



Efectos del cambio climático en la fenología del olivo (*Olea europaea* L.). Historia, biología y economía

Ana Fernández Lesaga

Estudiante de cuarto curso de Biología. Universidad de Navarra.

Contacto: afernandez.135@alumni.unav.es

Resumen

España ocupa el primer puesto en el ranking de producción de aceite de oliva a nivel mundial. Es un bien preciado que se obtiene empleando métodos tradicionales de cultivo, tratamiento y cosecha, que podrían verse modificados por las condiciones ambientales cambiantes impuestas por el cambio climático.

En primer lugar, la revisión presente viaja por aspectos climáticos, pasando por la taxonomía, biología e historia del olivo, hasta llegar a describir las afectaciones que el cambio climático tendría sobre la producción de aceite de oliva y de polen.

Las conclusiones a las que se hacen referencia hablan de cómo ciertos estudios experimentales han observado que el aumento de temperaturas y la mayor sequía harán que la floración del olivo se adelante en el tiempo, lo que abarca tanto una cosecha, como unos picos de producción de polen más tempranos.

Palabras clave: aceite de oliva, alergia al polen, cambio climático, modelos climáticos, cuenca mediterránea

Introducción

El olivo (*Olea europaea* L.) es una especie de amplia distribución e importancia económica y para la salud pública en la zona mediterránea de la Península Ibérica. Concretamente, a 1 de enero de 2020, en la economía andaluza (la comunidad autónoma española donde más aceite de oliva se produce sobre el total), de 17.432,4 millones de € que mueve la industria de alimentación y bebidas, la industria de aceites y grasas concentra el 35,8% de la facturación¹.

En España al completo, el sector del aceite de oliva produjo de media 1.886 millones de € anuales entre el periodo 2007-2012. Es el 4,6% de la Producción de la Rama Agraria, y el 7,6% de la Producción Vegetal².

La influencia del olivo en la salud pública hace referencia a las alergias producidas por los picos de producción del polen, en los meses primaverales.

Como ser vivo que es, aquellos individuos que presenten un comportamiento de adaptación más apto a la situación de cambio climático serán aquellos que más descendencia dejen³.

Este hecho es algo importante a tener en cuenta, ya que según cómo sean esas adaptaciones dependerá la producción que es de interés para el ser humano, tanto el aceite de oliva² como las cantidades emitidas de polen a la atmósfera⁴.

Concretamente, la fenología, el estudio de los fenómenos biológicos en relación con el clima⁵, se ve afectada de manera más o menos significativa según el aumento de temperatura y la cantidad de agua recibida en forma de precipitación, factores climáticos que se ven alterados en una situación de cambio climático. Los efectos del cambio climático incluyen: la elevación de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones intensificarán el estrés hídrico^{6,7}.

En esta revisión bibliográfica, se han empleado varias fuentes como son revistas, artículos científicos, informes y capítulos de libros que ofrecen datos contrastados y probados de manera experimental, y que resumen las consecuencias del cambio climático sobre el desarrollo del olivo, tratando de ofrecer una conclusión contundente que muestre la futura realidad a la que estará sometido este sector, y así poder ser capaces de poseer cierta capacidad de anticipación.

Olea europaea L.

Uno de los cultivos más representativos de la Península Ibérica es el olivo (*Olea europaea* L.). Pertenece al género *Olea*, que a su vez autores recientes han dividido en 3 subgéneros: *Tetrapilus*, *Paniculatae* y *Olea*. En este último quedan incluidas las variedades salvajes y cultivadas. A su vez, el subgénero *Olea* se divide en 2 secciones: *Ligustroides* y *Olea*. La sección *Olea* es monotípica, reúne sólo a la especie *O. europaea*, con seis subespecies, siendo *O. europaea* subsp. *europaea* aquella distribuida por Europa¹⁷. Además, dos variedades son importantes a considerar: var. *sylvestris* y var. *europaea*, de las que la primera hace referencia a los ejemplares de olivo salvajes y la segunda, a los cultivados¹⁸. La **Figura 1** es una ilustración hecha por la autora que muestra el aspecto general de un ejemplar de olivo.

Centrándonos más en aspectos morfológicos, el olivo es una especie perenne con una amplia longevidad, cuya capacidad de adaptación a variadas condiciones ambientales les dota de un aspecto de matorral siempre que su crecimiento no sea controlado. Sus flores son hermafroditas, aunque también son frecuentes las anomalías florales que dan lugar a flores



Figura 1. Ilustración de la autora que muestra un ejemplar de olivo (*Olea europaea* L.).

con capacidad de autofecundación¹⁹. La **Figura 2.A** muestra el detalle de una inflorescencia (las formas en las que aparecen colocadas las flores en una planta⁵⁸) de *Olea europaea* L.

Tan solo entre el 1 y el 5% de las flores pasarán completamente por el proceso de fructificación. Los procesos más críticos y sensibles a estreses son la división y alargamiento celular del pericarpio – la parte exterior del fruto de las plantas²⁰, y la síntesis y acumulación de lípidos. Los frutos de *O. europaea* son de tipo drupa, y contienen un compuesto amargo (oleuropeína), un bajo contenido en azúcares (2,6 – 6%) y un alto contenido en aceites (12 – 30%), variable según la época del año y la variedad¹⁷. La **Figura 2.B** muestra el aspecto general del fruto del olivo.

Volviendo a los olivos salvajes, existen diferencias morfológicas entre ellos y los cultivados. Concretamente, los olivos silvestres tienen unos frutos de menor tamaño, así como un menor contenido de aceites en el mesocarpio -capa media de las tres que forman el pericarpio-^{21,17}.

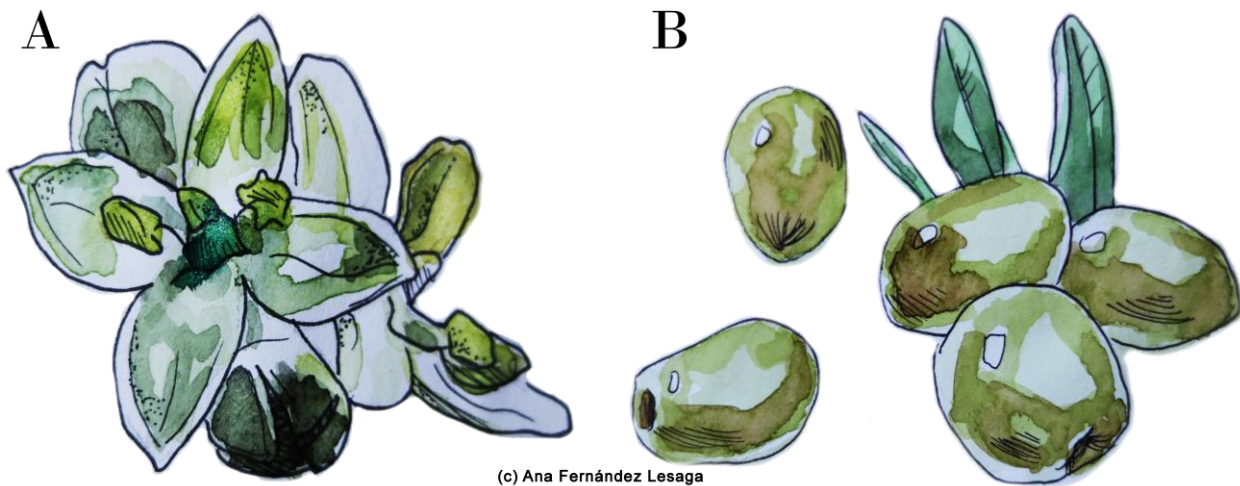


Figura 2. Ilustración de la autora que muestra (A) una inflorescencia de olivo (*Olea europaea* L.) y (B) su fruto.

Evolución genética

La var. *europaea* surgió a partir de un ancestro mediterráneo del pre-Cuaternario, la época geológica anterior al Cuaternario, término introducido en la literatura geológica por J. Desnoyers en 1829 y que hace referencia a los materiales situados por encima de los depósitos miocenos y pliocenos de la Cuenca del Sena. El pre-Cuaternario incluye ambas series, tanto el Mioceno, como el Plioceno²². La variedad *europaea* pudo provenir de linajes provenientes de la mitad africana de la cuenca mediterránea²³. Tras las eras glaciales del Pleistoceno, ocurridas hace 2,58 millones de años²⁴ (primera serie del Cuaternario), tuvo lugar un flujo genético entre poblaciones, que tuvo como consecuencia una alta diversidad genética en el oeste de Europa²⁵. En un estudio realizado por la Universidad de Granada, se empleó una PCR, técnica del campo de la biología molecular que amplía pequeñas cantidades de ADN para ampliar dos intrones del gen de la proteína nitrato reductasa (*nia-i3*) y así comparar su presencia entre las variedades *sylvestris* y *europaea*. Los intrones son partes del gen que no codifican ningún aminoácido, y que separan las zonas

codificantes²⁷. Se obtuvo como resultado que ambas mantienen una estrecha relación filogenética, lo que significa que el gen es anterior a la divergencia genética entre ambas variedades¹⁸.

Características históricas y económicas

Fueron los romanos quienes promovieron la expansión de la especie, desde la costa norte de África hacia todas las costas bañadas por el Mar Mediterráneo, aunque fue realmente introducida en España durante la dominancia marítima de los Fenicios (1.050 a.C.). Tras la tercera Guerra Púnica (149-146 a.C.), en la que se enfrentaron Roma y Cartago³¹, los olivares ocupaban una amplia área entre los valles béticos y el centro peninsular incluyendo la costa mediterránea. Posteriormente, los árabes trajeron consigo ciertas variedades, destacando la *cuspidata*, y favorecieron la expansión de esta especie arbórea¹⁷.

Actualmente, la variedad cultivada, se distribuye por toda geografía española sobre la que haya influencia del clima mediterráneo (Andalucía, Castilla La Mancha, Comunidad Valenciana, Aragón, Madrid, Extremadura, Navarra, Murcia, La Rioja y Cataluña,

principalmente). Además, en España se emplean aproximadamente 300 cultivariedades diferentes, entre las que las más frecuentes son: Picual, Cornicabra, Hojiblanca, Arbequina, Picudo y Empeltre²⁸. La **Figura 3** muestra un mapa con la distribución de las cultivariedades más comunes, según las provincias españolas.



Figura 3. Mapa de la distribución por provincias de las cultivariedades más extendidas por España²⁹.

Sobre las 2.140.000 hectáreas de olivares cultivadas en España (en torno a un 3,6% de la superficie española peninsular), la variedad Picual es la principal, con aproximadamente un 27% de superficie sobre el total. Le sigue la variedad Hojiblanca (18%), la zona centro con las variedades Cornicabra y Picual (14%), la zona oeste con las variedades Morisca, Carrasqueña y Cacereña (12%), la zona occidental de Andalucía con las variedades Verdial, Zorzaleña, Lechín, Manzanilla y Gordal (11%) y la variedad Arbequina (6%). El resto de la superficie (12%) se reparte entre la zona de Tortosa-Castellón con las variedades Farga, Sevillena y Morrut; la zona oriental de Andalucía con las variedades Picual, Hojiblanca, Verdial de Vélez-Málaga y Alora; la zona del Levante con las variedades Villalonga y Blanqueta; y la zona del Valle del Ebro con las variedades Negral y Empeltre³⁰.

De las Comunidades Autónomas mencionadas con anterioridad, la situación por almazaras a

fecha 30 de junio de 2021 indica que Andalucía acapara el mayor porcentaje de producción de aceite, con un 80,1%. Le siguen Castilla La Mancha (9,5%), Extremadura (3,2%), Cataluña (2,3%), la Comunidad Valenciana (2%), Aragón (0,9%), Murcia (0,8%), Navarra (0,4%), Madrid (0,4%) y La Rioja (0,2%). De las existencias totales en envasadores, operadores y refinerías, con valor de 276.511,12 litros el 30 de junio del 2021, el 58,4% fue Aceite de Oliva Virgen Extra, el 25,6% fue Aceite de Oliva Virgen, el 8,6% fue Aceite de Oliva, y el restante fue Aceite de Oliva Refinado³². La **Figura 4** muestra la producción de aceite de oliva en el año 2007 en cada provincia española, por toneladas.

La producción de aceite de oliva muestra una gran alternancia productiva entre campañas debido a que se trata de una especie con un marcado carácter vecero³³, por lo que, habitualmente, se sigue un ciclo bienal no estricto en el que, tras un año de abundante cosecha, procede otro en el que la cosecha es pequeña. Es un fenómeno que puede estar explicado por la alternancia entre temporadas reproductivas y temporadas de crecimiento de la madera. Se ve acentuado por el abonado en años de descarga, y se disminuye con el riego o la recolección temprana de la aceituna³⁴.

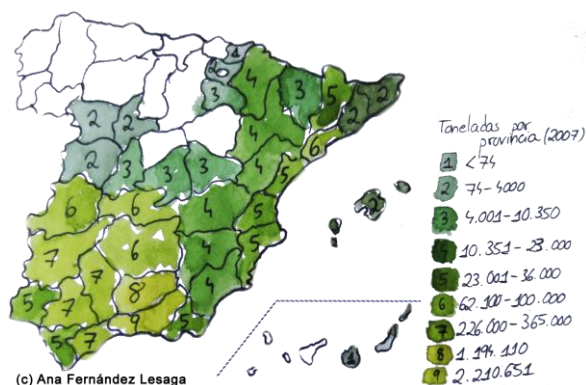


Figura 4. Ilustración con la producción de olivo en España, por provincias, en 2007.

Ciclo fenológico del olivo

El ciclo fenológico hace referencia a la fenología de una especie, que se define como el estudio de los eventos de los organismos vivos de la Tierra³⁵, y se ve influida por aspectos meteorológico, como la temperatura, que toma especial importancia en el olivo³⁶.

El olivo es una especie arbórea que florece en primavera, emitiendo numerosas cantidades de polen al tratarse de una especie anemófila³⁷, cuyo polen es transportado por el viento³⁸. Concretamente, las yemas florales se forman durante el verano y permanecen en dormancia, en suspensión temporal del crecimiento de cualquier estructura meristemática³⁹ -tejido embrionario formado por células indiferenciadas que forman tejidos y órganos al dividirse⁴⁰-, hasta el invierno tardío, floreciendo en los meses de mayo y junio. Para brotar, necesitan de un estímulo ambiental⁴¹ 42. La floración del olivo se ve determinada por las temperaturas de los meses precedentes a ella^{43,44}. Concretamente, un estudio realizado en la provincia de Córdoba, España, arrojó una temperatura umbral de 12,5°C a partir de la cual comienza la floración³⁹. Otros estudios muestran que también el fotoperiodo, la cantidad de tiempo al día a la que se expone a la luz una planta⁴⁵, tiene cierta influencia sobre el brote de las yemas florales⁴⁶⁻⁴⁸.

Cambio climático en España

A pesar de que ha habido distintos cambios climáticos en la historia del planeta Tierra⁸, el cambio climático actual suscita gran interés debido a sus consecuencias directas e indirectas sobre la economía⁹. Desde 1880, la temperatura global ha ascendido 1,18 °C,

misma tendencia que lleva la concentración de CO², situada en los niveles más altos de los últimos 20.000 años¹⁰. La variación en ambos parámetros, junto a otros (como el aumento de los niveles de metano y de óxido nitroso¹¹), tiene varias consecuencias sobre el clima, como la alteración de los regímenes de lluvia y la sucesión de fenómenos meteorológicos extremos¹². En cuanto a la disponibilidad del agua, Europa es una región que riega sus cultivos en una tercera parte mediante la extracción de aguas subterráneas¹³. Un cambio en el ciclo del agua, impulsado por el cambio climático, provocaría un incremento en la escasez de agua, especialmente en el centro y sur de Europa¹⁴. Concretamente, España es una zona muy vulnerable a estos efectos, debido a la irregularidad espacial y temporal del agua disponible y la alta demanda¹⁵. Una de las consecuencias más directas y visibles de lo anteriormente mencionado es la agricultura¹⁶.

Efectos fisiológicos del cambio climático sobre el olivo

La fisiología vegetal es el estudio de la función vegetal y su comportamiento, y abarca el crecimiento, metabolismo, reproducción, mecanismos de defensa y comunicación que contribuyen a mantener a una planta viva⁴⁹.

El aumento en la temperatura del aire debido al cambio climático afecta a la fructificación de *O. europaea*⁵⁰. La temperatura es un factor ambiental primario en el control de la fenología vegetal³⁵. Sólo el 1-2% de las flores producen frutos que lleguen a la madurez^{51, 52}. No hay estudios concretos que demuestren que las temperaturas cálidas afecten a la fructificación⁵⁰. Eso sí, ciertas partes de los procesos de polinización y fertilización, como la

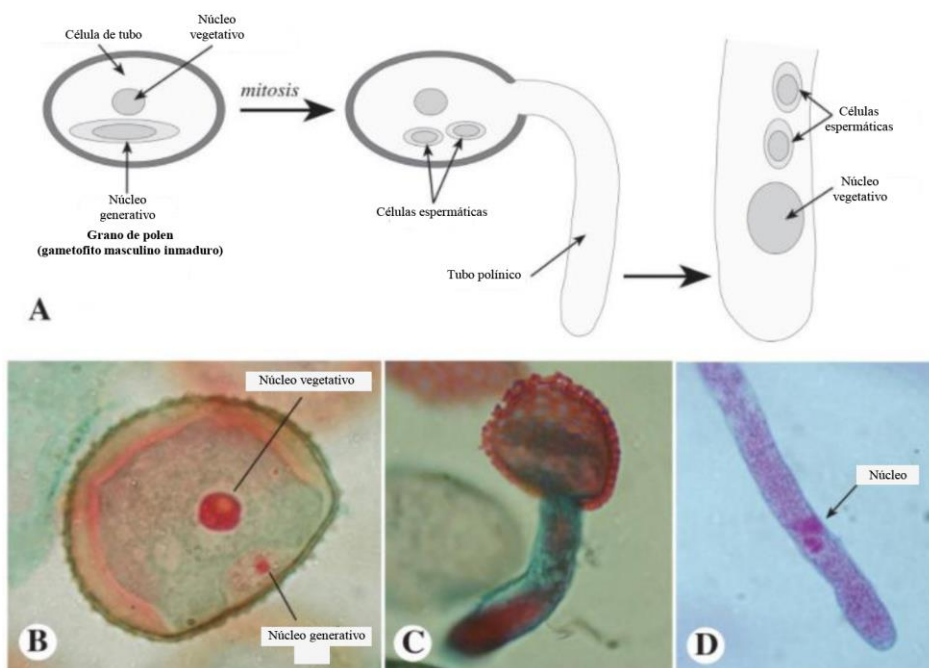
germinación del gametofito masculino o polen (fase de alternancia de generaciones vegetales en la que se forma la célula sexual masculina^{53,54,55}) y el crecimiento de su tubo polínico, sí que son afectadas por las temperaturas elevadas^{55,56}. La germinación del polen y la elongación del tubo polínico son 2 procesos relacionados entre sí. Una vez el grano de polen germina, se forma el tubo polínico, que en angiospermas (plantas con flores) lo hace a través del estigma de la flor. El grano de polen se compone de 3 núcleos: el de la célula que elonga el tubo polínico, y los 2 restantes, de ambas células espermáticas, provenientes a su vez de la célula generativa. Son las 2 células espermáticas las que darán el embrión vegetal y el endospermo, o el alimento, respectivamente⁵⁵. La **Figura 5** reúne todo el proceso de manera gráfica.

La fecha de floración del olivo se verá adelantada, con lo que las estructuras florales se formarán antes^{47, 57-60}. Concretamente, en un estudio publicado en 2018, se observó cómo, los ejemplares sometidos a 4°C más de temperatura florecieron entre 18 y 24 días antes que los controles sometidos a la

temperatura ambiental. Además, la calidad florística también se vio afectada. El porcentaje de inflorescencias fértiles se vio reducido en dos de los años en los que se llevó a cabo el estudio, así como la cantidad de frutos por rama fructífera⁵⁰.

Otro estudio se centró en los efectos de sequía, llegando a la conclusión de que el impacto del aumento de CO2 atmosférico se opone a los efectos negativos de la falta de precipitaciones⁶⁰.

Además, el estudio del polen producido por los olivos puede ser de interés para la salud pública, por las numerosas alergias presentes en la población. Hay un artículo concreto donde se estudió la emisión de polen en Jaén (Andalucía, España), cuyos resultados confirmaron que se trata de la ciudad española con la mayor cantidad de polen en el aire en la época reproductiva del olivo, con una emisión anual de 40.000 granos de polen. Concretamente, el polen del olivo es una de las causas principales de polinosis, el trastorno alérgico producido por el polen⁶³, en el área mediterránea^{64,65}.



En Jaén, las yemas florales comienzan a desarrollarse a finales de marzo, y los olivos florecen en mayo, con un pico de floración a mediados del mes. Este pico se ve afectado por variaciones en las temperaturas de antes de la floración⁶⁶. Las precipitaciones son, además de las temperaturas, otro parámetro meteorológico principal que afecta directamente a la floración de *Olea europaea* L. Si se llegase a cumplir el adelanto en la emergencia de las flores por el aumento de la temperatura, tal y cómo se demostró en Benlloch-González, M. y col. 2018⁵⁰, las alertas epidemiológicas por alergias al polen del olivo también deberían verse desplazadas. Este adelantamiento podría suponer cierto peligro de “solapamiento” con otras enfermedades abundantes en el invierno, agravando los síntomas principalmente de aquellas enfermedades respiratorias como la gripe y el resfriado.

Actualmente, en España existe ya un programa llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, denominado “Jornada Olivar y Cambio Climático”, celebrado en el año 2016, y que tuvo como objetivo: “conocer de primera mano las implicaciones del cambio climático en el olivar y la respuesta que se está dando desde España en materia de mitigación y adaptación del sector ante los futuros escenarios de cambio climático, así como la capacidad del cultivo para la absorción de los gases de efecto invernadero”⁶⁷.

Conclusiones

Los escenarios previstos a futuro respecto al cambio climático indican que los olivares se verán afectados negativamente. Entre los efectos de ese cambio climático progresivo, destacan: la temperatura elevada,

frente a la que apenas existen remedios en la actualidad, y la sequía. Para la sequía existen en la actualidad varios recursos, como la instalación de un sistema de riego. Eso sí, es un método cuya rentabilidad, eficiencia y necesidad debería estudiarse en cada caso.

Otro método de compensación de los efectos del cambio climático sobre el olivo, podrían incluir al área de la Biotecnología Vegetal, cuya función sería la de tratar de ayudar a esta especie a adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

Además de los efectos en la economía, como se ha comentado anteriormente, el estudio de los efectos del cambio climático sobre la fenología del olivo también tiene cierto interés sanitario, por el probable efecto negativo sobre otras enfermedades infecciosas en el caso en el que la emisión del polen se adelantase, tal y como indican los modelos⁵⁰. Podría ser de interés la monitorización de las alergias debidas al polen, y observar su interacción con otras enfermedades que afecten al tracto respiratorio.

Por todo lo anteriormente redactado, es apreciable la fuerte conexión entre la especie humana y el olivo, desde tiempos romanos, debido a su gran adaptación al clima mediterráneo y a su derivado gran valor agronómico. En la actualidad, su importante valor económico se mantiene para España dada la gran producción anual de aceite que se produce. El estudio de su fenología y la relación con el cambio climático además posee cierto interés debido a la fuerte influencia de esta especie arbórea sobre las alergias al polen de parte de la población.

Bibliografía

1. Revista Oleo. **Informe anual “El sector agrario en Andalucía 2021”**. [El sector agrario en Andalucía 2021](#). (2022)
2. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España. **Aceite de oliva. Dimensión económica**. [Aceite de oliva. Dimensión económica](#). (2022)
3. Charles Darwin. **La evolución de las especies**. [La evolución de las especies](#). (2017)
4. Aguilera, F. y Ruiz Valenzuela, L. **Study of the floral phenology of *Olea europaea* L. in Jaén province (SE Spain) and its relation with pollen emission**. *Aerobiología*, 25, 217-225 (2009)
5. Real Academia Española. **Fenología**. [Fenología](#) (2022)
6. Penco, J.M. **Impacto del Cultivo del Olivo sobre el CC. Efecto del CC sobre la estabilidad del mercado del aceite de oliva en España**. *Asociación Española de Municipio del Olivo, AEMO*. [Efecto del CC sobre la estabilidad del mercado del aceite de oliva en España](#). (2019)
7. García-Ruiz, R. **El olivar y su adaptación al cambio climático**. *Canales sectoriales. Interempresas*. [El olivar y su adaptación al cambio climático](#). (2020)
8. Crowley, T.J., North, G.R. **Abrupt climate change and extinction events in earth**. *Science*, 240(4855), 996-1002 (1988)
9. IPCC. **Climate Change and Land**. [Climate Change and Land](#)(2021)
10. NASA. **Carbon Dioxide**. [Global Climate Change: Vital Signs of the Planet](#). (2021)
11. IPCC. **Resumen técnico**. [Resumen técnico](#)(2021)
12. Jentsch, A., Beierkuhnlein, C. (2008). **Research frontiers in climate change: Effects of extreme meteorological events on ecosystems**. *Comptes Rendus Geoscience*, 340(9-10), 621-628.
13. Abbott, B. W. y col. **A water cycle for the Anthropocene**. *Hydrological Processes*, 33(23), 3046–3052 (2019)
14. Teuling, A. J. y col. **Climate change, re-afforestation, and urbanisation impacts on evapotranspiration and streamflow in Europe**. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(9), 3631-3652 (2019)
15. European Commission. **Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union**. [European Environment Agency](#) (2012)
16. Lei, X.U. y col. (2017). **Extreme meteorological disaster effects on grain production in Jilin Province, China**. *Journal of integrative agriculture*, 16(2), 486-496.
17. Rugini, E. y col. **Olea**. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*, 79-117 (2011)
18. Hamman-Khalifa, A. M. y col. **Establishing the genetic relationships between the wild and cultivated olives using a nuclear intron from nitrate reductase (*nia-13*)**. *Plant Systematics and Evolution*, 269, 63-73 (2007)
19. Fontanazza, U., Baldoni, L., Corona, C. **Observazioni preliminar sul valor agronomico di una nuova cultivar da olio: “Fs-17”**. *Accademia Nazionale dell’Olivo*, 69-75 (1990).
20. Real Academia Española. **Pericarpio**. [Pericarpio](#)
21. Real Academia Española. **Mesocarpio**. [Mesocarpio](#)
22. Jordá, J.F. **El Cuaternario: definición, límite inferior y divisiones**. [Trabajo](#). Universidad de Salamanca (1995).
23. Palamarev, E. **Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora**. *Plant Systematics and Evolution*, 162, 93-107 (2004)



24. Bacon, P.J., Dallas, J.F., Piertney, S.B. **Post-glacial re-colonization of European biota.** *Biological Journey of the Linnean Society*, 68, 87-112 (1999).
25. Besnard, G. ***Olea europaea* (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism.** *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 1353-1361 (2002)
26. Waters, D.L.E., Shapter, F.M. **The polymerase Chain Reaction (PCR): General Methods.** *Cereal Genomics*, 1099, 65-75 (2013).
27. National Human Genome Research Institute. **Talking Glossary of Genetic Terms.** Intrón. [Intrón](#) (2022).
28. Wikigourmet. **Las variedades de aceituna más cultivadas en España.** [Las variedades de aceituna más cultivadas en España](#). (2019).
29. La Loma Market. **Mapa de España de variedades de aceituna.** [Variedades de aceituna en España](#). (2021).
30. La Ruta del Olivo. **Localización y distribución del olivo (mundo, Comunidad Valenciana). Olivos milenarios.** [Localización y distribución del olivo](#) (2012)
31. Historia Universal. **Tercera Guerra Púnica.** [Tercera Guerra Púnica](#) (2020).
32. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España. **Avance de la situación de mercado del sector oleícola (Campaña 2020/2021).** [Avances e Informes de Situación de Mercado del Sector Oleícola](#) (2021)
33. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España. **Aceite de oliva.** [Aceite de oliva](#) (2022)
34. BoletínAgrario.com. **Vecería del Olivar.** [Vecería](#) (2022)
35. Liang, L. **Phenology.** *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (2019)
36. Oteros, J.A. **Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo (*Olea europaea* L.).** [Tesis Doctoral](#). Universidad de Córdoba (2014).
37. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. *El Cultivo del olivo*. Séptima edición (2017). Madrid, España: Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensaaña
38. Shukla, A.K. y col. *Biology of Pollen. Abiotic Pollination*. Primera edición (1998). Nueva Delhi
39. Lang, G.A. y col. **Endodormancy, Paradormancy, and Ecodormancy-Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research.** *Hortscience*, 22, 371-377 (1987).
40. Real Academia Española. **Meristemo.** [Meristemo](#)
41. Galán, C. y col. **Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change.** *International Journal of Biometeorology*, 49(3), 184-188 (2005)
- García-Mozo, H. y col. **Olive flowering phenology variation between different cultivars in Spain and Italy: modelling analysis.** *Theoretical and Applied Climatology* 95, 385–395 (2009)
42. Fornaciari, M. y col. **A new approach to consider the pollen variable in forecasting yieldmodels.** *Economic Botany*, 56, 66-72 (2002)
43. Moriondo, M. y col. **Effect of agrometeorological parameters on the phenology of pollenemission and production of olive trees (*Olea europea* L).** *Agrobiologia*, 7, 225-232 (2001).
44. Real Academia Española. **Fotoperíodo.** [Fotoperíodo](#) (2022).
45. Orlandi, F. y col. **The use of phenological data to calculate chilling units in *Olea europaea* L. in relation to the onset of reproduction.** *International Journal of Biometeorology*, 46, 2-8 (2002).
46. Osborne, C.P. y col. **Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the**

- Mediterranean.** *Plant, Cell & Environment*, 23(7), 701-710 (2000)
47. Galán, C. y col. **The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in southwestern Spain.** *International Journal of Biometeorology*, 45, 8-12 (2001)
48. Smith, F.G., Figueiredo, E., van Wyk, A.E. *Physiology and Anatomy* en Smith, F.G., Figueiredo, E., van Wyk, A.E. (eds.) ***Kalanchoe* (Crassulaceae) in southern Africa: Classification, Biology, and Cultivation.** Primera edición (2019) Sudáfrica: Elsevier.
49. Benlloch-González, M. y col. **An approach to global warming effects on flowering and fruit set of olive trees growing under field conditions.** *Scientia Horticulturae*, 240, 405-410 (2018)
50. Martin, G.C. **Olive flower and fruit production dynamics.** *Acta Horticulturae*, 286, 141-153 (1990)
51. Lavee, S. y col. **The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset.** *Scientia Horticulturae*, 66, 149-158 (1996)
52. Fernández-Escobar, R., Gómez-Valledor, G., Rallo, L. **Influence of pistil extract and temperature on in vitro pollen germination and pollen tube growth of olive cultivars.** *Journal of Horticultural Science*, 58, 219-227 (1983)
53. Real Academia Española. **Gametofito.** [Gametofito](#)
54. Real Academia Española. **Gameto.** [Gameto](#)
55. Simpson, M.G. *Plant Systematics.* **Evolution of flowering plants.** Segunda Edición (2010). Elsevier.
56. Vuletin Selak, S. y col. **The effect of temperature and genotype on pollen performance in olive (*Olea europaea* L.).** *Scientia Horticulturae*, 156, 38-46 (2013)
57. Giannakopoulos, C. y col. **Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming** *Global Planet Change.* *Global and Planetary Change* (2009)
58. Orlandi, F. y col. **Spring influences on olive flowering and threshold temperatures related to reproductive structure formation.** *HortScience*, 45, 1052-1057 (2010)
59. Aguilera, F. y col. **Phenological models to predict the main flowering phases of olive (*Olea europaea* L.) along a latitudinal and longitudinal gradient across the Mediterranean region.** *International Journal of Biometeorology*, 59, 629-641 (2015)
60. Real Academia Española. **Inflorescencia.** [Inflorescencia](#) (2022)
61. Lorite, I.J. y col. **Evaluation of olive response and adaptation strategies to climate change under semi-arid conditions.** *Agricultural Water Management*, 204, 247-261 (2018)
62. Real Academia Española. **Polinosis.** [Polinosis](#)
63. Macchia, L., Caiaffa, M.M., Tursi, A. **Olive pollen allergy in Bari, Italy.** *Allergy*, 48, 551 (1993).
64. Díaz de la Guardia, C., Blanca, G. *Flora Ornamental de Granada. Polen e incidencias en las alergias.* Granada: Universidad de Granada (1994)
65. Galán, C., y col. **Heat requirements for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several places of Andalusia region and the effect of the expected future climate change.** *International Journal of Biometeorology*, 49(3), 184-188 (2005).
66. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. **“Olivar y cambio climático”.** [Olivar y cambio climático](#) (2016).