

Necesidades de frío e impacto del cambio climático EN EL CULTIVO DEL PERAL

Como otros frutales de clima templado, el peral necesita acumular frío durante el reposo invernal para florecer y fructificar con normalidad. En este artículo se describen qué son las necesidades de frío, por qué son esenciales para la producción de peras y cómo los agricultores deben tener este factor en cuenta para optimizar sus cosechas.

ERICA FADÓN^{1,2}, MARÍA TERESA ESPIAU^{1,2}, PILAR ERREA^{1,2}, JOSÉ MANUEL ALONSO SEGURA³,
JAVIER RODRIGO^{1,2}

¹ Unidad de Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

² Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

³ Estación de Examen DHE (EEDHE), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

El peral (*Pyrus communis* L.) es un frutal de gran importancia en países de clima templado de todo el mundo. A nivel mundial se producen más 26 millones de toneladas de peras al año en cerca de 1,4 millones de hectáreas, siendo los principales países productores China, Estados Unidos, Argentina, Turquía y Sudáfrica. España, con una producción de unas 300.000 t anuales en aproximadamente 20.000 ha, es el octavo país productor a nivel mundial y uno de los principales de la Unión Europea, por detrás de Países Bajos, Bélgica e Italia (FAOSTAT, 2023). El cultivo del peral en España ha disminuido en las últimas décadas de forma generalizada en todas las regiones productoras, pasando de unas 40.000 ha en la década de los 80 del siglo XX a las 20.000 ha actuales (MAPA, 2023). Las causas de esta disminución tan drástica de la superficie cultivada incluyen la irregularidad de las producciones en muchas zonas de cultivo, la elevada especialización y tecnificación en la producción y conservación post-

cosecha que esta especie requiere, así como la dificultad en el control de plagas como la psila (*Cacopsylla pyri*), y de enfermedades como el fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*), lo que ha provocado la sustitución de muchas plantaciones de peral por otras especies frutales como el manzano o los frutales de hueso (Iglesias *et al.*, 2016). Sin embargo, el peral aún conserva gran importancia en algunas regiones, principalmente localizadas en el Valle del Ebro, donde se concentra el 80% de la producción nacional en las CC. AA. de Cataluña (138.000 t), Rioja (57.000 t), Aragón (47.000 t) y Navarra (13.000 t) (MAPA, 2023). Existen varias denominaciones de origen protegidas a lo largo del territorio nacional: D.O.P 'Pera de Lleida' en Cataluña, que se comercializa con la marca 'Edenia', D.O.P 'Pera Rincón de Soto' en La Rioja y D.O.P 'Pera de Jumilla' en Región de Murcia centrada en la variedad 'Ercolini' (Iglesias *et al.*, 2016). En peral existe poca innovación varietal y la producción de peras se concentra en cada país en unas pocas variedades que se han cultivado

de forma tradicional. En general, se trata de variedades de buena calidad organoléptica y que cuentan con una gran fidelización de los consumidores locales. No obstante, los objetivos de los actuales programas de mejora se centran en mejorar el comportamiento agronómico, la resistencia a enfermedades, la presencia del fruto y su calidad gustativa (Iglesias *et al.*, 2016). A nivel mundial, 'Williams' es la variedad más importante en muchos países, seguida de 'Mantecosa Bosc', 'Conference', 'Pasa Crasana' y 'Decana de Comicio' (Fisher, 2009). Las variedades más cultivadas en España son, en orden de importancia, 'Conference', 'Blanquilla', 'Limonera', 'Ercolini' y 'Williams'. Estas 5 variedades supusieron el 90% de la producción española de peras entre los años 2001 y 2011 (Urrestarazu, 2012). En las últimas décadas, 'Conference' ha ido desplazando a las otras variedades hasta alcanzar cerca de la mitad de la producción nacional. La estructura varietal es diferente a otros países europeos, como Italia, donde la variedad más importante es 'Abate Fetel', y Francia,



FOTO 1
Plena floración
en peral

donde las variedades principales son ‘Limonera’ o ‘Guyot’ y ‘Williams’. En Bélgica y Países Bajos, ‘Conference’ representa la práctica totalidad de la producción.

Necesidades de frío: ¿qué son?

Los árboles frutales de hoja caduca entran en reposo en otoño para sobrevivir a las bajas temperaturas que tienen lugar en invierno. El reposo invernal concluye una vez que el árbol ha acumulado una cierta cantidad de frío para que pueda retomar el crecimiento con la llegada de las temperaturas cálidas a finales del invierno o principio de la primavera y se produzca la floración (**Foto 1**) (Fadón *et al.*, 2020). Los requisitos de frío invernal varían entre especies, algunas como el almendro presentan bajas necesidades de frío, mientras que otras como el peral o el cerezo son mucho más exigentes. Dentro de cada especie, también existen diferencias entre variedades, de forma que cada variedad tiene unas necesidades de frío específicas, lo que determina su adaptación a

Los actuales programas de mejora se centran en mejorar el comportamiento agronómico, la resistencia a enfermedades, la presencia del fruto y su calidad gustativa

cada zona de cultivo (Tabuenca y Herrero, 1966).

En algunas zonas de cultivo frutal se está observando una disminución del frío invernal en muchos años como consecuencia del cambio climático,

circunstancia que puede provocar que algunas variedades no cubran con éxito sus necesidades de frío, provocando problemas en el desarrollo de yemas y flores (Laube *et al.*, 2014). Los síntomas más característicos de la carencia de frío durante el reposo invernal son la caída de yemas florales antes de floración, una floración heterogénea que se alarga mucho en el tiempo, la presencia de un número pequeño de flores o de flores estériles, que se traduce en un bajo porcentaje de cuajado de frutos y en una disminución de la cosecha (Wilkie *et al.*, 2008).

En inviernos templados, algunas variedades pueden cubrir sus necesidades de frío, pero en un periodo de tiempo más largo de lo habitual, lo que puede afectar a la época de floración, adelantándola o retrasándola (Fadón *et al.*, 2021). En el caso de variedades autoincompatibles que necesitan polinización cruzada para que se fecunden sus flores y se establezca el cuajado (**Foto 2**), esto puede provocar falta de solapamiento en el periodo de floración entre variedades polinizadoras y variedades

polinizadas, lo que también puede afectar negativamente al cuajado y a la cosecha (Fadón *et al.*, 2020).

Necesidades de frío: ¿cómo se determinan?

Se puede diferenciar dos fases durante el reposo invernal. En la endodormancia, las yemas florales acumulan frío. En esta fase las yemas no pueden reanudar su crecimiento, aunque haya periodos de temperaturas templadas. Una vez que han cubierto sus necesidades de frío, los árboles entran en la fase de ecodormancia, en la que es necesario que acumulen temperaturas cálidas hasta la floración, lo que se denomina necesidades de calor, que también son específicas de cada variedad e influyen en cuándo se produce la floración (Lang *et al.*, 1987).

Para estimar las necesidades de frío de una variedad, es necesario determinar cuándo las yemas han acumulado el frío requerido y por tanto se termina la fase de endodormancia y comienza la ecodormancia. La determinación de ese momento se puede realizar mediante métodos experimentales o mediante estadísticos. La metodología experimental consiste en muestrear varetas con yemas de flor a lo largo del invierno y trasladarlas a una cámara de forzado con temperaturas templadas, hasta que las yemas reanudan el crecimiento y comienzan a hincharse, lo que indica que ya han cubierto sus necesidades de frío. La salida de endodormancia también se puede determinar mediante métodos estadísticos, relacionando datos de fechas de floración de muchos años con las temperaturas correspondientes de cada año mediante correlaciones (Alonso *et al.*, 2005) o regresiones de mínimos cuadrados parciales (PLS) (Luedeling *et al.*, 2013). Ambas metodologías presentan ventajas y desventajas. El método experimental depende de muchos factores, tanto de las condiciones de la cámara como de los criterios a considerar para la salida de endodormancia, lo que pueden provocar diferencias en los resultados



FOTO 2
Cuajado de frutos en peral

obtenidos para la misma variedad entre ensayos realizados en distintos lugares. Los métodos estadísticos requieren series de datos de floración de más de 20 años, que no suelen estar disponibles para la mayoría de las variedades y zonas de cultivo (Fadón *et al.*, 2020).

Para estimar las necesidades de frío de una variedad, hay que cuantificar el frío acumulado hasta el momento de la salida de la endodormancia.

Existen distintos modelos de cuantificación de las temperaturas frías, siendo los más utilizados el modelo horas frío (HF, Weinberger, 1950), el modelo Utah de unidades frío (UF, Richardson *et al.* (1974) y el modelo Dinámico de porciones frío (PF, Fishman *et al.*, 1987). Una hora de frío se considera una hora por debajo de 7°C. El modelo Utah considera distintos valores de unidades frío según diferentes intervalos de temperatu-

TABLA 1
Variedades de peral agrupadas según su exigencia de necesidades de frío invernal (Tabuenca, 1964; 1968)

EXIGENCIA DE FRÍO	VARIETADES
Muy poco exigentes	Agua de Aranjuez, Bercamota de Verano, Castell, Donginda, Epargne, Ercolini, Gamsina, Gentil Blanca, Roma San Antonio, Ternal de Invierno
Poco exigente	Abugo o 7 en Boca, Belle Angevine, Campmaña, De Cura, Decana de Alençon, Decana de Julio, Epiné du Mans, Higo de Alençon, Magdalena, Passa Crassa-na
Medianamente exigentes	Abate Fetel, Alexandrine Douillard, Bergamota Esperen, De la Reina, Decana de Invierno, Duquesa de Angulema, Emide de Heyst, Leonardeta, Mantecosa Superfina, Monsallard, Rocha, Olivier de Serres, Sideria de Verano, Soldado Laborioso, Sucrée de Montluçon, Tendral de Valencia
Exigentes	Bella de Bruselas, Cristalina de Verano, Doctor Jules Guyot, Imperial Hoja de Roble, Le Lectier, Mantecosa de la Asunción, Mantecosa Giffard, Mantecosa Hardy, Mantecosa Luçon, Williams

ras, y para calcular las porciones frío se utiliza un método más complejo que considera que no se acumula frío si se producen temperaturas cálidas inmediatamente después. Las necesidades de calor se determinan calculando el calor acumulado desde el inicio de la ecodormancia, cuando la variedad ha cubierto sus necesidades de frío, hasta la floración. El método más utilizado en el de Growing Degree Hours (GDH, Richardson *et al.*, 1975).

Necesidades agroclimáticas de variedades de peral

La mejora genética del peral experimentó un gran avance en América del Norte, Bélgica, Francia e Inglaterra los siglos XVIII y XIX, cuando se obtuvieron variedades que todavía se cultivan ampliamente en la actualidad (Bell *et al.*, 1996). Aunque

Para estimar las necesidades de frío, hay que cuantificar el frío acumulado hasta el momento de la salida de la endodormancia

el número de variedades de peral no es tan elevado como en otras especies frutales, existe muy poca información disponible sobre las necesidades

agroclimáticas de las variedades. En los años 60 del siglo XX, se analizaron las necesidades de frío de más de 40 variedades, que se distribuyeron en cuatro grupos según su exigencia de frío invernal (Tabla 1) (Tabuena, 1964; 1968).

En un trabajo realizado recientemente en la colección de peral del CITA en Zaragoza, se han estimado las necesidades agroclimáticas de 16 variedades tradicionales mediante el análisis de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS), relacionando los registros de fechas de floración de 20 años con las temperaturas de los 8 meses anteriores en cada año (Fadón *et al.*, 2023) (Tabla 1). Todas las variedades tradicionales analizadas resultaron ser exigentes en frío, con pocas diferencias entre ellas (entre 43,9 y 49,2 PF; entre 1.027 y 1.163 UF; y entre 719 y 774 HF). En este trabajo también se determinaron las



Hernandorena

I+D en sistemas de producción

Producimos tu plantón
Elige tu formato



www.hernandorena.com



MACETA



RAÍZ DESNUDA

TABLA 2
Necesidades de frío y de calor de variedades tradicionales de peral (Fadón *et al.*, 2023)

VARIETADES	NECESIDADES DE FRÍO			NECESIDADES DE CALOR
	HORAS DE FRÍO (HF)	UNIDADES DE FRÍO (UF)	PORCIONES DE FRÍO (PF)	GDH
Alexandrine Douillard	753 ± 117	1027 ± 141	47,5 ± 2,5	7287 ± 945
Beurré d'Anjou	745 ± 117	1.100 ± 100	47,7 ± 2,8	6.619 ± 750
Conference	745 ± 114	1.113 ± 186	46,5 ± 2,3	7.347 ± 905
El Dorado	753 ± 117	1.163 ± 30	47,5 ± 2,5	7.094 ± 1.082
Général Leclerc	753 ± 117	1.028 ± 140	47,5 ± 2,5	7.107 ± 890
Grand Champion	745 ± 114	1.028 ± 140	46,5 ± 2,3	7.168 ± 776
Highland	745 ± 114	1.113 ± 186	46,5 ± 2,3	7.402 ± 853
Magness	719 ± 106	1.113 ± 186	43,9 ± 2,0	7.509 ± 1.048
Packham's Triumph	753 ± 117	1.163 ± 31	47,5 ± 2,5	6.997 ± 1.048
Passe Crassane	774 ± 120	1.100 ± 100	49,2 ± 2,8	6.514 ± 673
Pierre Corneille	753 ± 117	1.099 ± 99	47,5 ± 2,5	6.519 ± 741
Président Drouard	760 ± 118	1.113 ± 186	48,5 ± 2,8	7.289 ± 914
Président Heron	760 ± 118	1.163 ± 30	48,5 ± 2,8	6.935 ± 1.042
Rogue Red	760 ± 118	1.028 ± 140	48,5 ± 2,8	7.170 ± 656
Sirrine	757 ± 118	1.163 ± 30	48,0 ± 2,8	7.075 ± 902
Star	757 ± 118	1.100 ± 100	48,0 ± 2,8	6.573 ± 637



FOTO 3
Frutos de peral en madurez comercial

necesidades de calor, que oscilaron entre 6.514 y 7.509 GDH (**Tabla 2**). Las fechas de floración estuvieron determinadas principalmente por las temperaturas durante el período frío, lo que indica que la reducción del frío invernal provocada por el calentamiento global en muchas regiones podría provocar retrasos en la floración o incluso fallos en el cubrimiento de las necesidades de frío, lo que puede influir negativamente en la floración y la cosecha.

Perspectivas

Conocer las necesidades de frío de cada variedad es fundamental en el diseño de nuevas plantaciones y en la detección de problemas de producción asociados a la falta de frío invernal en plantaciones ya existentes. Las principales variedades de peral cultivadas en España presentan necesidades de frío altas o muy altas, por lo que la disminución de frío invernal en muchos años y zonas de cultivo puede provocar problemas de producción, incluso en variedades que se consideran bien adaptadas a una zona de cultivo y que han producido con éxito durante décadas (**Foto 3**). Por tanto, sería deseable conocer las necesidades de frío de todas las variedades para poder seleccionar las más adecuadas a las condiciones de cada región. Es por ello necesario continuar trabajando en la caracterización de las necesidades de frío de las variedades.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (proyectos PCI2020-111966 y PID2020-115473RR-I00) y el Gobierno de Aragón – Fondo Social Europeo, “El FSE invierte en tu futuro” [Grupo Consolidado A12-17R].

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com



Porque el cuidado de tu cultivo no acaba en la cosecha...

