



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-041

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
**ISBN 978-84-941695-2-6**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Comportamiento fenológico en encinas procedentes de repoblación

CARBONERO, M.D.<sup>1</sup>, FÉRRIZ, M.<sup>2</sup>, LEAL, J.R.<sup>2</sup>, HIDALGO, M.T.<sup>2</sup>, GARCÍA-MORENO A.<sup>3</sup> y FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Producción Agraria. IFAPA. Centro Hinojosa del Duque, 14270 Córdoba. Junta de Andalucía. <sup>2</sup> Dpto. de Ingeniería Forestal, ETSIAM. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales 14071 Córdoba. <sup>3</sup> Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA. Centro Alameda del Obispo, 14080 Córdoba

### Resumen

El programa de Forestación de Tierras Agrarias impulsado por la reforma de la PAC de 1992 ha tenido un gran impacto en España. Gran parte de las repoblaciones en la dehesa se realizaron con encina, con plantones procedentes de vivero y de contados individuos selectos. Esta menor diversidad respecto a masas naturales podría homogeneizar los comportamientos. Este trabajo analiza la fenología de 40 encinas procedentes de una repoblación realizada en una dehesa del norte de Córdoba en 1995. El seguimiento se realizó durante los meses de febrero a Junio de 2012 y 2014, seleccionándose individuos que habían entrado en producción. Los resultados indican una gran variabilidad entre años para el desarrollo foliar y las floraciones masculina y femenina, encontrándose mucha menor diversidad entre árboles para un mismo año. En este sentido la precocidad en la brotación se relaciona fuertemente con la precocidad en la floración masculina en los dos años analizados. También se mantiene prácticamente constante el porcentaje de pies con floración masculina y femenina, siendo mucho más abundantes estos últimos, aunque es escaso el periodo de solapamiento entre floración masculina y femenina tanto a nivel individual como para todo el conjunto analizado.

### Palabras clave

Fenología, *Quercus ilex*, floración, sincronía, precocidad

### 1. Introducción

En 1992, y dentro de la reforma de la PAC se aprobaron tres programas denominados de “acompañamiento”, entre los que estaba el de Forestación de Tierras agrarias. Su andadura en Andalucía comenzó en el año 1993 y pervive en la actualidad. Ha sido un programa de notable éxito, con 4552 solicitudes y 144 743 has forestadas durante 1993-1998, los años de mayor demanda. De esta cantidad, 2086 expedientes y 83 511 has corresponden a forestaciones de encina (Navarro et al., 2008).

Aunque existen algunos trabajos que han abordado el impacto de este programa en el territorio (Montiel y Ferreras, 2001; Navarro et al., 2008), apenas hay estudios que caractericen aspectos ecológicos y productivos de estos nuevos sistemas (Férriz et al., 2014, 2015). Esta caracterización resultaría de interés pues a diferencia de las masas procedentes de regeneración natural por semilla, en estos nuevos sistemas agroforestales sería esperable una menor diversidad, dado que la procedencia de la planta de vivero utilizada procede mayoritariamente de contados individuos incluidos en rodales selectos. En concreto habría que destacar por su importancia como alimento en invierno para la fauna cinegética o doméstica, las producciones de bellota de estos nuevos sistemas (Ferriz et al., 2014). En relación a este papel productor, podrían ser áreas que actuaran como semilleros y que contribuyeran a la regeneración del arbolado en zonas aledañas (Díaz, 2014), dado su menor intensidad de pastoreo y mayor boscosidad. Este papel podría verse reforzado por su presencia en el territorio en forma de manchas dispersas de tamaño medio dentro de áreas agrícolas y agroforestales. Sin embargo, la producción de bellota presenta fuertes variaciones interanuales ligadas a variables exógenas y endógenas al árbol (García-Mozo et al., 2007) lo que dificulta hacer previsiones a corto-medio plazo. En este sentido, la fenología puede ser una

herramienta útil para elaborar modelos de producción de fruto. Sin embargo, existen pocos estudios en la dehesa que permitan predecir o relacionar la cosecha de un año en función del comportamiento fenológico de los árboles y de su variabilidad (Díaz, 2000).

## 2. Objetivos

En este trabajo se pretende caracterizar la fenología de encinas jóvenes procedentes de una repoblación ejecutada al amparo del programa de forestación en tierras agrarias.

## 3. Metodología

El estudio se llevó a cabo en la finca La Panadera, localizada en el TM de Pozoblanco (Córdoba), al noreste de la provincia de Córdoba. La finca presenta suelos silíceos, de carácter ácido (pH = 6,1), con baja fertilidad química, bajos contenidos en materia orgánica (1,9 %) y textura arenoso-franca. Se trata de una finca de dehesa de 84 ha, de la que 30,4 ha se forestaron con encinas de una savia procedentes de vivero en 1995. La densidad de plantación fue de 300 pies/ha y se ajustó a lo estipulado en el Decreto 73-1993 de 25 de mayo de Forestación en Tierras Agrarias. En esta área repoblada se seleccionaron 40 encinas (ver características en Ferriz *et al.*, 2014), en las que se realizó un seguimiento a la fenología primaveral durante 2012 y 2014 (febrero a junio). Para ello, se seleccionaron 10 brotes en cada árbol que se visitaron semanalmente y, en cada visita, se anotó la fenofase en la que se encontraban según Castroviejo *et al.* (1990). Así para la fase de foliación se distinguieron las fenofases A1: Yemas hinchadas, A2: Catáfilos en crecimiento, A3: Primeras hojas visibles, D: Hojas desplegándose <1cm, E0: Hojas casi desplegadas de 1-2cm, E1: Hojas con tamaño definitivo de color verde claro y E2: Hojas con tamaño definitivo de color verde oscuro. Para la fase de floración masculina se diferenciaron B: Yemas hinchadas, CD: Amentos colgantes sin polen, EF: Amentos colgantes con polen y G: Senescencia de los amentos. Finalmente para la fase de floración femenina consideramos c: Flor con menos de 2mm, se inicia la floración, de: floración plena, estigmas bien visibles, y f: Pérdida de receptividad, comienza la formación del fruto.

Para cada árbol se determinaron los momentos inicio, pico, fin y duración de cada fenofase. El momento inicio se define como la fecha en la que un estadio fenológico aparece por primera vez en uno de los diez brotes observados; la fase pico se corresponde con el momento en el que la mayoría de los brotes han alcanzado una fenofase y el fin es el día en el que una fase ya no está presente en ninguno de los brotes. La fecha se anotó en días del año juliano. La duración de cada fenofase se estimó como el número de días transcurridos entre el inicio y la finalización. La sincronía en casa vase se evaluó a través del coeficiente de variación (CV).

A partir de las fechas en las que cada árbol alcanza plenamente (pico) las distintas fenofases se obtuvo el índice de precocidad ( $I_p$ ) (Ferriz *et al.*, 2014). A mayor  $I_p$  para un árbol, mayor precocidad.

$$I_p = \frac{1000}{F1_{pico} + F2_{pico} + \dots + Fn_{pico}}$$

Los datos meteorológicos se recogieron en la estación de Hinojosa del Duque, que cuenta con registros diarios y que está próxima a la finca (Tabla 1). La producción de bellota alcanzó valores medios de 420 g MF árbol-1 en 2012 y de 1114 g MF árbol-1 en 2014, habiéndose encontrado diferencias significativas entre años (Ferriz *et al.*, 2015).

Los valores fenológicos se compararon entre años mediante pruebas no paramétricas al no distribuirse los datos de manera normal ni poseer varianzas homogéneas. Se utilizaron el test de Willcoxon para valores relacionados y el test de Mann-Whitney para valores independientes. Para

estudiar las relaciones entre índices de precocidad se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Todos los análisis se realizaron usando el software STATISTICA 6.0.

#### 4. Resultados

Los dos años analizados fueron meteorológicamente muy diferentes. El 2012 se caracterizó por un otoño, invierno y primavera secos y muy fríos, mientras que el año 2014 disfrutó de unas mayores precipitaciones y unas temperaturas más moderadas (Tabla 1).

También el desarrollo fenológico fue muy diferente entre ambos años, encontrándose diferencias significativas en el inicio, pico y fecha de finalización para todas las fenofases de foliación, floración masculina y femenina. Siempre el año 2012 resulta más tardío aunque en ambos años se mantiene que la fenofase de liberación del polen (EF) acaece entre las fenofases D y E0 de foliación, y la de flores femeninas receptivas (fenofases c y de la floración femenina) en la fenofase E1 de foliación (Figura 1). También la duración total de las fases difiere entre años siendo más largas para 2012. Sólo las primeras fenofases de la foliación, cuando comienza a producirse la hinchazón de brotes y aparición de hojas han tenido una duración menor en 2012 que en 2014. Especialmente más cortas resultan las fenofases intermedias y finales de la floración masculina y femenina en 2014 (Tabla 2). A pesar de estas diferencias en el inicio y desarrollo de las fenofases, es escasa la dispersión fenológica entre los árboles para ambos años. No se encuentran de hecho diferencias entre años, aunque en 2014 encontramos los mayores valores de sincronía, especialmente para el caso de la floración femenina (Tabla 3). Se observa una menor sincronía en las primeras fenofases de foliación que se va reduciendo progresivamente.

El índice de precocidad para las fases de foliación, floración masculina y femenina es mayor en 2014 que en 2012, y este patrón es común para todos los árboles analizados (Tabla 4). En consonancia con este hecho, la precocidad en la foliación se relaciona con la precocidad en la floración masculina en los dos años. Sin embargo, la precocidad en la floración femenina sólo se relaciona con la precocidad en la foliación y en la floración masculina en 2012, indicando una mayor independencia de la floración femenina respecto al desarrollo foliar y la floración masculina (Tabla 5).

Si analizamos el desarrollo de la floración femenina y masculina a nivel individual encontramos que son pocos los árboles productores de ambos tipos de flores, hay escaso solapamiento de floraciones dentro de un mismo árbol, y la duración de este periodo difiere entre años (Tabla 6). Así en 2012, para los 12 árboles que produjeron los dos tipos de flores, en 4 de ellos no hubo solapamiento y en el resto tuvo una duración media de 14 días. En 2014, prácticamente los mismos árboles (11 pies) produjeron ambas flores y en 7 de ellos no hubo solape. El periodo de solapamiento tuvo una duración media de 6 días, siendo más corto de duración que en 2012. Si analizamos todo el conjunto de árboles, encontramos que en 2012 hubo 15 árboles que produjeron flor masculina y 22 que produjeron flor femenina. De estos últimos, un 50% (11 árboles) no tuvieron solape con el resto y de los 11 restantes la duración media del periodo de solapamiento fue de 15 días. En 2014 hubo 14 árboles que produjeron flor masculina y 19 flor femenina, manteniéndose por tanto prácticamente los mismos individuos a pesar de las diferentes características de los dos años. El periodo de solapamiento de polinización y receptividad fue más corto que en 2012, de 5 días de media, aunque hay que destacar que a diferencia de lo que ocurre a nivel individual, en 2014 la floración femenina del 100% de los árboles se solapó con la del conjunto.

#### 5. Discusión

La fenología primaveral de la encina se encuentra muy relacionada con la meteorología, oscilando de manera muy importante las fechas de inicio. Este hecho es similar al que ocurre en otras especies leñosas siendo achacado fundamentalmente a subida progresiva de las temperaturas a

medida que se acerca la primavera (García Mozo *et al.* 2008). La mayor duración de las fenofases encontrada en 2012 está en consonancia con Gómez-Casero *et al.* (2007) que citan que las amplitudes fenológicas más largas se obtienen los años de primaveras más frías como el 2012. Se ha encontrado una mayor dispersión en los primeros estadios de desarrollo foliar que se reduce especialmente a partir del desarrollo del brote (fenofase D). Este hecho puede deberse a un efecto catalizador de la temperatura y del fotoperíodo sobre el desarrollo de las hojas (Pinto *et al.*, 2011; Sanz-Pérez *et al.*, 2009), de manera que un incremento en estas variables acelera el crecimiento en los brotes más atrasados.

El desarrollo de la floración masculina está relacionado con el desarrollo foliar de manera más intensa que el desarrollo de la floración femenina que acaece de manera más tardía y durante las últimas fases del desarrollo del brote. Esta disparidad entre las dos floraciones de la encina es la responsable del escaso solapamiento a nivel individual, pero también con el conjunto de los árboles cuando las condiciones del año lo propician como ocurre especialmente en 2012. De hecho ha sido citado que la sequía frena el desarrollo de los brotes, afectando más a la floración femenina que a la masculina por acaecer esta última en un periodo de menor demanda de agua y presentar menores requerimientos (Misson *et al.*, 2011). En masas muy aisladas, esta disparidad individual y colectiva, podría perjudicar la producción de bellota, pues en especies anemófilas se necesita una gran cantidad de polen para garantizar la producción de semillas (García Mozo *et al.* 2007). Se han encontrado mayores producciones de bellota el año de mayor precocidad y lo que está en consonancia con Ferriz *et al.* (2014) y podría justificarse por un mayor crecimiento y vigor del brote que puede albergar y mantener más flores femeninas (Rallo y Cuevas, 1999). La menor duración de las fenofases de 2014 ha favorecido también un mayor solapamiento de floración masculina y femenina.

Existe una mayor presencia de la floración femenina respecto a la masculina en los árboles analizados. Quizás esto pueda deberse a que la selección previa de los progenitores se ha hecho en base a buenas cosechas de bellota, y por tanto en la descendencia predominan pies con buena aptitud para la producción de flores femeninas. Esta característica es muy positiva si como en este caso la forestación se enclava en un área de dehesa, pero podría plantear problemas de fecundación de flores femeninas en zonas aisladas en las que se requiriese polen de fuera para que la polinización se realizara de manera eficiente.

## 6. Conclusiones

Se ha detectado una importante variabilidad entre años para el desarrollo foliar y las floraciones masculina y femenina, que parecen responder a las condiciones ambientales previas a la floración. El desarrollo fenológico de los árboles en el mismo año es de una gran homogeneidad encontrándose muy relacionados el inicio de la floración masculina con la precocidad en el desarrollo del brote, aunque no con el inicio de la floración femenina.

Existe una gran constancia en ambos años para el porcentaje de pies con floración masculina y femenina, siendo mucho más abundantes estos últimos. Se ha detectado escaso periodo de solapamiento entre floración masculina y femenina tanto a nivel individual como para todo el conjunto.

## 7. Agradecimientos

Este estudio fue financiado por los proyectos RTA2014-00063-C04-02 y RTA2014-00063-C04-03 del MEC (Fondos INIA y FEDER); el contrato postdoctoral de M.D. Carbonero Muñoz está financiado por el programa operativo FSE de Andalucía (2007-2013).

## 8. Bibliografía

- CASTROVIEJO, S.; LAÍN, M.; LÓPEZ G.; MONSERRAT, P.; MUÑOZ, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L., 1990. Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares Vol. 2. Ed. C.S.I.C., pp 897. Madrid (España).
- DÍAZ, P.M.; 2000. Variabilidad de la fenología y del ciclo reproductor de *Quercus suber* L. en la península Ibérica. Tesis doctoral Departamento de Silvopascicultura, UPM.
- DÍAZ, M.; 2014. Distribución del arbolado y persistencia a largo plazo de las dehesas: patrones y procesos. *Ecosistemas*, 23(2), 5-12.
- FERRIZ, M.; CARBONERO, M.D.; GARCÍA-MORENO, A.; FERNÁNDEZ, P.; 2014. Fenología de la encina y su relación con la producción de bellota en la dehesa. En: Busqué J. et al. (eds) Pastos y PAC 2014-2020, 129-136. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Potes, España:
- FERRIZ, M.; CARBONERO, M.D.; LEAL-MURILLO, J.R.; HIDALGO, M.T.; GARCÍA-MORENO, A.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P; 2015. Evaluación de la producción de bellota en encinas jóvenes procedentes de repoblación. En: Ciffré J. et al. (eds) Pastos y Forrajes en el siglo XXI, 333-340. Ed. Sociedad Española para el estudio de los pastos. Palma de Mallorca, España.
- GARCÍA-MOZO, H.; GÓMEZ-CASERO, M.T.; DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C.; 2007. Influence of pollen emission and weather related factors on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*-) acorn production. *Environ. Exper Bot*, 61, 35–40.
- GARCÍA-MOZO, H.; ORLANDI, F.; GALÁN, C.; FORNACIARI, M.; ROMANO, B.; RUIZ, L.; DÍAZ DE LA GUARDIA, C.; TRIGO, M.M.; CHUINE, I.; 2008. Olive flowering phenology variation between different cultivars in Spain and Italy: modelling analysis. *Theor Appl Climatol* 95: 385-395.
- GÓMEZ CASERO, M.T.; GALÁN, C.; DOMÍNGUEZ VILCHES, E.; 2007. Flowering phenology of mediterranean *Quercus* species in different locations (Córdoba, sw Iberian Peninsula). *Acta Botanica Malacitana*, 32, 127-146.
- MISSON, L., DEGUELDRE, D., COLLIN, C., RODRIGUEZ, R., ROCHETEAU, A., OURCIVAL, J.M., RAMBAL, S. 2011: Phenological responses to extreme droughts in a Mediterranean forest. *Global Change Biology* 17 (2), 1036-1048.
- MONTIEL, C.; FERRERAS, C.; 2001. La forestación de tierras agrarias en los espacios naturales protegidos de la comunidad de Madrid (España). En: Actas del III Congreso Forestal Español. Granada, España.
- NAVARRO, R.M.; MURILLO, A.; NAVARRETE, M.A.; 2008. Contribución de la forestación de tierras agrarias a la recuperación de las dehesas en el Valle de los Pedroches. En: Fernández P. et al. (eds) La dehesa en el norte de Córdoba. Perspectivas futuras para su conservación, 421-443. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, España.
- PINTO, C.A.; HENRIQUES, M.O.; FIGUEIREDO, J.P.; DAVID, J.S.; ABREU, F.G.; PEREIRA, J.S.; CORREIA, I.; DAVID, T.S.; 2011. Phenology and growth dynamics in Mediterranean evergreen oaks: Effects of environmental conditions and water relations. *Forest Ecology and Management* 262, 500–508
- RALLO, L.; CUEVAS, J.; 1999. Fructificación y producción. En: Barranco D., Fernández-Escobar R. y Rallo L. (eds) El cultivo del olivo. pp. 117-150. Madrid: Junta de Andalucía. España: Mundi-Prensa.
- SANZ-PÉREZ, V.; CASTRO-DÍEZ, P.; VALLADARES, F.; 2009. Differential and interactive effects of temperature and photoperiod on budburst and carbon reserves in two co-occurring Mediterranean oaks. *Plant Biology* 11 , 142–151



Tabla 1. Temperatura media (T), Temperatura máxima absoluta (Tmax), Temperatura mínima absoluta (Tmin) y precipitación (P) durante el periodo de estudio en la estación meteorológica del IFAPA de Hinojosa del Duque.

Meses	Sept_2011 a Jun_2012				Sept_2013 a Jun_2014			
	Tmax	Tmin	T	P	Tmax	Tmin	T	P
Sept	35,4	7,6	21,7	18,0	33,3	10,1	22,0	40,7
Oct	32,7	5,4	17,4	34,2	27,8	1,6	16,3	107,0
Nov	23,1	-1,7	10,0	51,8	20,8	-5	7,9	4,2
Dic	16,5	-4,8	5,0	12,6	16,6	-5,7	5,7	54
En	16,2	-5,7	4,3	15,4	18,6	-0,9	7,6	44,1
Febr	20,6	-10,8	4,3	2,0	16,8	-2	7,6	72,5
Mzo	26,2	-4,3	10,6	9,4	23,6	-2,2	9,7	24,3
Abr	24,3	-0,5	10,7	49,2	29,2	2,1	14,7	25,2
My	35,2	2,3	19,0	36,2	31,6	4,5	18,5	16,3
Jun	41,7	8,8	24,1	0	36,5	7,9	21,8	8,2

Tabla 2. Duración media de las fenofases de foliación, floración masculina y floración femenina en días. Diferentes letras indican diferencias significativas entre años según el test de rangos de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Año	Fenofases de foliación							
	A1	A2	A3	D	E0	E1	TOTAL	
2012	29a	23a	22b	21b	19a	28b	96b	
2014	36b	31b	17a	16a	17a	18a	64a	
Fenofases de floración masculina				Fenofases de floración femenina				
	B	CD	EF	TOTAL	c	de	f	TOTAL
2012	15b	28a	22a	70b	14b	25b	25b	43b
2014	13a	17a	7a	36a	5a	13a	7a	21a

Tabla 3. Coeficiente de variación entre árboles (%) para valores pico (en días) en las fenofases de foliación, floración masculina y floración femenina. No se han encontrado diferencias significativas entre años para los valores totales según el test de rangos de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Año	CV Foliación (%)							
	A1	A2	A3	D	E0	E1	TOTAL	
2012	10,2	8,4	9,3	7,0	6,6	0,0	6,5	
2014	7,4	7,3	6,8	6,2	6,2	4,9	6,3	
	CV Floración masculina (%)				CV Floración femenina (%)			
	B	CD	EF	TOTAL	c	de	f	TOTAL
2012	3,1	7,4	5,9	4,8	5,0	3,4	8,5	5,8
2014	5,2	4,8	3,8	3,8	1,5	2,0	3,6	2,4

Tabla 4. Valores medios y desviación estándar (DE) del índice de precocidad de la foliación (lpf), floración masculina (lpm) y floración femenina (lpfe) para los años 2012 y 2014. Diferentes letras indican diferencias significativas entre años según el test de rangos de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Año	lpf		lpm		lpfe	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
2012	1,10a	0,05	2,61a	0,12	2,22a	0,12
2014	1,52b	0,07	3,59b	1,83	3,32b	1,41

Tabla 5. Coeficiente de Correlación de Spearman entre los índices de precocidad de las fases de foliación (lpf), floración masculina (lpm) y floración femenina (lpfe) para los años 2012 y 2014. Cifras marcadas con asterisco (\*) presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Correlaciones	Años	
	2012	2014
lpf-lpm	0,58*	0,72*
lpf-lpfe	0,62*	0,25
lpm-lpfe	0,64*	0,20

Tabla 6. Duración del solapamiento (días) entre la floración femenina y masculina (valores medios y desviación estándar) (a) dentro del árbol (autosolape) y (b) considerando que un árbol puede ser polinizado por el resto. Diferentes letras indican diferencias significativas entre años según el test de rangos de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

Año	Solape individual	Solape con el conjunto
-----	-------------------	------------------------

	Duración media	DE	Árboles con solape de floraciones (%)	Duración media	DE	Árboles con solape de floraciones (%)
2012	14,1b	2,6	66,7	14,6b	2,3	50%
2014	5,8a	1,5	36,30%	5,40a	1,789	100%

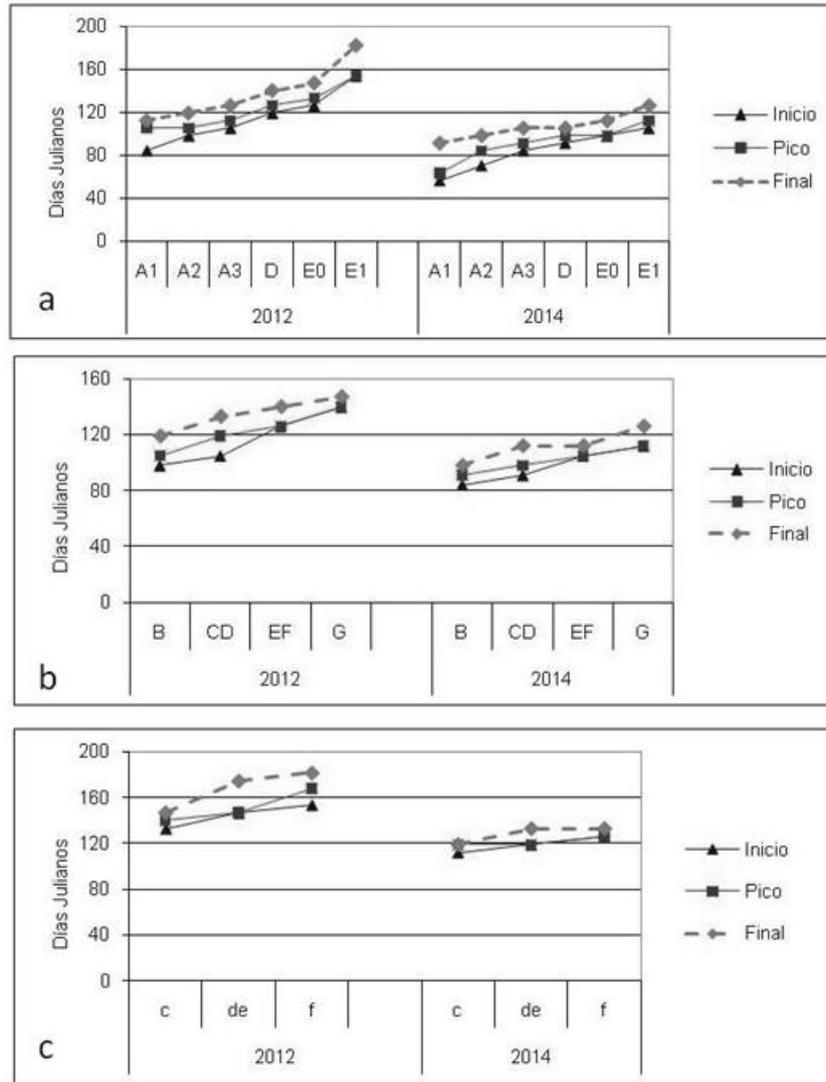


Figura 1. Valores medios para las fechas de inicio, pico y fin de las fenofases de (a) foliación, (b) floración masculina y (c) floración femenina. Para todas las fenofases se han encontrado diferencias significativas entre años según el test de rangos de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).