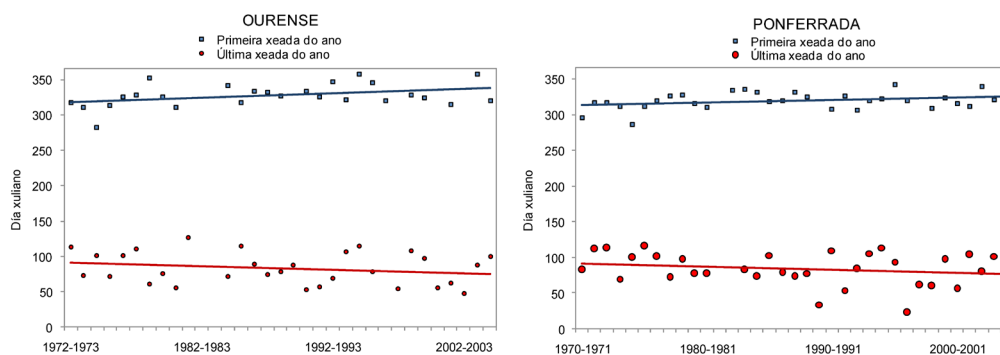


Figura 19. Evolución das datas nas que teñen lugar a primeira e última xeadas do ano nas estacións de Ourense e Ponferrada entre 1970/71 e 2004/05.

Segundo a predición, e como se pode observar nas gráficas, a tendencia para a primeira xeadas do ano en Ourense e Ponferrada é a irse atrasando 18 e 10 días en 30 anos respectivamente, mentres que a última xeadas do ano se ve adiantada 14 días en 30 anos para Ourense e 13 días para Ponferrada, o que se traduce nunha redución do período en que se producen xeadas durante o ano.

Analizando o número de días con xeadas nas últimas décadas para estas dúas estacións (táboa 23), vemos que o valor por termo medio dos últimos anos para os días con xeadas ao ano é de 27 en Ourense e 42 en Ponferrada, e a predición a 30 anos indica unha redución de 16 días en Ourense e de 9 en Ponferrada.

Táboa 23. Resultados da análise das tendencias do número de días con xeadas ao ano nas estacións de Ourense e Ponferrada.

	Termo medio	Anos observados			Regresión		
		N.º anos	Desde	Ata	Pendente	t	Sig.
Ourense	27	32	1970	2005	-0.567	-1.866	0.072*
Ponferrada	42	34	1970	2005	-0.302	-1.027	0.312*

* Valores con 95% de probabilidade de significación.

Na figura 20 pódense observar as tendencias nestas dúas estacións para o número de días con xeadas ao ano desde 1970.

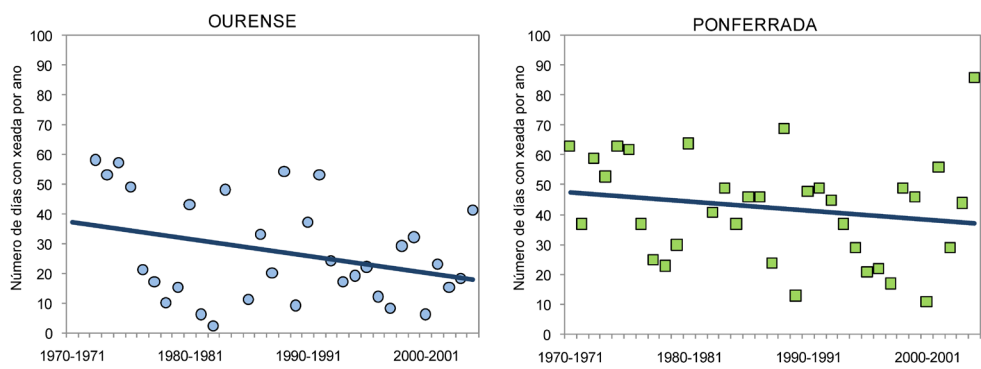


Figura 20. Evolución do número de días con xeadas o ano nas estacións de Ourense e Ponferrada desde 1970 ata 2005.

CONCLUSIÓN

O atraso paulatino nas datas en que teñen lugar as primeiras xeadas do ano, así como os adiantos das datas da última xeadas, provoca unha redución do período de tempo dentro do cal teñen lugar as xeadas nas últimas décadas, o que se traduce na diminución do número de días con xeadas por ano, como se comprobou nas observacións realizadas nas estacións. Estes cambios foron moito máis notables nas estacións máis orientais de Galicia e en Ponferrada, mentres que na Lavacolla os cambios foron menos marcados.

Baseándose nos resultados obtidos, pódense ver claras diferenzas entre o número de días con xeadas ao ano en función da distribución xeográfica das estacións analizadas, sendo claramente inferiores nas estacións máis occidentais cun termo medio de 11 días con xeadas ao ano para A Lavacolla, que contrastan cos 44 días para a estación de Lugo.



BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Asab M. S., Peterson P. M., Shelter S. G. and Orli, S. S. (2001). Earlier plant flowering in spring as a response to global warming in the Washington, DC, area. *Biodiv. Conserv.*, **10**, 597-612.
- Bradley N. L., Leopold A. C., Ross J., Huffaker W. (1999). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **96**, August. Ecology, 9701-9704
- Chmielewski F.-M., Rötzer T. (2002). Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Climate Res.*, **19**, 257-264.
- Chmielewski F.-M., Müller A. and Bruns, E. (2004). Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agric. Forest Meteorol.*, **121**, 69-78.
- Constantí S., Peñuelas J. and Filella I. (2003). Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*, **9**, 1494-1506.
- Cotton P. A. (2003). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, **100**(21), Outubro., 12219-12222.
- Fitter A. H. and Fitter R. S. R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, **296**, 1689-1691.
- IPPC (2001). In: *Climate Change: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change*. Houghton J. T., Ding Y.; Griggs D. J., Noguer M., Van der Linden P.J., Dai X., Maskell K. and Johnson C. A. (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Linderholm H. W. (2006). Review: Growing season changes in the last century. *Agricultural and forest meteorology*, **137**, 1-14.
- Menzel A. (2000). Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *Int. J. Biometeorol.*, **44**, 76-81.
- Menzel A., Estrella N. and Fabian P. (2001). Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996. *Global Change Biol.*, **7**, 657-666.
- Menzel A. and Fabian P. (1999). Growing season extended in Europe. *Nature*, **397**.
- Prado A. and Ruíz M. A. (2002). *SPSS 11: Guía para el análisis de datos*. McGraw-Hill. Madrid. 715 pp.
- Sarvas R. (1972). Investigations on the annual cycle of development of forest trees. I. Active period. *Commun Inst. For. Fenn.*, **76**(3), 1-110.
- Sarvas R. (1974). Investigations on the annual cycle of development of forest trees II. Autumn dormancy and winter dormancy. *Commun Inst. For. Fenn.*, **84**(1), 1-101.
- Sparks T. H., Croxton P. J. Collinson N. and Taylor P. W. (2005). Examples of phenological change, past and present, in UK farming. *Ann. Appl. Biol.*, **146**, 531-537.
- Wielgolaski F.E. (1999). Starting dates and basic temperatures in phenological observation of plants. *Int. J. Biometeorol.*, **42**, 158-168.

