



B

PLAN COMPLEMENTARIO DE AGROALIMENTACIÓN

## AGROALNEXT ARAGÓN

Adaptación de variedades de frutales de hueso (albaricoquero, ciruelo, cerezo, almendro) a nuevos escenarios climáticos.

Promovido y financiado por  
Iniciativa impulsada por:



Creado dentro del Plan Complementario de Agroalimentación AGROALNEXT en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU

AGROALNEXT   
Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



URL: <https://hdl.handle.net/10532/7981>

Año 2025

**Autores:** Erica Fadón, Néstor Santolaria, Tudor Gheban, Lourdes Castel, Patricia Irisarri, José Manuel Alonso, Javier Rodrigo

## Departamento de Ciencia Vegetal del CITA

Promovido y financiado por  
Iniciativa impulsada por:



Creado dentro del Plan Complementario de Agroalimentación AGROALNEXT en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU



# Contenido

<b>Contenido</b> .....	<b>3</b>
<b>Necesidades agroclimáticas y de polinización de frutales de hueso .....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>8</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>11</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>19</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>20</b>



# Necesidades agroclimáticas y de polinización de frutales de hueso

## Introducción

España es uno de los principales productores de fruta de hueso en Europa. La diversidad de variedades hace que una misma especie pueda cultivarse en zonas con diferentes condiciones climáticas, ya que existe un gran número de variedades en cada especie que presentan diferentes necesidades agroclimáticas para florecer. En estos cultivos, la fenología está sincronizada con las estaciones, lo que les permite adaptarse a los cambios meteorológicos estacionales característicos del clima templado. La floración en los frutales de hueso se produce antes de la brotación de las hojas. La floración y el posterior cuajado de fruto determinan la cosecha, por lo que es crucial que la polinización, la fecundación y el inicio del desarrollo del fruto ocurran en condiciones meteorológicas favorables. En la mayoría de los frutales de clima templado, la floración ocurre a finales del invierno o principios de primavera, cuando las temperaturas comienzan a ser más suaves. El periodo de floración dura unas dos o tres semanas, pero el proceso de diferenciación floral en el interior de las yemas se inicia en el verano anterior y por tanto se extiende durante más de ocho meses. Todos los eventos meteorológicos que ocurren en este periodo afectan, favorable o desfavorablemente, al desarrollo de las flores en el interior de las yemas y a la época de floración (Fadón et al., 2015).

Los frutales de clima templado establecen un estado de reposo durante el invierno para adaptarse a las estaciones. Para superar el reposo necesitan acumular frío durante una primera fase, denominada endodormancia, y posteriormente estar expuestos a temperaturas cálidas para florecer (Lang et al., 1987). Estas necesidades agroclimáticas condicionan la adaptación de cada variedad a las diferentes regiones. A pesar de su importancia, tanto los métodos para caracterizar las fases de endo- y eco-dormancia como los modelos para cuantificar el frío y el calor presentan limitaciones que dificultan la

---

adaptación de los frutales a las diferentes zonas y el efecto que el cambio climático puede tener en la producción de fruta.

Las necesidades agroclimáticas determinan las fechas de floración y la adaptación a las diferentes zonas de cultivo. En los últimos años, el reposo se está estudiando con especial interés debido al incremento de temperatura registrado en muchos inviernos como consecuencia del cambio climático (Luedeling et al., 2011). La reducción del frío invernal puede comprometer la rentabilidad del cultivo, ya que el incumplimiento de las necesidades de frío provoca problemas en la floración y la fructificación, afectando negativamente a la cosecha. Además, tras inviernos cálidos, aunque el árbol complete sus necesidades de frío, puede haber importantes cambios en la época de floración, que puede adelantarse considerablemente en las variedades que requieren poco frío invernal y retrasarse en las variedades más exigentes en frío, pudiendo producirse falta de coincidencia en la floración entre las variedades polinizadoras y las variedades a polinizar, comprometiendo así el cuajado de frutos y la cosecha.

A pesar de la importancia de conocer las necesidades de frío y calor de cada variedad, estos datos solo están disponibles para un número reducido de las variedades cultivadas en la actualidad (Fadón et al., 2020). Por ello, se está trabajando para caracterizar las necesidades agroclimáticas de más variedades con el fin de predecir su potencial adaptación a diferentes áreas de cultivo en el contexto del cambio climático.

Una vez los árboles completan sus necesidades agroclimáticas, las yemas reanudan el crecimiento hasta la floración. La polinización es un factor clave para garantizar la producción de fruta. Los frutales del género *Prunus* presentan un sistema de incompatibilidad gametofítica que previene la autopolinización y promueve la polinización cruzada (Herrera et al., 2021). Este sistema de incompatibilidad está regulado genéticamente por el locus S que presenta numerosos alelos diferentes. Para que la polinización se produzca con éxito los granos de polen deben llevar un alelo diferente a los dos presentes en el pistilo. Por ello es muy importante garantizar en la plantación la presencia de árboles polinizadores que aseguren la variabilidad de los alelos.

Uno de los avances derivados de la mejora genética es el desarrollo de variedades autocompatibles. Estas variedades presentan una mutación en alguno de los alelos S que impide el reconocimiento, por lo que sus flores pueden ser fecundadas con su propio polen.

En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización de las necesidades agroclimáticas y de polinización de cuatro especies de *Prunus*: albaricoquero, almendro, ciruelo japonés y cerezo. Esta información es imprescindible y muy útil para el diseño de plantaciones garantizando su viabilidad.

## Metodología

### Necesidades agroclimáticas

La estimación de las necesidades agroclimáticas se realizó tanto experimentalmente como estadísticamente. Con el método experimental se determinaron las fases del periodo de reposo mediante el muestreo de varetas con yemas de flor de noviembre a febrero durante dos años. Las varetas se expusieron a condiciones óptimas de crecimiento en una cámara climática y después de 8 días se evaluó el crecimiento de las yemas florales, comparando el peso de 10 yemas antes y después de la exposición en la cámara (Figura 1). La salida de endodormancia se consideró cuando se produjo un incremento de peso de al menos un 30% (Guerrero et al., 2024).



**Figura 1.** Metodología experimental para la determinación del reposo: varetas en la cámara climática (izquierda) y pesado de 10 yemas (derecha).

La metodología estadística consiste en relacionar bases de datos de fechas de floración, con al menos 20 años de datos, con las temperaturas diarias de los 8 meses previos. Estos dos parámetros se relacionan mediante regresiones (“Partial Least Square (PLS) regressions”),

estableciendo los periodos en los que el frío y el calor influyen principalmente en las fechas de floración (Luedeling et al., 2013).

Una vez determinados los periodos de acumulación de frío y de calor mediante alguna de las dos técnicas descritas previamente, se realizó su cuantificación según diferentes modelos para establecer las necesidades agroclimáticas de cada variedad. El frío se ha cuantificado según los tres modelos más comunes: el modelo de Horas Frío (HF) (Weinberger, 1950), el modelo de Utah (Unidades Frío, UF) (Richardson et al., 1974) y el modelo Dinámico (Porciones de Frío, PF) (Fishman et al., 1987). El calor se ha cuantificado según el modelo “Growing Degree Hours (GDH)” (Richardson et al., 1974).

## Necesidades de polinización

Para establecer las necesidades de polinización se combinaron observaciones de campo y técnicas de laboratorio. El monitoreo fenológico permite registrar los periodos de floración y el pico de apertura de flores, mientras que los experimentos de polinización manual (auto- y cruzada) evalúan la auto(in)compatibilidad de las variedades. La microscopía de fluorescencia permite visualizar el crecimiento de los tubos polínicos a lo largo del estilo hacia los óvulos, proporcionando una medida directa del éxito de la fecundación. El genotipado molecular identifica los alelos S responsables de la incompatibilidad, clave para predecir las relaciones de incompatibilidad entre variedades (Guerrero et al., 2020).

El monitoreo fenológico se centra en la duración de la floración y la identificación de la fecha de plena floración ( $\geq 50\%$  de flores abiertas), lo que facilita la sincronización de variedades para polinizaciones cruzadas. La polinización manual se realiza mediante transferencia de polen con pincel, tanto en campo —con ramas protegidas para evitar polinización natural— como en laboratorio, utilizando flores emasculadas. El cuajado de frutos se registra para evaluar la efectividad de cada tratamiento. La microscopía de fluorescencia permite observar si los tubos polínicos alcanzan los óvulos, mientras que el genotipado molecular, mediante PCR, determina los alelos S y la compatibilidad

---

genética de las variedades (Guerrero et al., 2020).

Este enfoque integrado vincula la información genética con la evidencia fenotípica y temporal de la floración, ofreciendo un marco robusto para identificar variedades polinizadoras compatibles. Además, proporciona información valiosa para programas de mejora genética, especialmente en la selección variedades auto-incompatibles, optimizando la selección de variedades y combinaciones para garantizar la polinización eficiente y el éxito reproductivo en el diseño de nuevas plantaciones.

## Resultados

### Necesidades agroclimáticas de los frutales de hueso

En este trabajo se presentan las necesidades agroclimáticas de 12 variedades de albaricoquero (Tabla 1), 21 variedades de almendro (Tabla 2), 11 variedades de ciruelo japonés (Tabla 3) y 10 variedades de cerezo (Tabla 4).

Las necesidades de frío de los albaricoqueros analizados varían entre 49,1 PF de 'Canino' y 64,5 PF de 'Gönci Magyar' (Tabla 1).

**Tabla 1.** Necesidades agroclimáticas de variedades de albaricoquero.

Variedades	Necesidades de frío		
	PF	HF	UF
Bigred	57,1	845	1065
Canino	49,1	832	943
Colorado	51,9	754	951
Corbato	54,8	947	1075
Delice	61,4	854	1159
Fartoly	63,3	889	1136
Gönci Magyar	64,5	1087	1284
Luizet	57,5	990	1143
Mitger	54,8	947	1075
Moniqui 1006	57,5	990	1143
Moniqui 2113	59,5	1014	1182
Paviot	57,5	990	1143

Las necesidades de frío del almendro son en general mucho más bajas, con valores de 1,1 PF en 'Desmayo Langueta', aunque la mayoría presenta valores alrededor de las 15 PF. También se observan variedades con necesidades de frío altas, como 'Diamar' (44,4 PF) y 'Penta' (62,6 PF) (tabla 2). Con respecto a las necesidades de calor, varían entre 5.127 GDH y 7.928 GDH (Tabla 2).

**Tabla 2.** Necesidades agroclimáticas de variedades de almendro.

Variedades	Necesidades de frío			Necesidades de calor
	PF	HF	UF	
Cristomorto	16,9	307	316	6366
Desmayo Largueta	1,1	100	40	6938
Diamar	44,4	922	997	6662
Ferragnès	8,9	204	163	7451
Marcona	15,0	290	273	5440
Ne Plus Ultra	14,0	263	242	5127
Penta	62,6	1174	1283	5531
Primorskij	19,0	334	364	6291
Tuono	15,0	290	273	7301
Vialfas	15,0	290	273	7928
Zahaf	7,0	168	133	5146
Soleta	14,3	216	250	
Isabelona	28,3	466	603	
Constantí	13,8	208	242	
Marinada	15,8	236	291	
Vayro	21,6	289	429	
Marta	5,9	110	107	
Antoñeta	13,3	195	232	
Guara	17,8	285	333	
Ferragnès	10,8	177	195	
Lauranne	19,3	304	374	

Las necesidades agroclimáticas de las variedades de ciruelo japonés analizadas varían entre 26,3 PF de 'Earlyqueen' y 50,8 PF de 'Golden Globe'. Mientras que las necesidades de calor van de 5493 GDH de 'Golden Plumza' a 7398 GDH de 'Angeleno' (Tabla 3).

**Tabla 3.** Necesidades agroclimáticas de variedades de ciruelo japonés.

Variedades	Necesidades de frío			Necesidades de calor
	PF	HF	UF	
<b>Earlyqueen</b>	26,3	277,3	412,1	
<b>Angeleno</b>	29,8	322,8	532,3	7398
<b>Fortune</b>	32,1	358,3	582,2	6645
<b>Ambra</b>	32,4	356,8	637,1	6274
<b>Crimson glo</b>	35,2	373,3	579,3	
<b>Black Diamond</b>	35,5	450,7	685,1	5999
<b>Golden Plumza</b>	42,0	631,8	860,1	5493
<b>Hiromi Red</b>	42,4	534,8	714,4	
<b>Joanna Red</b>	44,0	588,0	747,4	
<b>Golden Globe</b>	50,8	851,2	1030,4	5674
<b>Earliqueen</b>	26,3	277,3	412,1	

Finalmente, para cerezo, se han caracterizado necesidades de frío que van de 42,2 PF para la variedad 'Cashmere' a 59,8 PF de la variedad 'Selah'. Mientras que las necesidades de calor van de 8504 GDH de 'Selah' a 10426 GDH de 'Cashmere' (Tabla 4).

**Tabla 4.** Necesidades agroclimáticas de variedades de cerezo.

Variedades	Necesidades de frío			Necesidades de calor
	PF	HF	UF	
<b>Cashmere</b>	42,2	523	749	10426
<b>Coral Champagne</b>	43,2	526	753	10009
<b>Sequoia</b>	43,2	526	753	9127
<b>Cowiche</b>	46,4	589	819	9965
<b>Tieton</b>	47,1	600	832	9853
<b>Chelan</b>	50,1	656	916	9400
<b>Index</b>	51,2	656	935	8254
<b>Bing</b>	52,1	668	952	9056
<b>Hartland</b>	56,4	740	1049	8622
<b>Selah</b>	59,8	754	1099	8504

## Necesidades de polinización

Para las variedades autoincompatibles es necesario seleccionar polinizadores que sean genéticamente compatibles. Para ello se emplean las tablas de Grupos de Incompatibilidad (G.I.), que clasifican las variedades según sus alelos S. Las variedades que comparten los mismos alelos se agrupan juntas y son incompatibles entre sí, por lo que no pueden polinizarse mutuamente. En consecuencia, cada variedad autoincompatible debe ser polinizada por otra perteneciente a un grupo distinto, que aporte al menos un alelo S diferente y que, además, presente una coincidencia adecuada en la época de floración. En este trabajo se han compilado las necesidades de polinización de la mayoría de las variedades cultivadas de albaricoquero (Tabla 5), almendro (Tabla 6), ciruelo japonés (Tabla 7) y cerezo (Tabla 8).

**Tabla 5.** Grupos de Incompatibilidad (G.I.) de variedades autoincompatibles de albaricoquero.

G. I.	Alelos S	Variedades
I	$S_1S_2$	Castleton, Goldrich, Hargrand, Lambertin-1
II	$S_8S_9$	Perlecot, Pinkcot
III	$S_2S_6$	Bergarouge, Moniqui
IV	$S_2S_7$	Ouardi, Priana
V	$S_2S_8$	Holly Cot, Sweet Cot
VI	$S_2S_{19}$	Dörtvol 4, Sebbiyiki
VIII	$S_6S_9$	Cheyenne, Feria Cot, Ninja, Orangered, Stark Early Orange, Sunny Cot, Wonder Cot
XVIII	$S_1S_3$	Cooper Cot, Perfection
XIX	$S_2S_3$	Mayacot, Sun Glo
XX	$S_2S_9$	Goldstrike, Magic Cot
XXI	$S_3S_8$	Lilly Cot, Spring Blush
XXII	$S_3S_9$	Durobar (Almadulce), Flodea, Henderson, Kosmos, Tsunami
XXIII	$S_7S_9$	Goldbar
XXIV	$S_1S_6$	Primaya
0 (S-Genotipo único)	Castlebrite ( $S_2S_2$ ), Cow-1 ( $S_1S_{31}$ ), Cow-2 ( $S_2S_{31}$ ), Estrella ( $S_1S_7$ ), Harcot ( $S_1S_4$ ), Harlayne ( $S_3S_{20}$ ), Harmat ( $S_{10}S_{11}$ ), Mariem ( $S_7S_{20}$ ), Martinet ( $S_2S_2$ ), Perla ( $S_2S_{20}$ ), Portici ( $S_2S_{20}$ ), Shalah ( $S_5S_{11}$ ), Stella ( $S_6S_{20}$ ), Veecot ( $S_2S_{20}$ ), Velázquez ( $S_5S_{20}$ )	

**Tabla 6.** Grupos de Incompatibilidad (G.I.) de variedades autoincompatibles de almendro.

G. I.	Alelos S	Variedades
I	$S_7S_8$	Galaxy, Golden state, Grace, IXL, Long IXL, Mckinlay's Magnificent, Nonpareil, Riedenhoure, Tardy Nonpareil, West Steyn
II	$S_1S_5$	Ballico, Bulbuente, Garbi, Glorieta, Languedoc, Texas (=Mission), Wawona
III	$S_5S_7$	Baxendale, Durango, Granada, Harvey, Le Grand, Mono, Robson, Sauret no.2, Thompson, Wassum, Wood Colony
IV	$S_1S_7$	Alrich, Jenette, Merced, Ne Plus Ultra, Norman, Pearl, Price, Ripon, Rosetta, Sano
V	$S_5S_8$	Carmel, Jubilee, Livingston, Monarch, Reams, Sauret no.1, Tioga
VI	$S_1S_8$	Avalon, Bigelow, Blue Gum, Butte, Dottie Won, Duro Amarelo, Folsom, Grace, Kutsch, Monterey, Northland, Plateau, Rivers Nonpareil, Sultana
VII	$S_8S_{13}$	Eureka, Kapareil, Solano, Sonora, Vesta
VIII	$S_1S_3$	Ferragnes, Ferralise, Mourisca
IX	$S_7S_{14}$	Harpareil, Jordanolo
X	$S_6S_8$	Drake, Kochi, Smith XL
XI	$S_1S_6$	Abizanda, Fritz, Peerless, Ruby, Rumbeta-2
XII	$S_2S_9$	Anxaneta, Tarragones
XIII	$S_1S_{10}$	Ardechoise, Coop, Desmayo Largueta, Pep de Juneda, Zahaf
XIV	$S_2S_{10}$	Achaak, Alnem88, Ferrastar
XV	$S_{12}S_{23}$	Pajarera-2, Pestañeta (=Pestanhieta)
XVI	$S_{22}S_{23}$	Malagueña, Muel, Pau, Planeta Fina, Planeta Roja, Verdetta
XVII	$S_{13}S_{27}$	Garrigues, Pajarera-1
XVIII	$S_8S_{12}$	AS1, Marcona Flota
XIX	$S_3S_{23}$	Belle d'Aurons, Peraleja
XX	$S_3S_5$	Bartre, Castañera
XXI	$S_1S_9$	Masbovera, Moncayo, Tarraco
XXII	$S_1S_4$	Casanova, Coelhinha, Ferraduel
XXIII	$S_7S_{13}$	Chellastone, Milow
XX	$S_3S_5$	Bartre, Castañera

**Tabla 7.** Grupos de Incompatibilidad (G.I.) de variedades autoincompatibles de ciruelo japonés.

G. I.	Alelos S	Variedades
I	SaSb	A-606, Angelo, Armstrong, Burmosa, Late Soldam, Mammoth, Red Beaut, Soldam, Sordum
II	SbSc	Blackamber, Black Beaut, Delbartazur, Early Sun, Flavor Granade, Fortune, Golden Plum, Golden Plumza, Green Sun, Gulfrose, Honey Red, Jupiter, Laroda, October Sun, Purple Queen, Sugared, Super Giant, TC Sun
III	SbSf	AU Amber, AU Road Side, Emarald, Frontier, Gran Colle, Verna Delicious
IV	SbSh	Betty Ann, Black Gem, Blue Knight, Eldorado, Freedom, Hiromi Red, Larry Ann, Queen Ann, Songria 10, Sundew, Yonemomo
VI	SfSh	Black Ruby, Kelsey Paulista, Kelsey, Mariposa
VII	ScSh	Angeleno, Gaia, Green Sun, Queen Rosa, Royal Diamond, Ruby Crunch, Ruby Queen, Sweet August
VIII	SeSh	African Delight, African Pride, Autumn Pride, Black Diamond, Black Gold, Black Late, Diamex, Earliqueen, John W., Ruby Star, Showtime, Souvenir
IX	SfSg	Golden Japan, Manchurian, Shiro, White Plum
X	ShSk	Elephant Heart, Explorer, Friar, Howard Sun, Golden Kiss, Redgold, Songold
XI	ScSe	AU Rosa, Autumn Giant, Black Splendor, Champion, Kesselman, Royal Garnet, Royal Zee, Roysum, Sweet Autumn, Sybarite
XII	SbSe	Black Jewell, Durado, Flavor King, Freya, Murietta, Pioneer, Saphire, Sparkly, Tomar
XIII	SeSf	Black Star, Morris, Primetime
XIV	SaSc	Crimson Glo, Sunkiss, White Queen
XV	SgSh	Bonnie, Ruby Sweet
XVI	SfSk	Kelsey, Weikeshum, Wickson
XVII	SbSo	Ambra, Olinda
XVIII	SaSf	Ozarkpremier, Terada
XIX	SbSd	Formosa, Harypickstone
XX	SbSk	Homeking Delicious

**Tabla 8.** Grupos de Incompatibilidad (G.I.) de variedades autoincompatibles de cerezo.

Cerezo		
G. I.	Alelos S	Variedades
I	$S_1S_2$	Canada Giant (Sumgita), Ferdouce, Starking Hardy Giant, Summit, Tulare
II	$S_1S_3$	Areko, Black Star, Coral, Cristalina, Early Robin (Doty), Early Van Compact, Lala Star, Prime Giant, Royal Lee, Rosie, Royal Ansel (Royal Bailey), Redstone, Regina, Samba (Sumste), Satin (Sumele), Sonnet, Sumbola, Van, Vera
III	$S_3S_4$	Belge, Bing, Karina, Lambert, Napoleon (Monzón, Royal Ann), Somerset, Sweet Lorenz, Sweet Valina, Ulster
IV	$S_2S_3$	Coralise (Gardel), Nimba, Sue, Vega
VI	$S_3S_6$	Ambrunés, Duroni 3, Ferdiva, Fertard, Fertille, Kordia, Pico Negro, Satonishiki, Stark's Gold (Dönissens Gelbe, Gold), Techlovan
VII	$S_3S_5$	Hedelfinger
IX	$S_1S_4$	Ebony Pearl, King, Rainier, Royal Brynn, Royal Lynn, Sweet Gabriel, Sylvia
X	$S_6S_9$	Folfer, Penny, Ramón Oliva
XIII	$S_2S_4$	Royalton, Sam, Vic
XIV	$S_1S_5$	Blanca de Provenza
XV	$S_5S_6$	Colney
XVI	$S_3S_9$	Burlat, Chelan, Moreau, Precoce Bernard, SMS-280, Tieton
XVII	$S_4S_6$	Larian, Royal Hazel, Royal Tenaya (Royal Marie)
XVIII	$S_1S_9$	Bigisol (Early Bigi), Brooks, Earlise (Rivedel), Marvin (Niran, 4-70), Rocket, Sweet Early (Panaro 1), Tamara
XIX	$S_3S_{13}$	Reverchon
XX	$S_1S_6$	Vanda

## Conclusiones

- Las necesidades agroclimáticas caracterizadas en este trabajo permiten la selección variedades que sean viables bajo las condiciones climáticas de la región de cultivo, así como estimar su adaptación futura ante posibles escenarios de cambio climático.
- Conocer las necesidades agroclimáticas de las variedades permite predecir sus fechas de floración y determinar qué variedades pueden coincidir en este periodo, garantizando así una polinización cruzada efectiva.
- La caracterización de los alelos de incompatibilidad permite la selección de variedades pertenecientes a distintos grupos, lo que asegura la selección de polinizadores compatibles.
- La integración de las necesidades agroclimáticas con la información de las relaciones de incompatibilidad permite diseñar plantaciones con variedades adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, genéticamente compatibles entre sí y que coincidan en floración

---

## Bibliografía

- Fadón, E., Herrera, S., Guerrero, B., Guerra, M., Rodrigo, J., 2020. Chilling and Heat Requirements of Temperate Stone Fruit Trees (*Prunus* sp.). *Agronomy* 10, 409. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030409>.
- Fadón, E., Herrero, M., Rodrigo, J., 2015. Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. *Sci. Hortic.* 192, 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.027>.
- Fishman, S., Erez, A., Couvillon, G.A., 1987. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Mathematical analysis of a two-step model involving a cooperative transition. *J. Theor. Biol.* 124, 473–483. [https://doi.org/10.1016/S0022-5193\(87\)80221-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(87)80221-7).
- Guerrero, B.I., Fadón, E., Guerra, M.E., Rodrigo, J., 2024. Perspectives on the adaptation of Japanese plum-type cultivars to reduced winter chilling in two regions of Spain. *Front. Plant Sci.* 15, 1343593. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1343593>.
- Guerrero, B.I., Guerra, M.E., Rodrigo, J., 2020. Establishing pollination requirements in japanese plum by phenological monitoring, hand pollinations, fluorescence microscopy and molecular genotyping. *J. Vis. Exp.* <https://doi.org/10.3791/61897>.
- Herrera, S., Hormaza, J.I., Lora, J., Ylla, G., Rodrigo, J., 2021. Molecular characterization of genetic diversity in apricot cultivars: current situation and future perspectives. *Agronomy* 11, 1714. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091714>.
- Lang, G.A., Early, J.D., Martin, G.C., Darnell, R.L., 1987. “Endo-, Para, and Ecodormancy: Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research.” *horts.* 22, 701. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.5.701b>.
- Luedeling, E., Girvetz, E.H., Semenov, M.A., Brown, P.H., 2011. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. *PLoS ONE* 6, e20155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020155>.
- Luedeling, E., Kunz, A., Blanke, M.M., 2013. Identification of chilling and heat requirements of cherry trees--a statistical approach. *Int. J. Biometeorol.* 57, 679–689. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0594-y>.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for ‘redhaven’ and ‘elberta’ peach trees. *horts.* 9, 331–332. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.9.4.331>.
- Weinberger, J.H., 1950. Chilling requirements of peach varieties. *HortScience* 56, 122–128.



Creado dentro del Plan Complementario de Agroalimentación AGROALNEXT en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU

