

Caracterización fenológica de la estación de Tudela de Duero (Valladolid)

Nota técnica 39 de AEMET



Ruiseñor (*Luscinia megarhynchos*) y golondrina común (*Hirundo rustica*). Dibujos de Luis Pascual Repiso.

Juan Antonio de Cara García
Teresa Gallego Abaroa
Luis Pascual Repiso
Ramiro Romero Fresneda

“Quien no sabe lo que busca no ve lo que encuentra”, Claude Bernard (Paris, médico y biólogo teórico).

“Es fácil acumular datos, y la misión del investigador consiste en ir más allá, elaborando teorías y ofreciendo explicaciones, y de este modo dar verdadero sentido al estudio científico”, Maynard Smith (Londres, biólogo evolutivo).



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización



Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Agencia Estatal de Meteorología

Madrid, 2023

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 666-23-005-9

<https://doi.org/10.31978/666-23-005-9>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

C/ Leonardo Prieto Castro, 8

28040 Madrid

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



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstataldeMeteorologia>

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA DE LA ESTACIÓN DE TUDELA DE DUERO (VALLADOLID)

Juan Antonio DE CARA GARCÍA¹, Teresa GALLEGO ABAROA¹, Luis PASCUAL
REPISO², Ramiro ROMERO FRESNEDA¹.

¹Agencia Estatal de Meteorología

²Colaborador de la red fenológica de AEMET en Tudela de Duero y dibujante.
jcarag@aemet.es, tgallego@aemet.es, luis.pascual.r@gmail.com, rromerof@aemet.es

RESUMEN

La fenología, que como ciencia se sitúa entre la ecología y la climatología, es una herramienta importante para estudios aplicados a los sectores agrario y medioambiental. Los datos fenológicos pueden caracterizar el clima (y los microclimas) de un territorio, su variabilidad y tendencias, los gradientes ambientales de tipo atmosférico y edafoclimático, así como la variabilidad genética poblacional de las especies biológicas en relación con su área geográfica de distribución.

Con los datos fenológicos de la estación de Tudela de Duero se ha realizado una estadística descriptiva sencilla para caracterizar ecoclimáticamente la estación (site), definir una primavera fenológica típica, un “calendario de la naturaleza” y hacer una búsqueda de tendencias en las fechas de ocurrencia de los eventos. Se muestra con esta nota técnica un resumen de los resultados de estos trabajos.

Palabras clave: fenología, observación fenológica, Tudela de Duero, calendario natural, indicadores, estadios, eventos de primavera, tendencias.

Agradecimientos

Este trabajo fundamentalmente es el resultado del análisis de los datos fenológicos de la estación de Tudela de Duero, pero ello no hubiera sido posible sin los años previos de estudio y reflexión sobre fenología, las horas de experiencia de campo, los debates teóricos y prácticos con compañeros de AEMET y el diseño y puesta en operativo de una moderna base de datos fenológica, por ello agradecemos:

A José Antonio López Díaz por su asesoramiento en las cuestiones estadísticas cuando requerimos su ayuda.

A nuestros compañeros de estudio del clima y pasión por la fenología, amigos en tantas discusiones conceptuales y prácticas o en las salidas al campo, especialmente a: José Luis García Merayo, Manuel Gómez Pérez, Lourdes Martínez Núñez, Javier Cano Sánchez, Pilar López Vallejo y Rubén del Campo Hernández.

A César Rodríguez Ballesteros por haber desarrollado y montado una magnífica Base de Datos Fenológica.

A Antonio Mestre Barceló y Roser Botey Fullat, jefes del Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de AEMET por sus consejos en climatología y facilidades para realizar salidas al campo durante muchos años.

A todos los colaboradores voluntarios de la Red Fenológica de AEMET por su dedicación en la toma de datos y especialmente a Luis Pascual Repiso, colaborador fenológico en la estación de Tudela de Duero y coautor de este trabajo.

A los pioneros de la fenología en AEMET/INM/SMN entre los que hay que destacar al “meteorólogo del campo” Lorenzo García de Pedraza.

Índice

1. <i>Introducción a la fenología</i>	6
2. <i>Tudela de Duero: geografía y clima</i>	7
3. <i>Caracterización fenológico-estadística de eventos de primavera</i>	14
4. <i>Calendario de la naturaleza según la sucesión característica de eventos</i>	18
5. <i>Análisis de tendencias en la serie temporal de 1991/1999 + 2003/2020</i>	20
6. <i>Ideas sobre la importancia de la fenología para estudios climáticos</i>	22
7. <i>Algunas conclusiones generales de este trabajo</i>	24
8. <i>Referencias recogidas en el texto</i>	25
9. <i>Bibliografía básica</i>	25
10. <i>Otras referencias documentales: direcciones web</i>	26
11. <i>Glosario</i>	27
12.1. <i>ANEXO I.A. Geografía, Geología y Paisaje</i>	28
12.2. <i>ANEXO I.B. Mapas complementarios del entorno de Tudela de Duero</i>	33
13. <i>ANEXO II. Climatología de Valladolid.</i>	35
14. <i>ANEXO III. Resumen de las salidas de datos de los análisis de tendencias de los 23 eventos estudiados.</i>	36

1. Introducción a la fenología

La naturaleza muestra ciclos o ritmos en el curso del paso del tiempo (diarios, mareales, lunares, etc.) y los humanos desde siempre, aspirando a un mínimo de seguridad, hemos tratado de buscar ritmos regulares. El conocimiento del paso de las estaciones era necesario para sobrevivir con la caza y la recolección en el Paleolítico y también para practicar con éxito la agricultura desde el Neolítico hasta nuestros días. El ambiente cambiante con el curso de los meses se manifiesta en los cambios de tiempo atmosférico, la disponibilidad de agua, la caza, los pastos y los cultivos, el comportamiento de la fauna y especialmente la llegada y partida de las especies migratorias. Aunque los eventos observados en el medio natural se miden con el tiempo físico los periodos no son absolutamente idénticos, suceden todos los años por la misma época, pero no necesariamente en la misma fecha.

El tiempo atmosférico, y por tanto el clima, que no es más que su integración sobre un periodo “razonable” (Ramón Margalef 1992), no presenta regularidades precisas según mecanismos causales sencillos. Dentro de una cierta previsibilidad hay imprevisibilidad y ello hace que los cambios ambientales estacionales deban ser estudiados en términos estadísticos; la frecuencia de los cambios y su importancia ecológica está estrechamente asociada a su variabilidad. La estacionalidad del clima y sus manifestaciones biológicas (la fenología) determinan la composición y estructura temporal del ecosistema, las relaciones entre sus elementos, sus flujos de materia, la gestión de la energía y unos patrones de progresión de eventos estacionales, es decir, el calendario natural.

El clima de un lugar es un factor ambiental fundamental que actúa sobre organismos, ecosistemas y paisajes. Afecta a distintos elementos y procesos: la composición y fisonomía de la vegetación, la meteorización del roquedo y modelado del relieve, las características hídricas y edáficas del terreno, así como la producción de cultivos y montes. En las latitudes medias el clima es estacional, es el factor que determina los cambios ambientales, ecológicos y fisonómicos que suceden con el paso de las estaciones.

La fenología* estudia los cambios, de periodicidad anual, observados en los ciclos biológicos de las especies como adaptación genético-evolutiva al clima y acomodación fisiológica al tiempo (a las condiciones atmosféricas). Los eventos* fenológicos son manifestaciones de cambios en la morfofisiología de los organismos de las distintas especies y en la composición de la biocenosis o comunidad biológica de los ecosistemas. Los factores ambientales fundamentales que afectan a la fenología son: el fotoperiodo, la integral térmica o acumulación de calor (grados-día), la insolación, la humedad edáfica y la acumulación suficiente de frío invernal (horas-frío).

Como respuesta a condiciones ambientales estacionales, la fenología es un indicador del curso meteorológico anual y el clima, pero para que los datos obtenidos de la observación sean buenos y útiles deben ser tomados con método y precisión. Por ello en AEMET se publicó el libro titulado “Selección de especies de interés fenológico en la península ibérica e islas Baleares” dirigido a los colaboradores de la red fenológica y al personal de la Agencia Estatal de Meteorología. En él se describen las especies, su distribución y hábitats, así como los estadios* de los ciclos biológicos y su cifrado, adaptando para ello el código BBCH*, recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), además de explicarse el método de observación. La observación fenológica pretende obtener datos fenológicos, es decir la fecha de ocurrencia de un evento y para ello se requiere identificar correctamente las especies,

reconocer los estadios de los ciclos biológicos y evaluar una fecha con sentido de población en la estación*. La fenología primaveral está mejor acoplada al clima y es más fácil de estudiar que la otoñal.

En esta nota técnica se pretende mostrar la relación de los eventos fenológicos con el clima en la primavera de Tudela de Duero mediante una caracterización estadístico-descriptiva de los eventos y su sucesión asociada a la acumulación de grados-día. El calendario natural es una información útil en agronomía y estudios de biología de campo. Además, este trabajo puede servir como referencia básica para el estudio de las estaciones de la red de observación fenológica de AEMET.

2. Tudela de Duero: geografía y clima

En la comarca agraria Valladolid Centro, a unos 13 km al sureste de las afueras de la capital, se encuentra la localidad de Tudela de Duero (700 m s. n. m.) en la ribera del río (figura 1). El relieve es en general llano o de muy suaves pendientes que se inclinan hacia el suroeste siguiendo la dirección general del curso del río Duero o hacia las zonas altas. A unos 2 km al sureste del casco urbano hay un alto y amplio páramo con altitudes en torno a los 850 m. Hacia el norte hay mamblas* aisladas y a unos 5-6 km una mesa con amplia plataforma de páramo alrededor los 870 m de altitud (figuras 1.1.A., 2.1.A. y 3.1.A.).

En las superficies de páramo de las mesas y cerros testigo (mamblas, tesos, oteros, alcores) domina la roca caliza, en las cuevas las margas yesíferas, en los fondos de valle las arcillas y en los terrenos de terraza fluvial los sedimentos de arenas y gravas (figuras 4.1.A. a 8.1.A.).

El suelo, su interacción con el clima y el sustrato geológico, así como la acción de la topografía como factor del clima (microclimas o topoclimas) determinan la caracterización del biotopo, la estación ecológica, las fincas o parcelas, el *terroir*, pago, *ecological site*, etc.

Los suelos del entorno de Tudela de Duero son básicos y con escasa materia orgánica. Según la clasificación de suelos USDA-NRCS, 1994 los suelos son xerorthent-xerofluent en la ribera de los ríos y en general xerochrept hacia el norte y xeropsamment hacia el suroeste (figuras 9.1.A. y 10.1.A.).

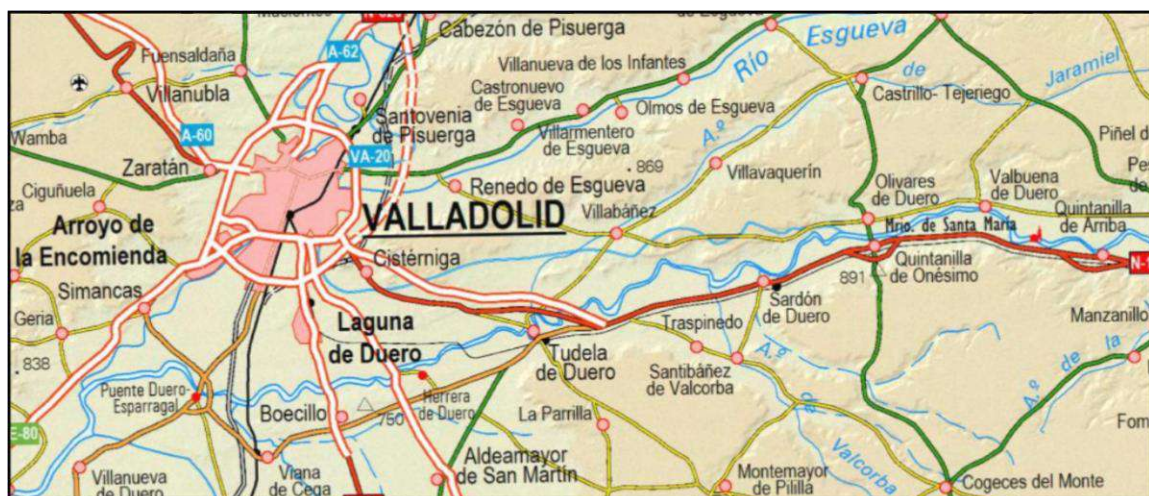


Figura 1. Tudela de Duero se sitúa en la ribera del río y cerca de la capital en la comarca agraria Valladolid Centro (Iberpix).

Para el estudio de la fenología de la estación Tudela de Duero se han tomado los datos de su zona de referencia principal denominada “ribera/entorno urbano” cuyo punto de referencia es: latitud 41° 34' 53.7" N, longitud 4° 34' 42.1" W y altitud 697 m) (figuras 2 y 3) (figuras 1.1.B. y 2.1.B.).



Figura 2. Zona de referencia principal de observación.

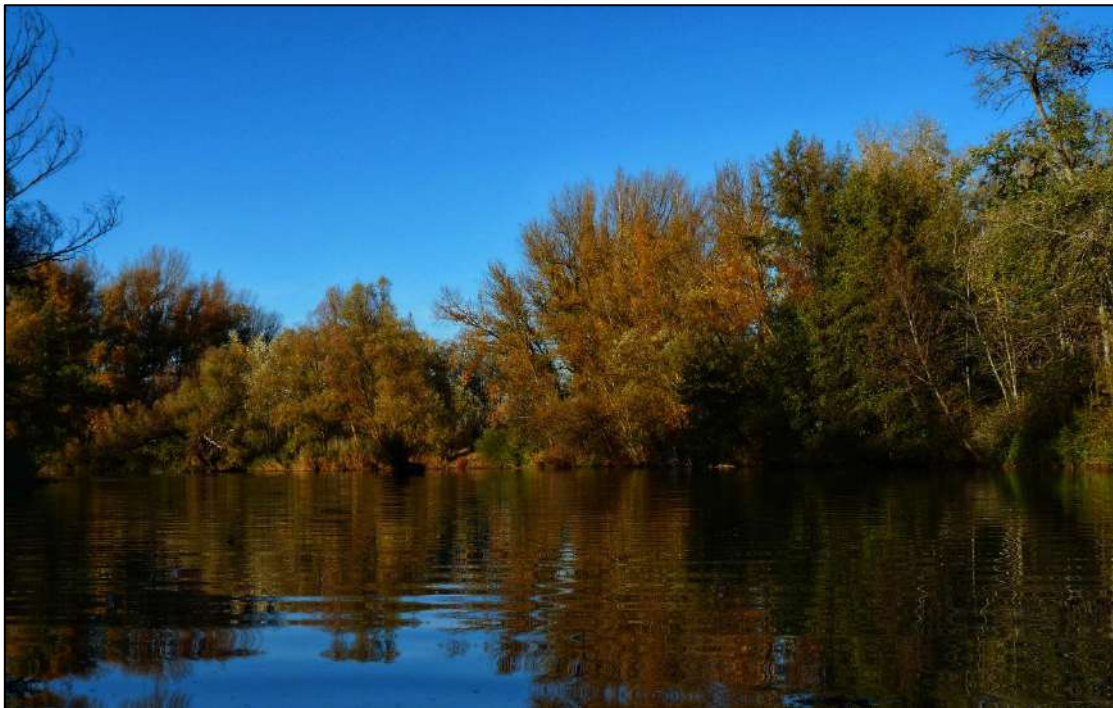


Figura 3. Imagen de un paraje en el interior de la zona de observación “ribera/entorno urbano”.

En las zonas de valle hay campiña con tierras de vega y de secano, así como pinar de piñonero (*Pinus pinea*) y negral o resinero (*Pinus pinaster*). Al norte del río dominan los campos agrícolas mientras que en la zona sur alternan los cultivos y el pinar (hay una importante masa forestal al suroeste del pueblo) (figura 4). En los altos páramos hay cultivos de cereal con restos

de pino piñonero, encina (*Quercus ilex* subesp. *ballota*), quejigo (*Quercus faginea*), enebro (*Juniperus communis*), sabina albar (*Juniperus thurifera*) y sus matorrales de degradación. En las cuestas de las vertientes con fuertes pendientes (en algunos lugares acarcavadas) hay encina, quejigo y pinar de Alepo (*Pinus halepensis*) y en los sotos y riberas hay álamos o chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*), sauces (*Salix* sp.) fresnos (*Fraxinus angustifolia*), avellanos (*Corylus avellana*), alisos (*Alnus glutinosa*) y olmos (*Ulmus* sp.) (figura 3.1.B.). Los cultivos son de viña, cereal, legumbres, remolacha, girasol, colza, patata, plantas aromático-medicinales y frutales, destacando por su importancia el tomate y el “espárrago de Tudela de Duero”.



Figura 4. Campiña en la llanura de Tudela de Duero, con zonas de pinar (verde oscuro), parcelas hortícolas (verde claro) y de siembras y rastros de cereal (pardo-ocres claros) y barbechos (pardo-grises).

En cuanto a la biogeografía y fitosociología la estación de Tudela de Duero se encuentra en la región mediterránea, provincia ibérico-central castellana (= castellano maestrazgo manchega), subprovincia castellana y sector castellano-duriense (S. Rivas Martínez, 1987). Según las distintas clasificaciones climáticas, la comarca se incluye en los siguientes climas: continental extremo tipo *meseta norte* (Font, 1983), *Csa mediterráneo* (Köppen, 1918 y 1936), *mediterráneo templado* (Papadakis, 1966 y 1980), *Tocsm* o *templado oceánico submediterráneo* y de termoclima *Sm supramediterráneo* (Rivas Martínez, 2009) y VI (V)1 o *nemoromediterráneo genuino* (Allué, 1966 y 1990) (tabla 1).

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	
Tipo climático según Font	continental extremo tipo meseta norte
Tipo climático según Köppen	Csa = mediterráneo
Tipo climático según Papadakis	mediterráneo templado
Bioclima S. Rivas Martínez	Tocsm = templado oceánico submediterráneo
Termoclima S. Rivas Martínez	Sm = supramediterráneo
Fitoclima J. L. Allué	VI (V)1 = nemoromediterráneo genuino
BIOGEOGRAFÍA	
Región	mediterránea
Provincia	mediterráneo ibérico-central castellana (2004) = castellano maestrazgo manchega (1987)
Subprovincia	castellana
Sector	castellano-duriense

Tabla 1. Tipificación climática, agroclimática, bioclimática y biogeográfica (fitosociológica) de la estación de Tudela de Duero.

El clima de la comarca es mediterráneo continental, con precipitaciones más abundantes en octubre-noviembre asociadas a vientos de componente oeste: ponientes, ábregos y viento regañón o gallego, y muy escasas en junio-septiembre, sobre todo en julio y agosto. Los vientos dominantes en la comarca están influenciados por la topografía de terrazas y cerros próximos a los ríos Duero, Pisuerga y Esgueva. En Sardón de Duero (a 11,8 km al NE de Tudela de Duero en la ribera del río) los vientos más frecuentes son los ENE (en gran medida brisas monte-valle y catabáticos de invierno) seguidos de los W y los WSW (normalmente relacionados con situaciones de bajas presiones o vaguadas). En Valladolid los vientos más frecuentes son los del N y NE (asociados a las brisas relacionadas a los ríos Pisuerga y Esgueva y a la influencia de los Montes Torozos) seguidos de los del W (asociados a la canalización por el valle del Duero de los vientos asociados a la circulación general del oeste (figura 5). El periodo libre de heladas es junio-septiembre, siendo muy poco frecuentes en mayo y octubre y poco frecuentes en abril. En invierno son abundantes las nieblas.

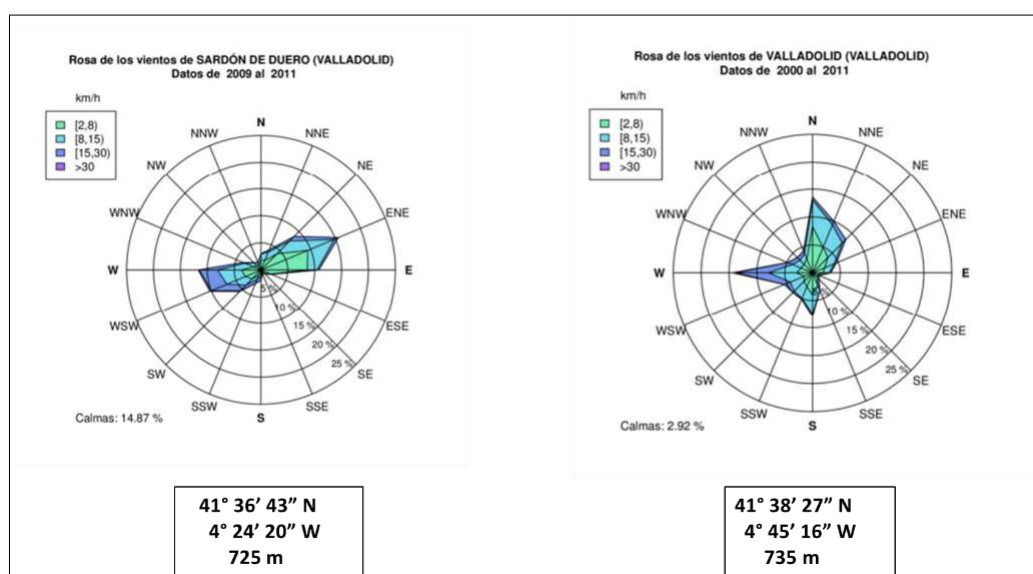


Figura 5. Rosas de vientos en los observatorios de Sardón de Duero y Valladolid. Tomado del Atlas Agroclimático de Castilla y León.

Para la descripción estadística del clima de la zona se han tomado los datos de la serie completa de 1991-2020 del observatorio de Valladolid, los cuales son suficientemente representativos de Tudela de Duero considerando la proximidad y fisiografía. Algunos datos climáticos significativos son los siguientes: precipitación total anual media 433,5 mm, temperatura media de máximas del mes más cálido (julio) 30,9 °C, temperatura media de mínimas del mes más frío (enero) 0,7 °C, número total anual de días de helada 51,5, número total medio de días de precipitación 101,3, número total anual medio de horas de insolación 2703,5, temperatura media de máximas de julio-agosto 30,6 °C, precipitación total media de verano (junio-julio-agosto) 52,1 mm, fecha media de la última helada de primavera el 7 de abril y fecha media de la primera helada de otoño el 15 de noviembre (tablas 2-4 y figuras 6-8).

Valladolid (2224) CLIMATOLOGÍA ESTADÍSTICA 1991-2020 n = 30													
Temperaturas (°C), Precipitación (mm), Insolación (horas)													
Parámetro/periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
T. Media	4,4	6,0	9,1	11,3	15,2	19,8	22,7	22,5	18,5	13,6	8,0	5,0	13,0
T. Mediana	4,5	5,8	9,2	11,4	15,1	19,6	22,6	22,6	18,6	13,6	8,1	4,9	13,0
Desv. Tip. T. Media	1,4	1,6	1,2	1,5	1,5	1,7	1,2	1,0	1,4	1,6	1,4	1,3	0,6
T. Med. de Max.	8,1	11,2	15,1	17,5	21,9	27,4	30,9	30,4	25,5	19,1	12,3	8,7	19,0
T. Med. de mín.	0,7	0,8	3,1	5,2	8,5	12,2	14,4	14,5	11,5	8,0	3,8	1,4	7,0
T. Max. abs.	17,2	22,9	25,9	29,6	34,4	39,8	40,2	39,5	37,3	31,3	23,5	17,0	40,2
T. mín. abs.	-9,6	-8,5	-8,4	-3,4	-1,7	4,0	5,6	6,9	2,8	-1,0	-6,8	-10,8	-10,8
Nº Med. días helada	14,8	12,8	5,3	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,9	11,6	51,5
Prec. Total acum. Media	44,8	24,0	31,6	48,5	46,4	27,0	12,9	12,2	29,4	61,3	50,3	45,0	433,5
Prec. Total acum. Mediana	40,1	18,3	18,4	51,1	38,4	19,1	7,7	9,9	24,5	55,6	49,4	27,8	438,1
Desv. Tip. Prec. Tot. acum.	32,3	18,8	31,8	28,2	33,4	23,5	14,0	13,2	23,4	34,9	35,6	38,5	110,1
Media Nº días de Prec.	11,0	7,7	9,0	11,7	9,7	6,1	3,4	3,4	6,0	10,3	11,7	11,2	101,3
Mediana Nº días de Prec.	10,5	6,5	7,5	11,0	9,5	5,0	3,0	3,0	5,0	10,0	10,5	11,5	103,0
Desv. Tip. Nº días de Prec.	4,8	4,6	5,7	5,4	4,4	3,4	2,1	2,2	3,3	4,2	4,9	4,6	15,5
Insolación Media	101,9	158,8	217,3	239,4	283,9	326,2	364,4	336,8	266,5	191,4	121,5	95,3	2703,5
Insolación Mediana	97,1	156,8	214,6	254,1	281,7	328,4	373,4	342,0	269,3	193,7	116,9	95,8	2708,3
Desv. Tip. Ins.	28,7	29,5	42,5	40,4	33,7	35,7	25,0	18,5	26,6	37,6	29,6	20,4	124,6

Tabla 2. Datos mensuales y anuales de: temperatura media, temperatura mediana, desviación típica de la temperatura media, temperatura media de máximas, temperatura media de mínimas, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, número medio de días de helada, precipitación total acumulada media, precipitación total acumulada mediana, desviación típica de la precipitación total acumulada, número medio de días de precipitación, número mediano de días de precipitación, desviación típica del número de días de precipitación, insolación media, insolación mediana, desviación típica de la insolación (Ver tabla ampliada en anexo II).

VERANO	T.M. J-JI-A (21,6); P.M. J-JI-A (52,1); Ins. Media J-JI-A (1027,5); Ins. Mediana J-JI-A (1033,1); Desv.T. Ins. J-JI-A (60,3); T.M.Max. JI-A (30,6); P.M. J-A (25,1)
---------------	---

Tabla 3. Temperatura media de junio-agosto, precipitación media de junio-agosto, insolación media de junio-agosto, insolación mediana de junio-agosto, desviación típica de la insolación de junio-agosto, temperatura media de máximas de julio-agosto y precipitación media de julio-agosto.

Régimen de heladas (días)	Día medio ult. helada prim. (97); Desv. Tip. día medio ult. helada prim. (17); ult. helada prim.+ tardía abs. (126); ult. helada prim.+ temprana abs. (47) Día medio 1ª helada oto. (319); Desv. Tip. día medio 1ª helada oto. (12); 1ª helada oto. + temprana abs. (297); 1ª helada oto. + tardía abs. (340)
----------------------------------	--

Tabla 4. Día medio juliano de la última helada de primavera y su desviación típica, última helada de primavera más tardía y más temprana absolutas, día medio de la primera helada de otoño y su desviación típica, primera helada de otoño más temprana y más tardía absolutas.

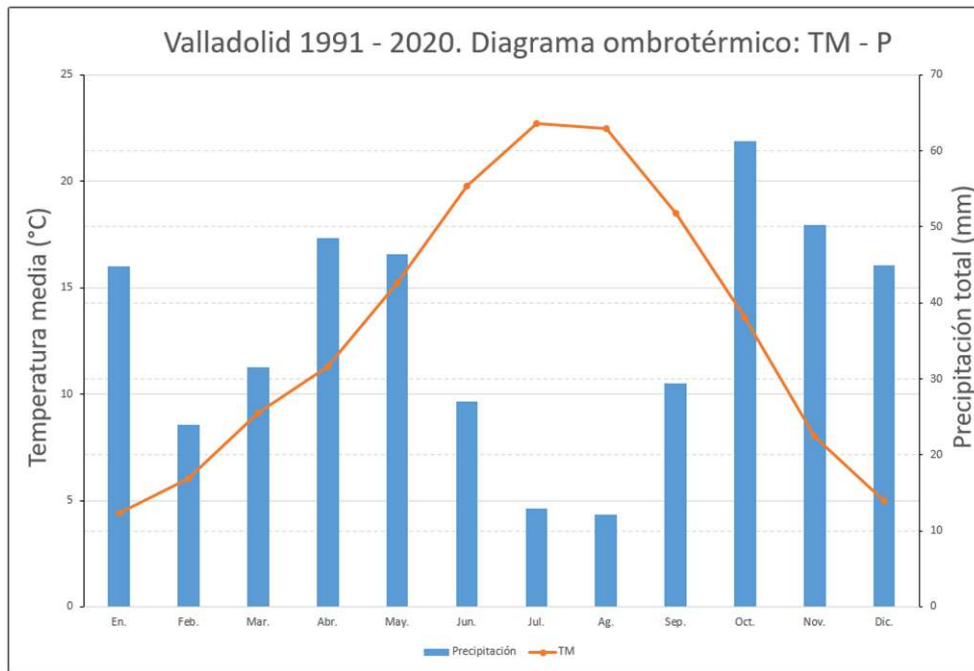


Figura 6. Diagrama ombrotérmico, precipitación media mensual (barras azules) y temperatura media mensual (línea roja).

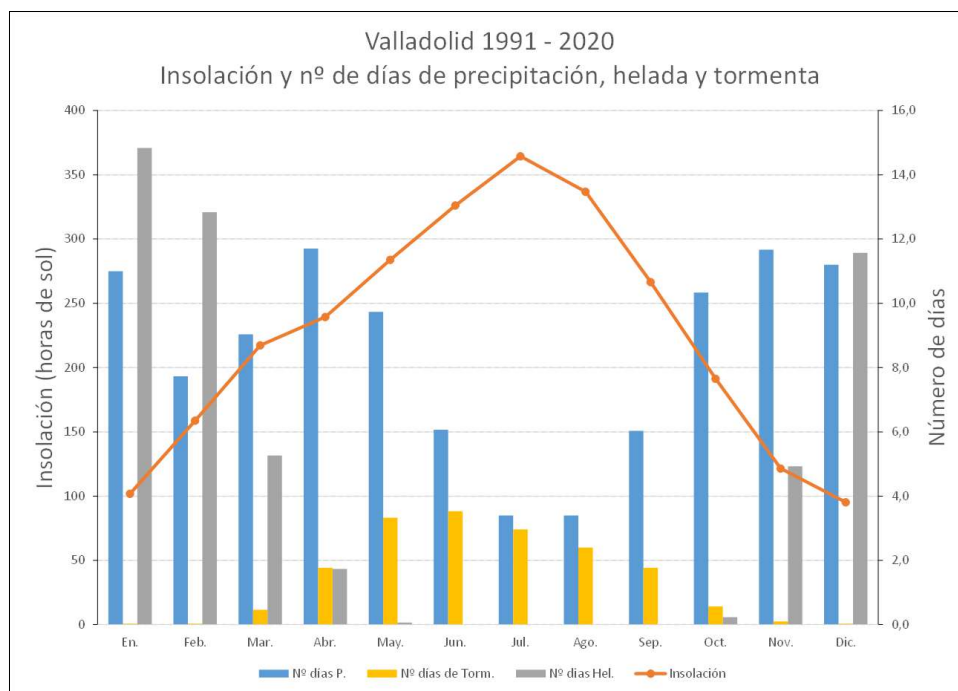


Figura 7. Número de días de precipitación (barras azules), número de días de tormenta (barras amarillas), número de días de helada (barras grises), insolación (línea roja).

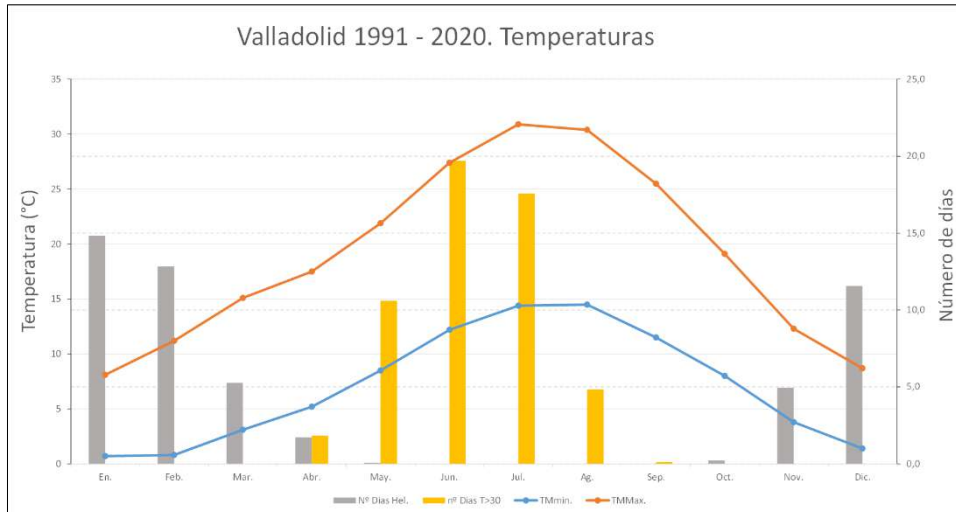


Figura 8. Número de días de helada (barras grises), número de días con temperatura máxima > 30 °C (barras amarillas), temperatura media de mínimas (línea azul), temperatura media de máximas (línea roja).

Como es lógico durante los meses de enero a abril las temperaturas diarias van ascendiendo, especialmente a partir de febrero. No obstante, se detecta un descenso de temperatura media diaria, un “inviernillo” a finales de marzo entre los días 21 y 27, con un mínimo de temperatura media diaria promedio de la serie el día 25 (de 8,6 °C) (figura 9) (figura 1.2.) a lo que alude el refranero: “a marzo alabo si no vuelve el rabo”, “cuando marzo vuelve el rabo, queda invierno para rato”, “cuando marzo vuelve el rabo, no queda oveja con pelleja, ni pastor deszamarrado”, “por la Encarnación los últimos fríos son, si el año no sale respondón”.

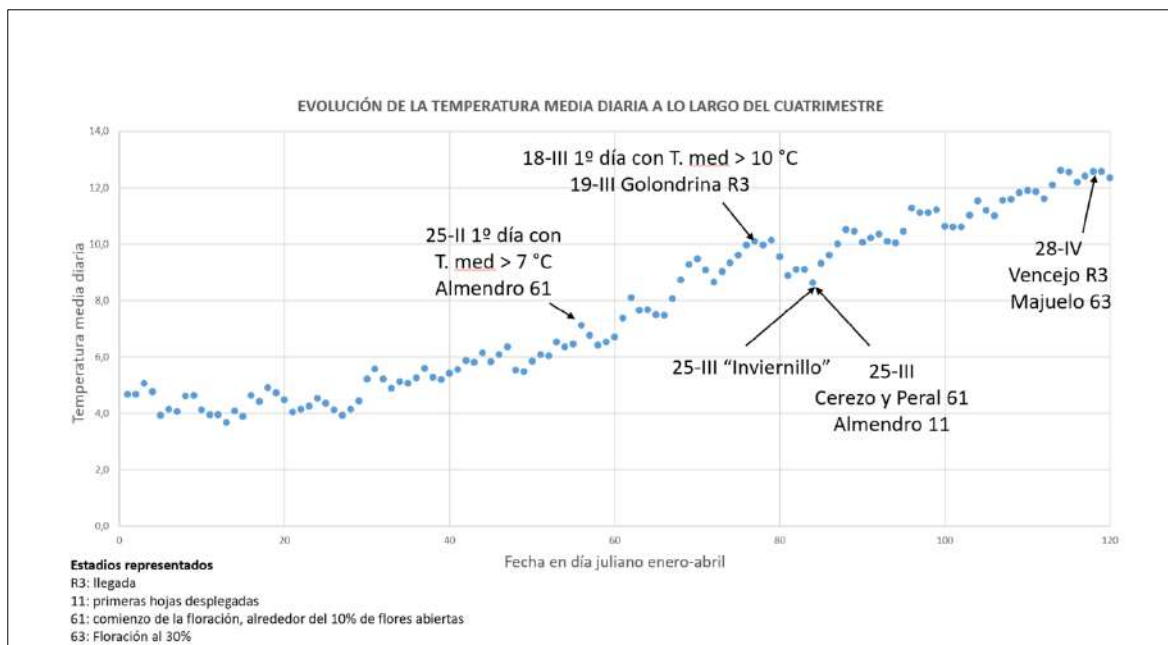


Figura 9. Evolución de las temperaturas medias de la serie para los 120 días de enero-febrero-marzo-abril. En febrero, sobre todo a partir del comienzo de la floración del almendro, comienzan a ascender poco a poco y claramente las temperaturas. El día 25 de marzo hay un mínimo relativo de temperatura media diaria, una especie de “inviernillo”.

A continuación se muestran los gráficos relativos al estudio de tendencias temporales a lo largo de la serie, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, para el periodo 1991/1999 + 2003/2020 (no hay datos de los años 2000-2001-2002). En ellos no se observan tendencias significativas (figura 10).

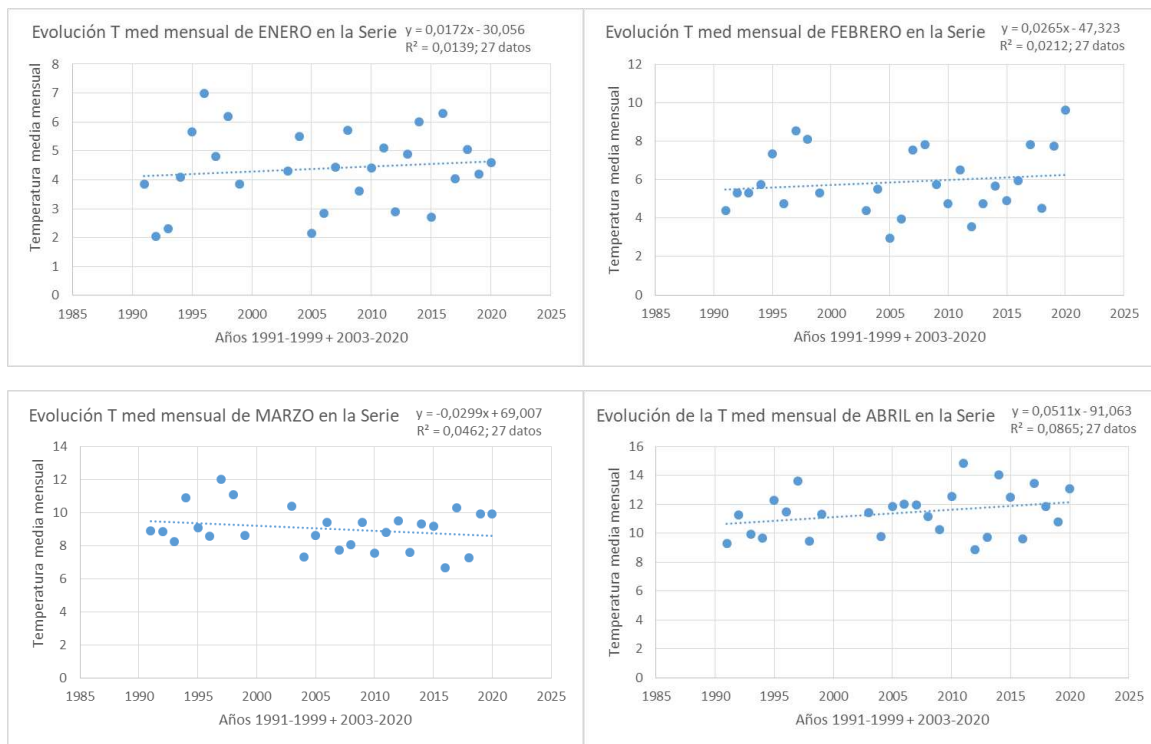


Figura 10. Rectas de regresión y coeficientes de determinación de las temperaturas medias mensuales (°C) de los meses de enero a abril durante el periodo 1991/1999 + 2003/2020.

3. Caracterización fenológico-estadística de eventos de primavera

En una estación de observación fenológica con una serie larga de datos se puede hacer una estadística descriptiva de las fechas en que suceden los eventos. Se ha usado como dato el día juliano y con las series de datos se han calculado: la media, la desviación típica, la mediana y los quintiles (valores con los que se definen cinco rangos en cada uno de los cuales se encuentran el 20 % de los datos de la serie) (tabla 5). De este modo se han caracterizado los rangos de fechas de ocurrencia de cada evento como: muy temprana, temprana, normal, tardía y muy tardía. La mediana queda comprendida en el rango normal y los datos más temprano y más tardío absolutos de la serie son los extremos, inferior del primer rango y superior del quinto. Así, ante un evento observado un año cualquiera (del pasado o en el futuro) se le puede asociar un carácter fenológico con sentido climático respecto al periodo de la serie de datos de forma similar a como se hace con las precipitaciones (muy seco, seco, normal, húmedo y muy húmedo) y las temperaturas (muy frío, frío, normal, cálido y muy cálido).

Se han buscado eventos indicadores que sean significativos en un calendario de la naturaleza, es decir, fenómenos biológicos naturales que con su manifestación indican, con sentido

climático y ecológico, en qué época de la primavera nos encontramos. La sucesión característica de estos eventos es el calendario de la naturaleza.

Para la evaluación de la calidad como indicador de un evento se han usado los criterios de desviación típica y amplitud de fechas del quintil central (fechas normales). La determinación de estos criterios ha sido subjetiva basada en: el conocimiento del método de observación, la experiencia de campo y los propios datos.

Se ha considerado como indicador la desviación típica menor o igual a 8 días, es decir una quincena entorno a la media, ya que tradicionalmente las isofenas con fines agroclimáticos se suelen trazar por decenas o quincenas. El rango de periodo normal considerado como indicador es igual o inferior a 4 días, es decir, la fecha $\pm 1,5$ días, esta condición en base a la experiencia de campo es relativamente exigente y muestra que hay especies de valencia fenológica estrecha (exigentes en cuanto a condiciones climáticas) que son buenas indicadores ambientales.

Estos criterios subjetivos pueden ser prácticos para la toma de decisiones de técnicos y gentes del campo que conocen bien su estación ecológica (finca, monte, localidad) y hacen un seguimiento permanente del tiempo atmosférico.

Las definiciones de los diferentes estadios de las especies consideradas en este trabajo están descritas a lo largo de esta nota técnica, para más información sería conveniente consultar el libro de AEMET “*Selección de especies de interés fenológico en la península ibérica e islas Baleares*” (Martínez Nuñez, L. et al., 2018) que también se encuentra disponible en la web de AEMET:

https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/Observacion_fenologica

Algunos eventos estudiados no cumplen ninguna de las dos condiciones planteadas para ser usados como indicadores, es decir, su rango de fechas de periodo normal de ocurrencia es amplio y además su desviación típica respecto a la media también es amplia. Son fenómenos cuyos datos no están centrados porque no suceden todos los años por las mismas fechas de forma significativa o porque hay alguna dificultad en la observación de forma que se pueda evaluar de forma objetiva la fecha en que sucede el evento.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización fenológico-estadística de los eventos estudiados en la estación de Tudela de Duero para el periodo 1991/1999 + 2003/2020 (tabla 5).

Caracterización fenológico-estadística de eventos en la estación Tudela de Duero										
INDICADOR: Bueno / Muy bueno										
Evento	Media	Desv.Típ.	Med. +/- Desv.Típ.	Mediana	min. - Max.	Muy temprano	Temprano	Normal	Tardío	Muy tardío
Almendro 61	53,2	13,7	39,5 - 66,9	56	25 - 76	25 - 40	41 - 49	50 - 57	58 - 67	68 - 76
Almendro 63	65,8	10,0	55,8 - 75,8	66	47 - 85	47 - 57	58 - 64	65 - 69	70 - 76	77 - 85
Almendro 65	72,7	10,1	62,6 - 82,7	73	50 - 90	50 - 64	65 - 71	72 - 74	75 - 82	83 - 90
Almendro 11	82,9	9,3	73,6 - 92,1	84	65 - 98	65 - 75	76 - 83	84 - 87	88 - 91	92 - 98
Peral 07	73,9	6,9	67,0 - 80,8	75	64 - 87	64 - 66	67 - 71	72 - 77	78 - 80	81 - 87
Peral 61	82,8	7,8	75,0 - 90,6	84	69 - 99	69 - 75	76 - 82	83 - 85	86 - 89	90 - 99
Peral 63	86,6	8,0	78,6 - 94,5	89	71 - 102	71 - 78	79 - 87	88 - 89	90 - 93	94 - 102
Peral 65	91,9	8,0	83,9 - 100,0	92	74 - 107	74 - 84	85 - 90	91 - 95	96 - 98	99 - 107
Lilo 11	79,3	8,0	71,2 - 87,3	81	64 - 92	64 - 71	72 - 78	79 - 83	84 - 87	88 - 92
Lilo 61	98,6	9,1	89,5 - 107,8	101	77 - 113	77 - 90	91 - 98	99 - 102	103 - 107	108 - 113
Lilo 63	103,6	8,7	94,9 - 112,2	105	82 - 116	82 - 97	98 - 102	103 - 108	109 - 110	111 - 116
Lilo 65	111,2	8,4	102,8 - 119,6	113	90 - 128	90 - 103	104 - 108	109 - 115	116 - 118	119 - 128
Golondrina R3	80,0	6,0	74,0 - 86,1	78	71 - 92	71 - 75	76 - 77	78 - 80	81 - 86	87 - 92
Cerezo 61	83,0	5,9	77,2 - 88,9	84	71 - 94	71 - 77	78 - 82	83 - 86	87 - 89	90 - 94
Cerezo 63	91,7	8,2	83,6 - 99,9	92	76 - 108	76 - 82	83 - 89	90 - 96	97 - 99	100 - 108
Cerezo 65	96,1	7,4	88,8 - 103,5	98	81 - 109	81 - 88	89 - 96	97 - 99	100 - 103	104 - 109
Cerezo 09	100,0	7,9	92,1 - 107,9	101	84 - 112	84 - 91	92 - 100	101 - 102	103 - 108	109 - 112
Manzano 07	89,9	6,4	83,5 - 96,3	89	78 - 103	78 - 85	86 - 88	89 - 91	92 - 95	96 - 103
Manzano 61	100,4	8,1	92,3 - 108,6	100	83 - 118	83 - 93	94 - 99	100 - 102	103 - 107	108 - 118
Manzano 63	104,2	8,4	95,8 - 112,5	105	85 - 124	85 - 98	99 - 102	103 - 107	108 - 111	112 - 124
P. alb 07	93,8	8,2	85,6 - 102,0	95	75 - 108	75 - 89	90 - 92	93 - 96	97 - 100	101 - 108
Nogal 07	94,6	8,3	86,3 - 102,9	95	78 - 109	78 - 89	90 - 92	93 - 96	97 - 103	104 - 109
Nogal 11	102,2	9,0	93,2 - 111,2	102	84 - 116	84 - 95	96 - 99	100 - 105	106 - 112	113 - 116
P. nigra 07	105,4	9,7	95,7 - 115,1	108	76 - 121	76 - 96	97 - 105	106 - 109	110 - 112	113 - 121
Vencejo R3	116,6	4,2	112,4 - 120,8	118	110 - 125	110 - 112	113 - 116	117 - 118	119 - 120	121 - 125
Majuelo 63	117,8	9,2	108,6 - 127,0	118	95 - 139	95 - 111	112 - 117	118 - 119	120 - 126	127 - 139

Tabla 5. Valores de centralización y dispersión de los datos de fechas de evento fenológico (en día juliano): media, desviación típica, media +/- la desviación típica, mediana, valores extremos mínimo y máximo de la serie, y carácter fenológico obtenido por el método de los quintiles (muy temprano, temprano, normal, tardío y muy tardío). Estadios estudiados: Floración o flores abiertas; 61 (comienzo de la floración, alrededor del 10 % de flores abiertas), 63 (floración al 30 %), 65 (floración al 50 % o plena floración); brotación de las hojas 07 (comienzo de la apertura de yemas, primeros ápices foliares visibles), 09 (ápices foliares verdes visibles, las escamas marrones caen); foliación 11 (primeras hojas desplegadas) y llegada de aves migratorias estivales para la reproducción, R3 (fecha en la que se detecta el asentamiento de algún individuo de la especie). En rojo se han señalado los indicadores considerados muy buenos por cumplir las dos condiciones y en azul los buenos que cumplen solo una de ellas.

El evento con mayor significación estadística como indicador del curso de la primavera es la llegada del vencejo común (*Apus apus* R3) cuyo rango de fechas normales es de 2 días (uno de ellos es la mediana) y cuya desviación típica es de 4,2 días (aproximadamente un entorno de 8 días). Otros indicadores muy buenos (según el criterio establecido) han sido: manzano (*Malus domestica* 07), cerezo (*Prunus avium* 61, 65 y 09), golondrina (*Hirundo rustica* R3) y peral (*Pyrus communis* 61 y 63).

Los eventos que resultan ser buenos indicadores son: almendro (*Prunus dulcis* 65 y 11), peral (07 y 65), lilo (*Syringa vulgaris* 11 y 61), manzano (61), álamo blanco (*Populus alba* 07), nogal (*Juglans regia* 07), chopo negro (*Populus nigra* 07) y majuelo (*Crataegus monogyna* 63).

En varios de los eventos estudiados se observa una desviación típica alta (por encima de la condición impuesta) pero hay que tener en cuenta que basta con que haya unos pocos datos muy extremos en la serie (no lo suficientemente larga) para que la desviación típica sea importante, ello puede afectar a que los rangos de muy temprano y/o muy tardío sean amplios. No obstante, se pueden considerar estos eventos como buenos si cumplen la condición del rango de fechas normales estrecho debido a que en la naturaleza la mediana es más significativa que la media. Por otra parte, los eventos 63 (floración al 30 % en la población de la especie en la estación) en ocasiones no son significativos debido a la dificultad de la evaluación de porcentajes de floración en plena naturaleza siendo mucho mejores indicadores por simple cuestión de

percepción psicológica y método de observación el inicio de la floración o floración al 10 % (61) y la plena floración o floración al 50 % (65).

En el caso concreto del comienzo de la floración del almendro no es fácil evaluar la fecha de ocurrencia a nivel de población en una estación, probablemente sea debido a una variabilidad genética muy grande en la población observada (varietal y posiblemente individual) y a problemas relacionados con el método de observación, lo que hace que los datos pueden que no sean suficientemente representativos. Así es frecuente observar ejemplares que estando muy próximos inician la floración en fechas distintas debido a la condición de cada individuo (genética, fisiológica, nutricional y sanitaria). No obstante, la plena floración del almendro y el comienzo de la foliación (11, primeras hojas en los ramillos) suceden en un rango estrecho de fechas normales y, sin embargo, la desviación típica de estos estadios es grande.

En el caso del lilo son indicadores buenos los inicios (61 y 11) pero no los momentos de floración más avanzada (63 y 65). El cerezo y el manzano no son indicadores significativos para el estadio 63 aunque sí para el 61 en ambas especies y el 65 en el cerezo.

En los vegetales la salida del letargo invernal implica la actividad metabólica propia del periodo vegetativo (desarrollo y crecimiento) que está fundamentalmente relacionada con el fotoperiodo y también con que se alcance cierta temperatura umbral específica. Desde ese momento el aumento de las temperaturas hace que el desarrollo (paso por los diferentes estadios fenológicos) sea más rápido. Para que se produzca la salida del periodo de reposo invernal de forma adecuada es necesario que se hayan acumulado las suficientes horas-frío características de cada especie.

Los eventos de floración más fiables son el 61 y el 65. Los estadios 65 y 11 presentan fechas correlacionadas con el inicio de la floración por medio de una cierta acumulación de grados-día relativamente constante, salvo que suceda en ese tiempo algún fenómeno meteorológico que afecte de forma importante. En las plantas en las que el comienzo de la floración es anterior al de la foliación las reservas de las yemas de invierno juegan un papel fundamental, pero para que el desarrollo sea activo y rápido, necesitan además aportes nutricionales importantes (fotosíntesis). Ello permitirá la correcta evolución del ciclo vegetativo y asegurará la reproducción. Hay diferentes estrategias en los vegetales, pero esta es típica de algunas especies de árboles frutales de la familia de las rosáceas (especies muy utilizadas en fenología), aunque también existen otras en las cuales la foliación es anterior a la floración y otras en las que se presentan ambos fenómenos a la vez.

Hay que tener en cuenta que en las especies con flores agrupadas en inflorescencias (como los amentos de los avellanos, chopos, nogales, etc.) y especialmente en las que llegan a formar grandes ejemplares, la evaluación de la fecha en que se alcanza la plena floración es difícil en la práctica real de la observación de campo en plena naturaleza y necesita de cierto entrenamiento. Este tipo de cuestiones son importantes a la hora de interpretar datos y resultados.

Aun así, y en general, se puede afirmar que los momentos de fenómenos que se evalúan en porcentajes que deben estudiarse son los estadios de inicio y pleno, los más fáciles de determinar a la vez que los de mayor significación estadística y ecológica. En AEMET, además, se observan los momentos al 30 % debido a que en los primeros manuales de observación se

consideraba como floración y foliación la idea de que un ejemplar se encontrase a 1/3 del fenómeno observado o en el 50 % de los ejemplares si se trataba de una población.

4. Calendario de la naturaleza según la sucesión característica de eventos

En la teoría ecológica de indicadores, según F. González Bernáldez, a veces se hace un símil con la patología para caracterizar el estado de un sistema. Las manifestaciones fenológicas son información del entorno natural, información de las condiciones ambientales del tiempo pasado e información como predictores ambientales de las condiciones y relaciones que se puedan dar en el futuro próximo. La observación fenológica subjetiva, del paisaje o la estación, es un “síntoma” y la observación objetiva, el dato fenológico, es un “signo” del estado del ecosistema. Los distintos eventos fenológicos suceden normalmente en un cierto orden de progresión característico, relacionados entre sí de forma que, en un lugar un conjunto de síntomas y signos, apreciaciones y datos, constituye un cuadro para el diagnóstico del estado ambiental del territorio, concretamente de la estación o lugar.

Los eventos fenológicos en un lugar se manifiestan según un orden típico, el calendario natural, de forma que de la observación fenológica de los sucesivos eventos se pueden extraer conclusiones acerca del curso meteorológico pasado y de las posibles fechas de ocurrencia de eventos fenológicos en el futuro inmediato. Conocer estos datos es importante, en agricultura y ecología en general, en relación con los periodos críticos de los ciclos biológicos (aquellos en los que hay una especial sensibilidad a un factor ambiental).

La relativa predecibilidad de la fenología se debe a que en gran medida la manifestación de los eventos está bastante bien correlacionada con el curso de las temperaturas, la acumulación de calor o integral térmica, la sumatoria diaria de la diferencia entre la temperatura media diaria y una temperatura umbral de referencia propia de cada especie por encima de la cual el metabolismo y actividad fisiológica implica desarrollo y crecimiento. En general, los umbrales usados para los diferentes grupos de vegetales son los de 4, 6, 7 y 10 °C.

En la comarca Valladolid Centro, desde el día 1 de enero se registran temperaturas medias diarias superiores a 4 °C (que se vienen acumulando desde antes). Las fechas medias de inicio de grados-día acumulados por encima de un cierto umbral son: el 13 de febrero (> 6 °C), 25 de febrero (> 7 °C), 18 de marzo (> 10 °C); además el día 9 de marzo es significativo por ser el primero en que se alcanza una temperatura máxima superior a 15 °C.

El calendario natural es la sucesión de las fechas de ocurrencia de ciertos eventos indicadores (medianas de cada serie) que están relacionados con la acumulación de grados-día por encima de ciertos umbrales de temperatura. Se han calculado las acumulaciones desde el día 1 de enero por encima de los umbrales de 6, 7 y 10 °C (figura 11) asociadas a las fechas de los eventos del calendario.

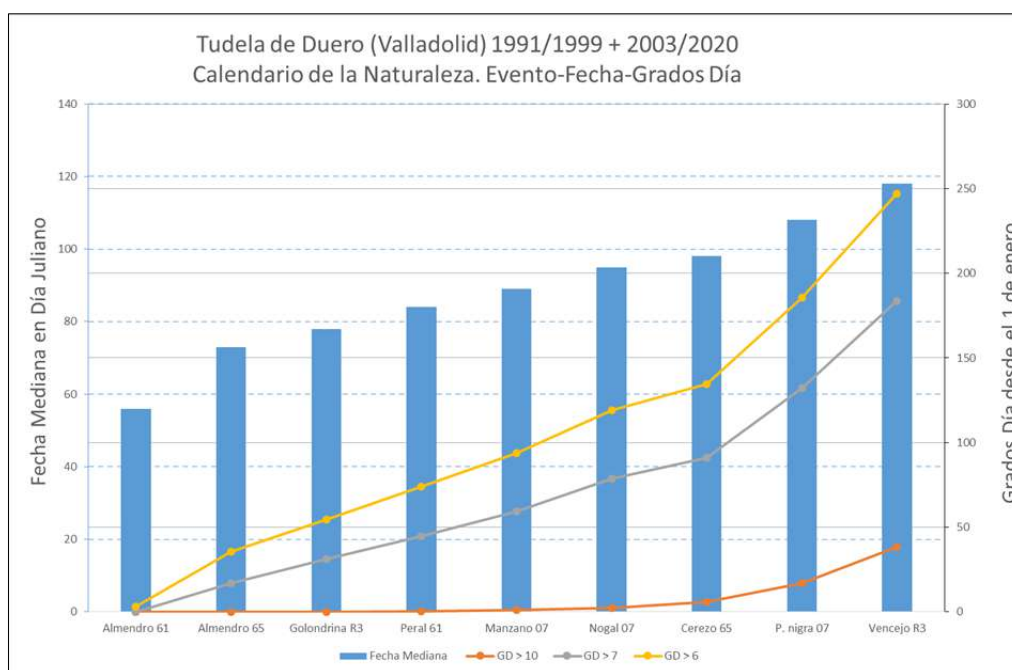


Figura 11. Fecha mediana en día juliano en que sucede un evento (barras azules), acumulación de grados-día sobre ciertos umbrales (línea roja para 10 °C, gris para 7 °C y amarilla para 6 °C). Sucesión de algunos eventos “populares” fáciles de reconocer y observables en toda la España ibérico-baleár.

A continuación, se muestra un calendario de fechas ascendentes en día juliano (la mediana de cada serie de datos fenológicos) en el que se asocia a cada evento sus fechas normales, la media, la acumulación de grados-día (G.D.) sobre los umbrales de 6, 7 y 10 °C y el número de días que han sobrepasado el umbral desde el día 1 de enero (tabla 6).

Calendario Natural: fecha en día juliano. Periodo 1991-1999 + 2003-2020							
Grados día (G.D.) y Nº de días acumulados desde el día 1 de enero							
1º día TM > 6 °C el 44 (13 de febrero); 1º día TM > 7 °C el 56 (25 de febrero); 1º día TMax > 15 °C el 68 (9 de marzo); 1º día con TM > 10 °C el 77 (18 de marzo)							
Mes	Día juliano Mediana	Evento	Fechas Normales	Media	AcumG.D.>6 / Nº días	AcumG.D.>7 / Nº días	AcumG.D.>10 / Nº días
Febrero	56	Almendro 61	50 - 57	53,2	3,1 / 8	0,1 / 1	NO
Marzo	66	Almendro 63	65 - 69	65,8	15,3 / 18	3,9 / 7	NO
Marzo	73	Almendro 65	72 - 74	72,7	35,6 / 25	17,1 / 14	NO
Marzo	75	Peral 07	72 - 77	73,9	42,5 / 27	22,1 / 16	NO
Marzo	78	Golondrina R3	78 - 80	80,0	54,5 / 30	31,1 / 19	0,1 / 1
Marzo	81	Lilo 11	79 - 83	79,3	65,1 / 33	38,6 / 22	0,2 / 2
Marzo	84	Peral 61	83 - 85	82,8	73,9 / 36	44,5 / 25	0,2 / 2
Marzo	84	Almendro 11	84 - 87	82,9	73,9 / 36	44,5 / 25	0,2 / 2
Marzo	84	Cerezo 61	83 - 86	83,0	73,9 / 36	44,5 / 25	0,2 / 2
Marzo	89	Peral 63	88 - 89	86,6	93,8 / 41	59,4 / 30	1,2 / 4
Marzo	89	Manzano 07	89 - 91	89,9	93,8 / 41	59,4 / 30	1,2 / 4
Abril	92	Cerezo 63	90 - 96	91,7	106,4 / 44	69,0 / 33	1,8 / 7
Abril	92	Peral 65	91 - 95	91,9	106,4 / 44	69,0 / 33	1,8 / 7
Abril	95	P. alb 07	93 - 96	93,8	119,0 / 47	78,6 / 36	2,4 / 10
Abril	95	Nogal 07	93 - 96	94,6	119,0 / 47	78,6 / 36	2,4 / 10
Abril	98	Cerezo 65	97 - 99	96,1	134,5 / 50	91,1 / 39	5,9 / 13
Abril	100	Manzano 61	100 - 102	100,4	144,4 / 52	98,9 / 41	7,7 / 15
Abril	101	Lilo 61	99 - 102	98,6	149,0 / 53	102,5 / 42	8,3 / 16
Abril	101	Cerezo 09	101 - 102	100,0	149,0 / 53	102,5 / 42	8,3 / 16
Abril	102	Nogal 11	100 - 105	102,2	153,6 / 54	106,1 / 43	8,9 / 17
Abril	105	Lilo 63	103 - 108	103,6	169,3 / 57	118,9 / 46	12,7 / 20
Abril	105	Manzano 63	103 - 107	104,2	169,3 / 57	118,9 / 46	12,7 / 20
Abril	108	P. nigra 07	106 - 109	105,4	185,4 / 60	132,0 / 49	16,8 / 23
Abril	113	Lilo 65	109 - 115	111,2	214,7 / 65	156,3 / 54	26,1 / 28
Abril	118	Vencejo R3	117 - 118	116,6	247,1 / 70	183,6 / 59	38,4 / 33
Abril	118	Majuelo 63	118 - 119	117,8	247,1 / 70	183,6 / 59	38,4 / 33

Tabla 6. Calendario natural de eventos fenológicos en fechas ascendentes de día juliano.

La primavera fenológica temprana comienza con la floración del almendro. En esta especie el estadio 61 sucede el 25 de febrero (cuando se alcanza por primera vez la temperatura media de 7 °C y se llevan acumulados 3,1 °C por encima de 6 que se alcanzan normalmente con 8 días de acumulación) llegando a la plena floración de esta especie el día 14 de marzo (17 días después, con 17,1 grados-día acumulados sobre 7 °C y 14 días sobrepasando el umbral para la acumulación). El día de la llegada de la golondrina (19 de marzo) prácticamente sucede cuando se alcanza la temperatura media de 10 °C (18 de marzo) como ya indicaron Southern (1938) y Bernis (1966). A partir de este momento (finales de la segunda decena de marzo y con acumulación de grados-día por encima de 10) se desencadena el grueso de la sucesión de estadios primaverales en las especies vegetales estudiadas. Finalmente, se puede considerar como el comienzo de la primavera tardía a la llegada del vencejo común.

5. Análisis de tendencias en la serie temporal de 1991/1999 + 2003/2020

Se ha analizado la tendencia de las series temporales del periodo estudiado (fechas de los eventos fenológicos en día juliano en relación al paso de los años). Para ello se ha calculado el coeficiente de determinación R^2 (%) que indica en qué medida el paso de los años explica la varianza de las fechas de los eventos (la correlación entre datos fenológicos y el paso de los años). Además, se ha calculado una recta de regresión, ajustada por el método de mínimos cuadrados, en la que se señala la pendiente (m) y su desviación típica (expresadas en días/decenio), así como el p-valor asociado al estadístico t (probabilidad de obtener para la pendiente m , suponiendo ausencia de correlación, un valor tan alejado de 0 como el observado). La R^2 presenta incertidumbre tanto mayor cuanto menor es el tamaño de la muestra, mientras que el p-valor tiene en cuenta la R^2 y la incertidumbre muestral por lo que es un buen indicador para valorar la significación estadística de la asociación entre variables. En la estadística clásica se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación si el p-valor es inferior a 0,05. No obstante, en la tabla adjunta que resume los estadísticos del análisis de tendencias de los eventos fenológicos se hace una interpretación según un criterio subjetivo de valoración de la R^2 en cuanto a considerar la correlación nula, ligera, pequeña, moderada, buena y fuerte.

Aunque la búsqueda de tendencias deberá ser objeto de un estudio más profundo (en muchas especies con series más largas que las disponibles actualmente) se muestran los resultados del presente trabajo. En general no se han encontrado correlaciones significativas (tabla 7), sí hay alguna ligera correlación en: manzano 07 (figura 12.a), chopo negro 07 (figura 12.b) y abejaruco R3 (figura 13.a). Manzano 07 y chopo negro 07 muestran ligera tendencia al retraso mientras que abejaruco R3 la muestra al adelanto. El ruiseñor (figura 13.b), que adelanta su llegada 13 días por década, sí presenta una buena correlación y una recta de regresión representativa. Además, se han encontrado algunos eventos con un p-valor inferior o igual a 0,30, en concreto los cuatro eventos con buena o ligera correlación y, además: almendro 61, manzano 63 y golondrina R3.

En cuanto a la búsqueda de tendencias con el paso de los años hay que tener en cuenta que cabría esperar (hipotéticamente) una tendencia generalizada al adelanto de los estadios de primavera y ello no se observa. Es muy probable que la respuesta fenológica presente una cierta inercia y su posible variación vaya por detrás de los cambios en el clima. Además, es lógico que unas especies sean más sensibles y de respuesta rápida y otras menos debido a su distinta amplitud de valencia ecológica, estrecha en las sensibles o ancha en las que no muestran cambios o los muestran tarde (al paso de los años) y de forma débil.

Hay que considerar por lo tanto que para evaluar cambios en el clima y más aún en la fenología, las series usadas para este trabajo, de 27 o 15 años, deberían ser más largas. En el caso de estudio de esta nota técnica hay que tener muy en cuenta que hubo años (relativamente al principio de la serie estudiada) con un periodo enero-marzo excepcionalmente anómalo: muy cálidos los meses de enero de 1995, 96 y 98; los de febrero de 1995, 97 y 98 y los de marzo de 1997 y 98.

Las ligeras tendencias al aumento de temperatura que se aprecian son mayores cuanto más primaveral es el mes. Así las R^2 en % son: 1,4 en enero; 2,1 en febrero; 4,6 en marzo y 8,6 en abril. La pequeña tendencia parece ir en el sentido de acortarse el periodo de “ambiente primaveral” y alargándose el de “ambiente estival”, lo que debe afectar a la fenología y las relaciones en los ecosistemas. Por otra parte, no entran en la serie el muy frío enero de 2021 asociado a la borrasca Filomena y días posteriores. En cualquier caso, las series deberían ser más largas para evaluar tendencias en clima y mucho más en fenología.

ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE LOS EVENTOS FENOLÓGICOS DE PRIMAVERA EN SUS SERIES TEMPORALES DE 1991/1999 + 2003/2020 EN TUDELA DE DUERO								
EVENTO	N	R ² (%)	Correlación	m; días/10 años	D.T. m d/10años	t de m	p-valor t	Tendencia
Almendro 61	27	4,96	Nula	3,40	2,97	1,14	0,26	Retraso
Almendro 65	27	0,04	Nula	0,22	2,24	0,10	0,92	Retraso
Almendro 11	27	0,51	Nula	0,73	2,06	0,36	0,72	Retraso
Peral 07	27	1,22	Nula	-0,85	1,53	-0,56	0,58	Adelanto
Peral 61	27	1,69	Nula	-1,13	1,73	-0,66	0,52	Adelanto
Peral 65	27	1,33	Nula	-1,03	1,78	-0,58	0,57	Adelanto
Lilo 61	27	1,31	Nula	1,16	2,02	0,58	0,57	Retraso
Lilo 65	27	0,01	Nula	-0,07	1,86	-0,04	0,97	Adelanto
Golondrina R3	27	4,21	Nula	-1,38	1,31	-1,05	0,30	Adelanto
Cerezo 61	27	0,20	Nula	0,29	1,30	0,23	0,82	Retraso
Cerezo 65	27	1,23	Nula	0,91	1,63	0,56	0,58	Retraso
Cerezo 09	27	1,95	Nula	1,23	1,75	0,70	0,49	Retraso
Manzano 07	27	12,20	Ligera +	2,49	1,34	1,86	0,07	Retraso
Manzano 61	27	1,98	Nula	1,28	1,80	0,71	0,48	Retraso
Manzano 63	27	4,27	Nula	1,92	1,82	1,06	0,30	Retraso
P. alba 07	27	4,17	Nula	1,86	1,79	1,04	0,31	Retraso
Nogal 11	27	0,03	Nula	0,17	2,00	0,09	0,93	Retraso
P. negra 07	27	12,54	Ligera +	3,83	2,02	1,89	0,07	Retraso
Vencejo R3	27	0,16	Nula	0,19	0,93	0,20	0,84	Retraso
Majuelo 63	27	0,66	Nula	0,84	2,05	0,41	0,69	Retraso
ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE LOS EVENTOS FENOLÓGICOS DE PRIMAVERA EN SUS SERIES TEMPORALES DE 2007/2021 EN TUDELA DE DUERO								
EVENTO	N	R ² (%)	Correlación	m; días/10 años	D. T. de m d/10 años	t de m	p-valor t	Tendencia
Cuco R3	15	0,10	Nula	-0,68	6,05	-0,11	0,91	Adelanto
Ruiseñor R3	15	81,64	Buena -	-13,00	1,71	-7,60	0,00	Adelanto
Abejaruco R3	15	12,76	Ligera -	-3,96	2,88	-1,38	0,19	Adelanto
Criterio subjetivo de relación		R ² (%)	Relación					
< 11	Nula	11 a 30	Ligera	31 a 50	Pequeña			
51 a 70	Moderada	71 a 90	Buena	> 90	Fuerte			

Tabla 7. Resultados de los análisis de tendencias: número de datos, correlación y parámetros de la pendiente de la regresión.

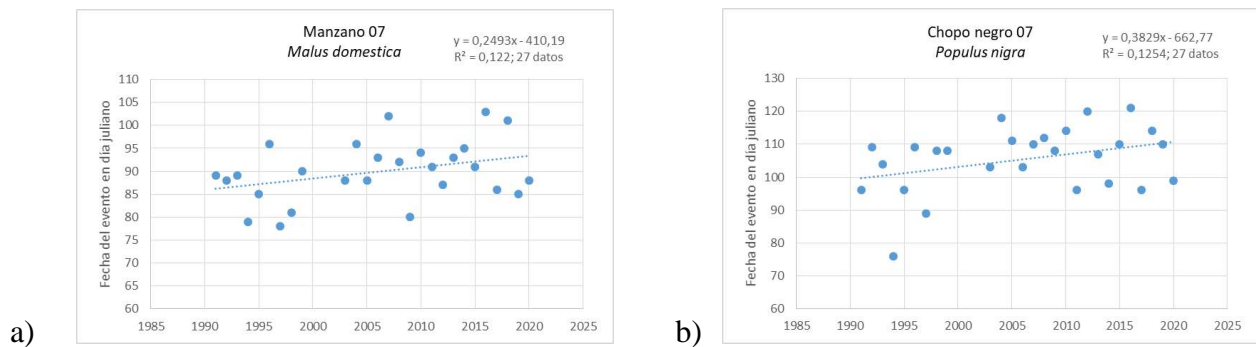


Figura 12. Rectas de regresión y coeficientes de determinación para el estadio 07, a) manzano y b) chopo negro. Ambos eventos muestran una ligera tendencia al retraso con una R^2 de 12,20 % (ligera) y un p-valor de 0,07, en el caso del manzano y una R^2 del 12,54 % (ligera) y un p-valor de 0,07, en el caso del chopo o álamo negro.

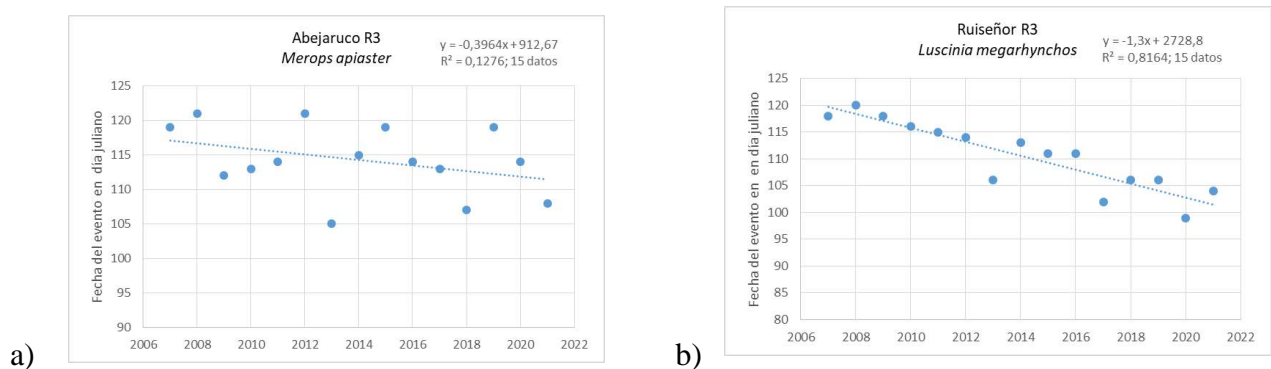


Figura 13. Rectas de regresión y coeficientes de determinación para el estadio R3 obtenidas a partir de 15 años de datos, a) abejaruco y b) ruiseñor. El abejaruco presenta una ligera correlación negativa (tendencia al adelanto) con un R^2 de 12,76 % con un p-valor de 0,19. El ruiseñor muestra una buena correlación de tendencia al adelanto con una R^2 de 81,64 % con un p-valor de 0,00. En el anexo III se muestran los resultados de los análisis de correlación del resto de eventos.

6. Ideas sobre la importancia de la fenología para estudios climáticos

La fenología se considera una herramienta muy útil para la descripción de microclimas en lugares concretos (topoclimas), la caracterización del año agrícola (o de una estación del mismo) y para el estudio de los periodos vegetativo y de reposo de las plantas.

Se usan los datos de las fechas de ocurrencia de los eventos fenológicos como indicadores de variabilidad y cambio climático, especialmente como descriptores de los impactos del mismo en los ecosistemas. Las especies están adaptadas a ciertos rangos de clima, con ambientes atmosféricos de óptimos a marginales, comportándose sus poblaciones en relación a los climas locales de su área de distribución. A su vez en el ecosistema, las distintas especies animales y vegetales están relacionadas entre sí y los cambios en la fenología de algunas de ellas pueden implicar rotura de equilibrios en la comunidad biológica e incluso pérdida de valor adaptativo entre la población de unas especies y el ambiente físico lo que se refleja en cambios en el área de distribución de algunas especies e incluso en su posible extinción.

Es indudable el interés climático de la fenología (además de ecológico y agrario) pero hay que tener mucho cuidado en las interpretaciones de los resultados de análisis de datos debido a que no hay una relación biunívoca entre clima y respuesta biológica ya que también entran en juego la variabilidad genética y otros tipos de variabilidad ambiental (edáfica, hídrica, recursos alimenticios para la fauna, etc.).

Es probable que exista una cierta inercia de resistencia al cambio fenológico frente al cambio climático, es decir un desfase, un retraso que hace que la significación estadística en periodos no muy largos sea muy pequeña (aunque posiblemente exista tendencia). Hay especies más plásticas, más tolerantes climáticamente, de mayor valencia ecológica en cuanto a las temperaturas o a las precipitaciones, y otras de valencia ecológica estrecha más sensibles a los cambios.

Otro tipo de variabilidad, que hay que minimizar lo máximo posible, son los errores de observación debidos al método y/o al observador (entrenamiento, experiencia, percepción, meticulosidad, etc.). Además, es importante conocer y describir las características ambientales de la estación de observación (localización, topografía, geología-suelos, fitosociología, clima, usos del suelo, etc.). Todo ello implica que los análisis e interpretaciones de datos y resultados deben de ser muy reflexivos y críticos. El grupo de trabajo de fenología de AEMET durante años ha trabajado en la descripción precisa de los estadios de las especies o grupos de especies más interesantes para el estudio de la fenología climática, poniendo en valor la importancia de la correcta identificación de las especies y estadios, así como el método para la evaluación de una fecha de ocurrencia representativa de la población en la estación.

La fenología es una respuesta integral al conjunto de factores ambientales de tipo climático y es muy importante dedicar esfuerzos a la mejora de su observación y estudio, pero hay que cuidar mucho el método de observación y la calidad de los datos. A la complejidad de la geografía y el clima ibéricos se suma la complejidad de la respuesta de los seres vivos. La dificultad de la observación y análisis fenológicos no disminuye el interés por estos trabajos, sino que, por el contrario, incentiva a un mayor esfuerzo en este tipo de estudios.

Con la presente nota técnica se pretende mostrar un ejemplo de tratamiento estadístico básico de datos fenológicos de una estación fenológica.

7. Algunas conclusiones generales de este trabajo

Ante los resultados obtenidos podemos decir:

- Al caracterizar estadísticamente los eventos objeto de observación se aprecia que unos son muy buenos indicadores de clima, otros son buenos y otros no aportan información interesante.
- Es muy importante buscar relaciones entre los eventos fenológicos y la acumulación de grados-día sobre ciertos umbrales en periodos de semanas (o pocos meses) anteriores a su manifestación. Así se puede estudiar la relación entre eventos de una misma especie y/o entre eventos de distintas especies en el lugar. También hay que estudiar las acumulaciones de horas-frío en el periodo de reposo invernal.
- El conocimiento del calendario natural es muy útil para la planificación agraria a medio-largo plazo y para la toma de decisiones en el sector a muy corto plazo (días, semana, decena, mes) según las previsiones meteorológicas, especialmente si se sigue el comportamiento fenológico de los eventos que son buenos indicadores.
- En general, en este trabajo no se han encontrado unas tendencias significativas en cuanto a cambios de la fenología con el paso de los años en el periodo considerado (salvo algunas muy ligeras). Probablemente se deberían estudiar en fenología periodos de más de 30 años para encontrar tendencias, de forma que se absorba tanto la variabilidad debida a la genética como los errores en la toma de datos (por la dificultad de la observación en plena naturaleza). Además, hay que tener en cuenta que los resultados de la búsqueda de tendencias en cuanto a temperaturas en los meses de enero, febrero y abril han dado correlaciones positivas débiles, pero en el caso de marzo la correlación es negativa débil.
- Este trabajo es una aportación al estudio cuantitativo de la fenología, un ejemplo para describir y analizar las estaciones de la red de observación de AEMET, así como para presentarlo como posible protocolo básico en el [PEP725*](#) con el objetivo de homogenizar el trabajo entre varios países. Hay que recalcar la importancia de que las series sean lo más largas posible e indicar que con series de 30 años de datos fenológicos las tendencias pueden ser inexistentes o muy leves, pero posiblemente si se toman 60 años, o incluso mejor 90 años, la tendencia sea significativa. Si se tratan con el mismo protocolo estadístico las distintas estaciones de observación en un amplio territorio (un país o varios) se podrán buscar similitudes y hacer clasificaciones climáticas, así como ordenaciones según gradientes de parámetros fisiográficos o climáticos y mapas de isofenas.

En cualquier caso, hay que destacar la utilidad agraria, ecológica y medioambiental de los calendarios de la naturaleza para cada localidad o comarca, así como los análisis de las acumulaciones de grados-día y horas-frío en relación con la diferencia en número de días entre las fechas de los estadios o eventos.

8. Referencias recogidas en el texto

- Allué, J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España, taxonomías. INIA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Bernis, F., 1966. Migración en aves, tratado teórico y práctico. Sociedad Española de Ornitología, Madrid, p. 309.
- Chazarra, A. et al., 2018. Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016). AEMET.
- Font, I., 2000. Climatología de España y Portugal. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- González Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume ediciones.
- Margalef, R., 1992. Planeta azul, planeta verde. Biblioteca Scientific American, prensa científica S.A., Barcelona, p. 57.
- Rivas Martínez, S. et al., 1987. Memoria del mapa de las series de vegetación. ICONA, Serie Técnica, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Rivas Martínez, S., 2009. Sistema de clasificación bioclimática mundial, mapa bioclimático de Europa. Centro de Investigaciones Fitosociológicas, UCM.
https://webs.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_2.htm
- Shouthern, H.N., 1938. The spring migration of the Willow Warbler over Europe. British Birds, 32: 202-206.
- Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA), 2012. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <http://sig.magrama.es/siga/>

9. Bibliografía básica

- Cano-Barbacid, C., Cano Sánchez, J., 2020. Caracterización fenológica, una herramienta clave para la climatología: estudio de la migración en cuatro especies estivales. Calendario Meteorológico de 2021, pp. 290 - 299. AEMET.
- Cara García, J. A. de., 2006. La observación fenológica en agrometeorología. Revista Ambiente nº 53, pp. 64-70. Ministerio de Medio Ambiente.
- Cara García, J.A. de., Mestre Barceló, A., 2006. La observación fenológica en agrometeorología y climatología. Revista del aficionado a la meteorología (RAM de Meteored, tiempo.com).
- Cara García, J.A. de., Ruiz López, C., Mestre Barceló, A., 2008. Adaptación del código BBCH a la observación fenológica de la AEMET. Jornadas científicas de la AME.
- Elías Castillo, F. y Castelví Sentís, F., 1996. Agrometeorología. Mundi Prensa.
- Fernández González, J. director del estudio, 2013. Caracterización de las Comarcas Agrarias de España, Tomo 48 Provincia de Valladolid. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- García, A. et al., 1985; normalizado y ampliado por A. Saa y J. Gallardo, 2018. Estudio Edáfico de la provincia de Valladolid. Mapa de Suelos, escala 1:100 000, de la zona situada al sur del río Duero. Perfil VA- 53. CSIC. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca. Salamanca.
- García Fernández, J., 1986. El clima en Castilla y León. Ed. Ámbito.
- García Merayo, J. L., et al., 2015. Horas frío y horas de calor en las zonas climáticas de la España peninsular. AEMET.

- Gil-Albert Velarde, F., 1992. Tratado de arboricultura frutal Vol I. Morfología y fisiología del árbol frutal. Mundi Prensa.
- Gil-Albert Velarde, F., 1992. Tratado de arboricultura frutal Vol II. La ecología del árbol frutal. Mundi Prensa.
- Hudson, Irene L., Keatley, Marie R., 2010. Phenological research. Springer.
- ITACyL-AEMET, 2013. Atlas Agroclimático de Castilla y León. Junta de Castilla y León.
- Legendre, L. & Legendre, P., 1984. Écologie numérique. 1 Le traitement multiple des données écologiques. Presses de l'université du Québec.
- Legendre, L. & Legendre, P., 1984. Écologie numérique. 2 La structure des données écologiques. Presses de l'université du Québec.
- Martín Vide, J., 2003. El tiempo y el clima. Ed. Rubes.
- Martínez Nuñez, L. et al., 2018. Selección de especies de interés fenológico en la península ibérica e islas Baleares. AEMET.
https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/Observacion_fenologica
- Martínez Nuñez, L. et al., 2016. Adaptación de la observación fenológica de la AEMET a las recomendaciones de la Acción COST 725 y la OMM. Jornadas Científicas de la AME, Teruel.
- Martínez Nuñez, L. et al., 2015. Mapas de riesgo: heladas y horas frío en la España peninsular (periodo 2002 – 2012). AEMET.
- Melgarejo Moreno, P., 1996. El frío invernal factor limitante para el cultivo frutal. Madrid Vicente Ediciones.
- Nafría García, D. A., Garrido del Pozo, N. et al., 2013. Atlas Agroclimático de Castilla y León. Junta de Castilla y León. <http://atlas.itacyl.es/>
- Parquer, R.E., 1976. Estadística para biólogos. Omega, Barcelona.
- Piñol, J., Martínez-Vilalta, J., 2006. Ecología con números. Lynx, Barcelona.
- Schwartz, M. D., 2013. Phenology: an integrative environmental science. Springer, New York, London.
- Tabuenca, M.C., 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales. EEAD, CSIC.
- Urbano Terrón, P., 1989. Tratado de fitotecnia general. Mundi Prensa.
- Vizmanos, J.R., Asensio, R., 1976. Bioestadística. Madrid.

10. Otras referencias documentales: direcciones web

- Mapa Geológico Nacional, Hoja 372 (16-15)-Valladolid.
- Iberpix, visualizador del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). <https://www.ign.es/iberpix/visor/>
- Sistema de información geográfica de datos agrarios (SIGA) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-datos-agrarios/>

11. Glosario

BBCH (Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt und CHemische Industrie): código de cifrado de estadios principales y secundarios elaborado en Alemania para el estudio de algunas plantas agrícolas y recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para el estudio de la fenología climática; en AEMET ha sido adaptado.

Estación (*site*) “de observación fenológica”: área de terreno relativamente homogénea en cuanto al clima (o a sus gradientes según la fisiografía) en la que se realizan observaciones fenológicas. Se suele asociar a una estación climatológica. En ella puede haber una o varias zonas de observación según las normas de homogeneidad fisiográfica indicadas por la OMM.

Estadio = fase: periodo del ciclo biológico anual de una especie caracterizado por una morfología, fisiología, requerimientos ambientales y comportamiento. Se distinguen estadios principales y secundarios (estos son subdivisiones de los principales).

Evento: acontecimiento fenológico (estadio-especie-estación) que se puede asociar a una fecha. Se suelen usar porcentajes fácilmente observables de las fases (inicio o 10 %, pleno o 50 %, final-total o 90 %) o manifestaciones concretas y precisas que duran muy pocos días.

Fenología: fenomenología de la sucesión de eventos o manifestaciones de los fenómenos asociados a los ciclos biológicos anuales observados en las especies. “Ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y con el curso meteorológico anual en un determinado lugar” (J.A. de Cara, 2003). Esta ciencia se sitúa entre la ecología y la climatología (ecoclimatología) y tradicionalmente se ha considerado una rama de la agrometeorología.

Mambla: cerro pequeño, redondeado y acabado en punta, separado del páramo, con pendiente fuerte cerca de la cumbre y pequeña por la base.

PEP725: Pan European Phenology Project PEP 725 es un proyecto sucesor de la Action COST 725 (COST = European Cooperation in Science and Technology) que tiene por objetivo establecer una base de datos fenológicos europea para la investigación y educación en ciencia.

12.1. ANEXO I.A. Geografía, Geología y Paisaje



Figura 1.1.A. Municipio de Tudela de Duero ubicado en la comarca agraria de Valladolid Centro. Elaborado a partir de Caracterización de las Comarcas Agrarias de España, Tomo 48 Provincia de Valladolid, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.



Figura 2.1.A. El pueblo se encuentra a 17 km por carretera del centro de Valladolid capital, a unos 13,5 km de las afueras de la ciudad (Hospital Universitario Río Hortega), en una campiña llana con vega, de dirección noreste-suroeste, con páramos o "altillos" y algunos cerros o "picos" al norte y al sur (Iberpix).



Figura 3.1.A. La Vega de Tudela de Duero y en general las llanuras aluviales son muy planas, al igual que las superficies de los páramos, pero todo el territorio (altos y bajos) está basculado hacia el oeste, con una diferencia entre los puntos más altos y los más bajos de unos 170 m. Elaborado a partir de relieve Lidar de Iberpix.

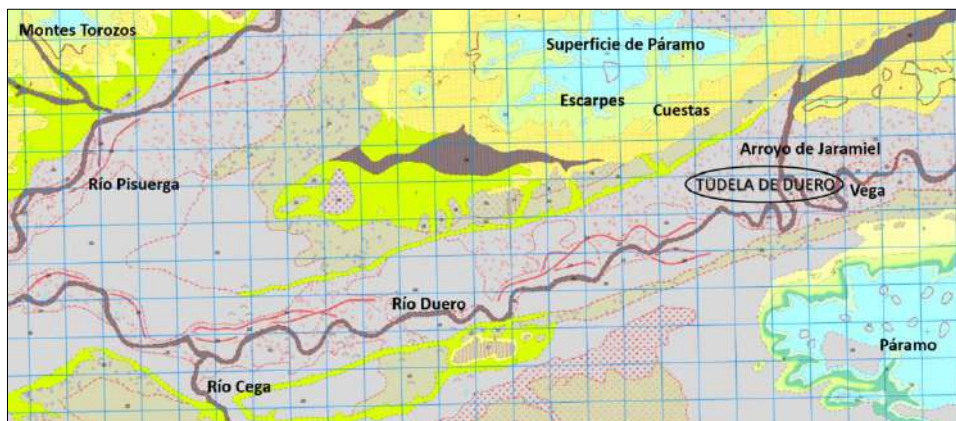


Figura 4.1.A. Tudela de Duero se encuentra en una vega de detritos sedimentarios en un entorno próximo de suaves cuestas que ascienden hasta los cortados rocosos y la superficie de páramo de calizas duras. Tomado y modificado de la Hoja 372 (16-15), Valladolid, del Mapa Geológico de España, 1:50.000 (Instituto Geológico y Minero). Según Cartografía del IGME.

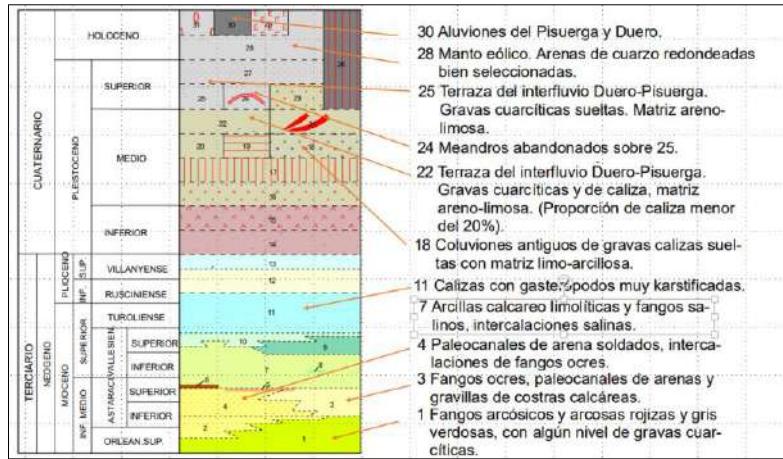


Figura 5.1.A. Materiales geológicos del entorno de Tudela de Duero. Elaborado-adaptado a partir de la Leyenda de la Hoja 372 del MAGNA 50 del IGME.

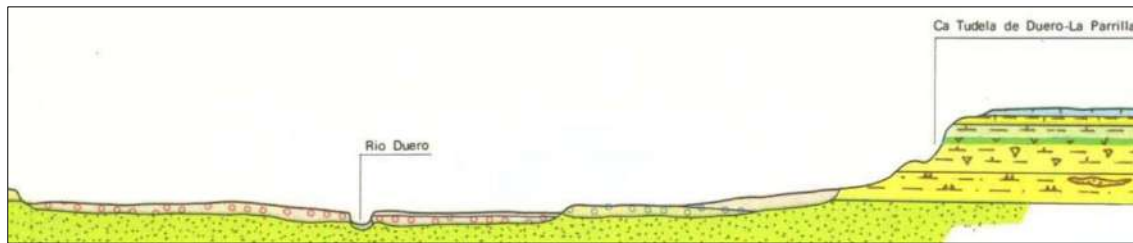


Figura 6.1.A. Corte Geológico NW-SE desde la vega del Duero hacia el páramo de La Parrilla, en la zona de Tudela de Duero. Sobre un nivel de fangos arcósicos y arcosas y gris verdosas con algún nivel de gravas cuarcíticas (verde claro) están las terrazas del Duero. En la superficie del páramo alto se encuentran calizas terciarias-mioceno-turolenses y en la vertiente del cerro con alto páramo unas cuevas de margas, arcillas, yesos y calizas-dolomías. Según Cartografía del IGME.

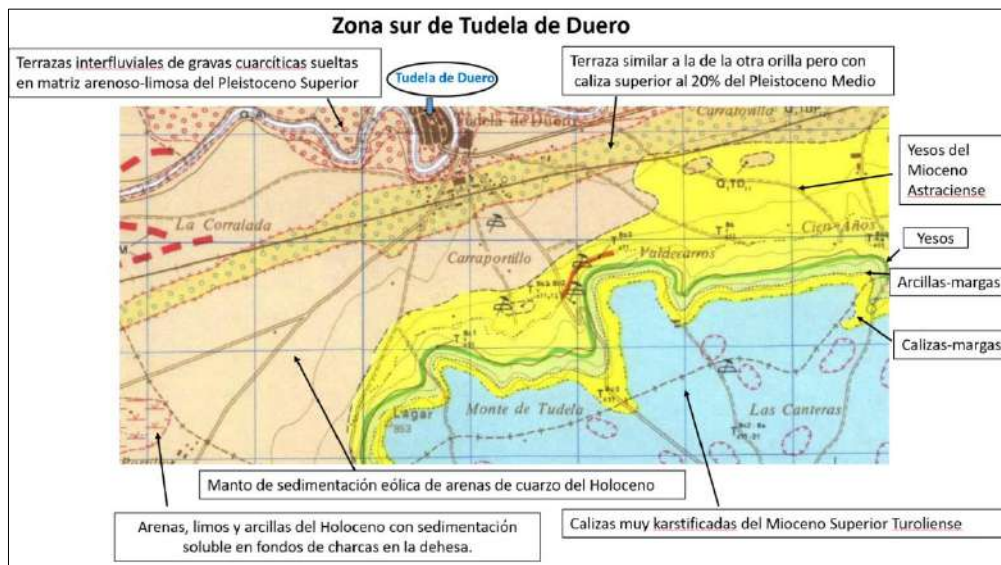


Figura 7.1.A. Materiales geológicos de la zona sur de Tudela de Duero. Según Cartografía del IGME.

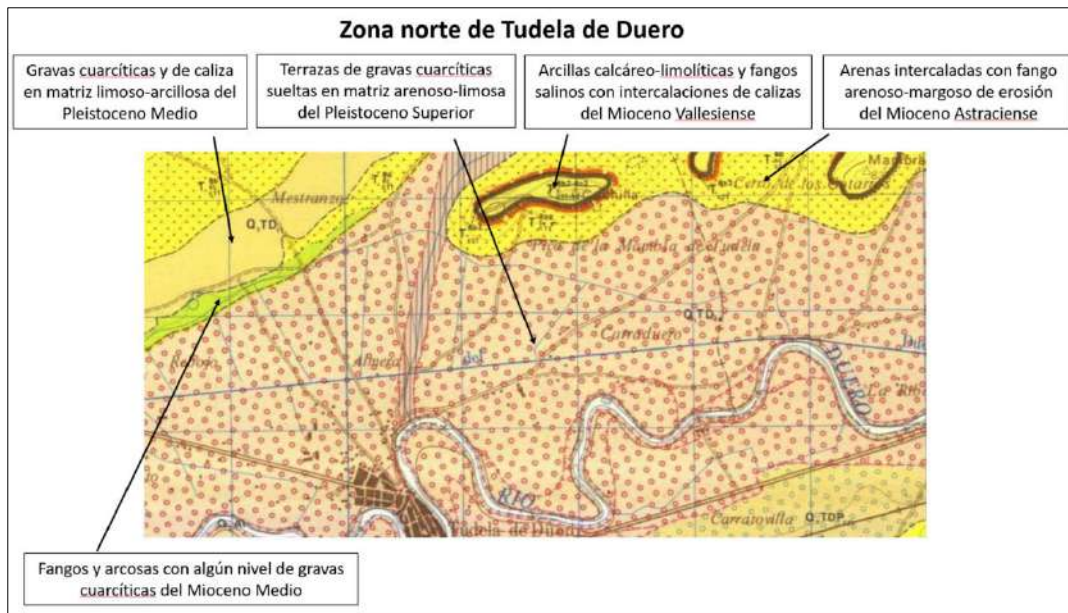


Figura 8.1.A. Materiales geológicos de la zona norte de Tudela de Duero. Según Cartografía del IGME.

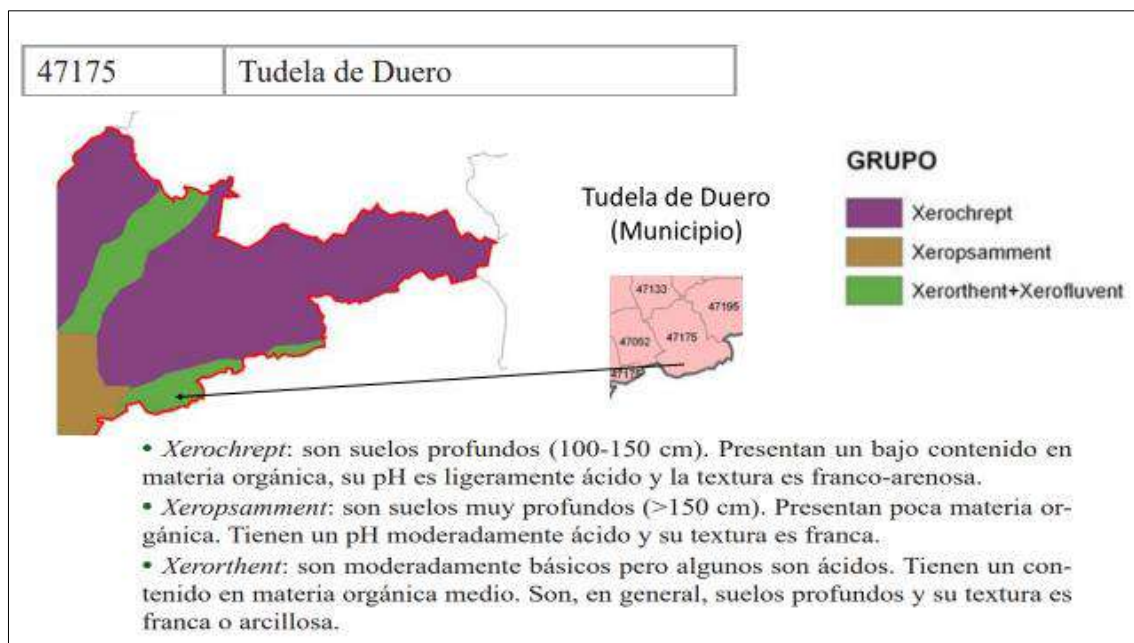


Figura 9.1.A. Los suelos de Tudela de Duero fundamentalmente son xerochrept, xerorthent+xerofluent y xeropsamment según la clasificación de suelos USDA-NRCS. Elaborado a partir de: Comarcas Agrarias de España, Tomo 48, Provincia de Valladolid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

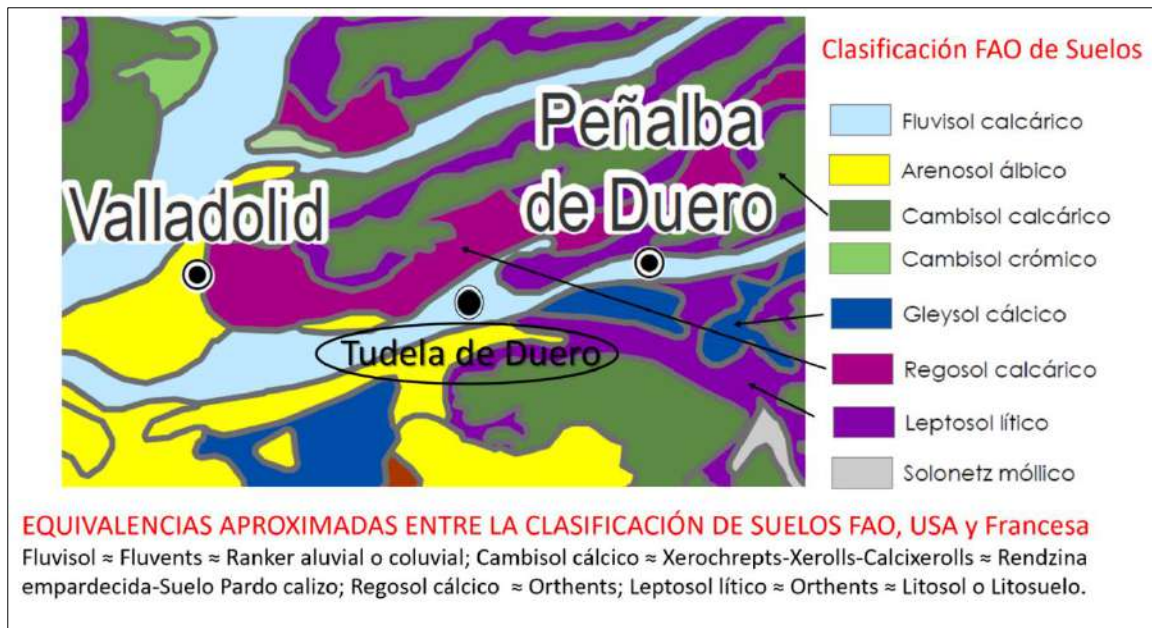


Figura 10.1.A. Tipos de suelos según la clasificación de la FAO; tomado del Atlas Agroclimático de Castilla y León (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León & AEMET, 2013) y algunas equivalencias entre las clasificaciones de suelos de FAO, USA y Francia.

12.2. ANEXO I.B. Mapas complementarios del entorno de Tudela de Duero



Figura 1.1.B. Área geográfica al norte del pueblo de Tudela de Duero.

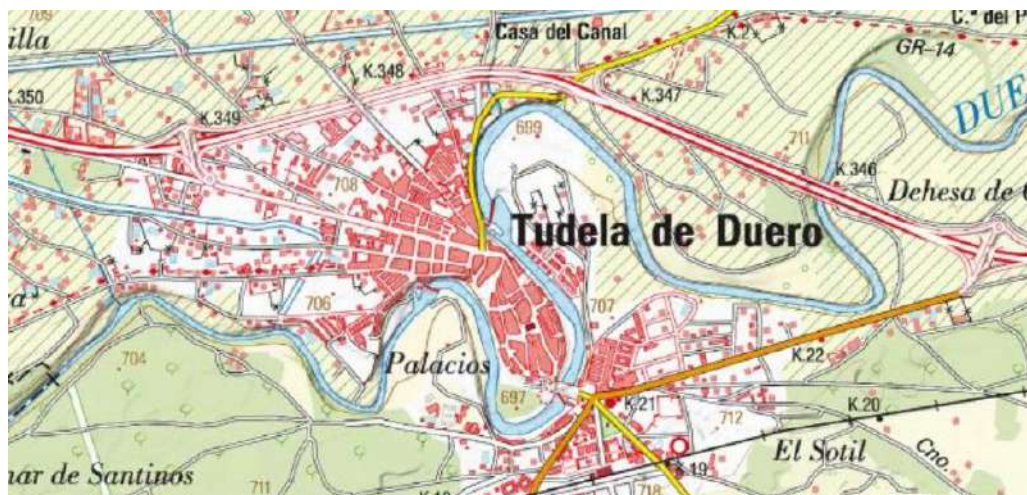
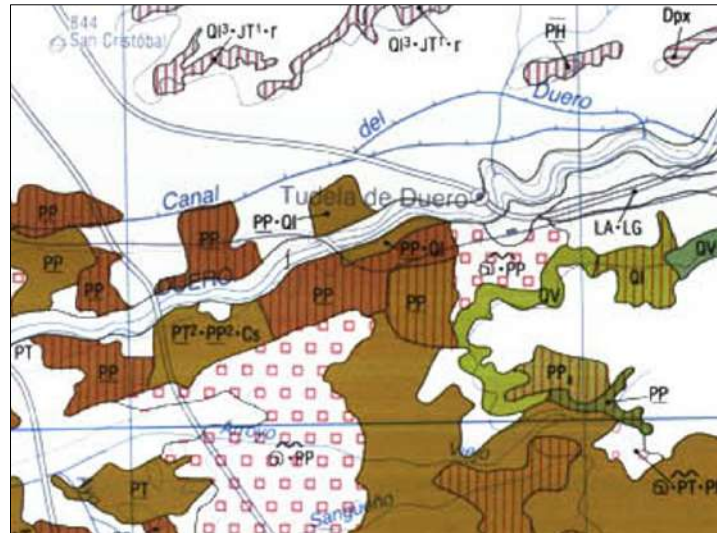


Figura 2.1.B. Área geográfica del entorno de la estación fenológica de Tudela de Duero en la zona de la ribera y el casco urbano.



PP: *Pinus pinea*, PT: *Pinus pinaster*, Cs: *Cytisus scoparius*, QV: *Quercus faginea*,
 PH: *Pinus halepensis*, JT: *Juniperus thurifera*, QI: *Quercus ilex*, LA: *Populus alba*
 LG: *Populus nigra*.

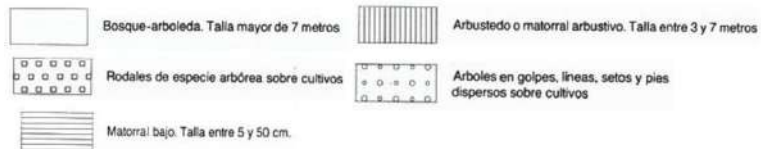


Figura 3.1.B. Vegetación real en la zona de Tudela de Duero. Elaborado a partir del Mapa Forestal de España coordinado por Juan Ruiz de la Torre, 1990-2000 ICONA-UPM.

13. ANEXO II. Climatología de Valladolid.

Valladolid (2224) CLIMATOLOGÍA ESTADÍSTICA 1991-2020 n = 30													Temperaturas (°C), Precipitación (mm), Insolación (horas)
Parámetro/periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
T. Media	4,4	6,0	9,1	11,3	15,2	19,8	22,7	22,5	18,5	13,6	8,0	5,0	13,0
T. Mediana	4,5	5,8	9,2	11,4	15,1	19,6	22,6	22,6	18,6	13,6	8,1	4,9	13,0
Dev.Tip. T. Media	1,4	1,6	1,2	1,5	1,5	1,7	1,2	1,0	1,4	1,6	1,4	1,3	0,6
T.Med. de Max.	8,1	11,2	15,1	17,5	21,9	27,4	30,9	30,4	25,5	19,1	12,3	8,7	19,0
T.Med. de min.	0,7	0,8	3,1	5,2	8,5	12,2	14,4	14,5	11,5	8,0	3,8	1,4	7,0
T.Max. abs.	17,2	22,9	25,9	29,6	34,4	39,8	40,2	39,5	37,3	31,3	23,5	17,0	40,2
T.min. abs.	-9,6	-8,5	-8,4	-3,4	-1,7	4,0	5,6	6,9	2,8	-1,0	-6,8	-10,8	-10,8
Nº Med. días helada	14,8	12,8	5,3	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,9	11,6	51,5
Prec. Total acum. Media	44,8	24,0	31,6	48,5	46,4	27,0	12,9	12,2	29,4	61,3	50,3	45,0	433,5
Prec. Total acum. Mediana	40,1	18,3	18,4	51,1	38,4	19,1	7,7	9,9	24,5	55,6	49,4	27,8	438,1
Dev.Tip. Prec. Tot. acum.	32,3	18,8	31,8	28,2	33,4	23,5	14,0	13,2	23,4	34,9	35,6	38,5	110,1
Media Nº días de Prec.	11,0	7,7	9,0	11,7	9,7	6,1	3,4	3,4	6,0	10,3	11,7	11,2	101,3
Mediana Nº días de Prec.	10,5	6,5	7,5	11,0	9,5	5,0	3,0	3,0	5,0	10,0	10,5	11,5	103,0
Dev.Tip. Nº días de Prec.	4,8	4,6	5,7	5,4	4,4	3,4	2,1	2,2	3,3	4,2	4,9	4,6	15,5
Insolación Media	101,9	158,8	217,3	239,4	283,9	326,2	364,4	336,8	266,5	191,4	121,5	95,3	2703,5
Insolación Mediana	97,1	156,8	214,6	254,1	281,7	328,4	373,4	342,0	269,3	193,7	116,9	95,8	2708,3
Dev.Tip. Ins.	28,7	29,5	42,5	40,4	33,7	35,7	25,0	18,5	26,6	37,6	29,6	20,4	124,6

Tabla 1.2. Climatología estadística del observatorio de Valladolid (ampliación de la tabla 2 del texto).

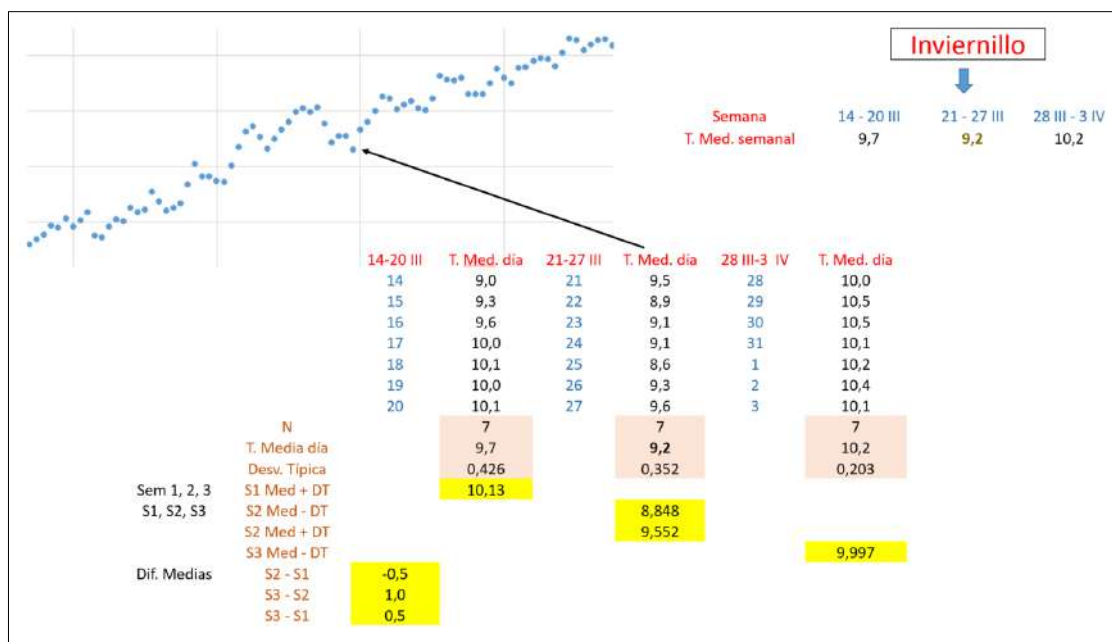


Figura 1.2. En torno al día 25 de marzo se observa una bajada de temperaturas de 0,5 °C respecto a la semana anterior que subirá 1 °C la siguiente; una especie de “inviernillo”.

14. ANEXO III. Resumen de las salidas de datos de los análisis de tendencias de los 23 eventos estudiados.

