

Informe de resultados

Proyecto ADAPFRUTCC: Adaptación de variedades frutales al aumento de temperaturas durante el invierno para reducir el impacto del cambio climático en la producción de fruta



Con el apoyo de:



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Colabora:



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

Realiza:



ÍNDICE

Actividad 1. Caracterización fenológica y mantenimiento de los árboles del género *Prunus*

Resultado 1.1. Caracterización fenológica en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 1.2. Caracterización fenológica en Algarrobo-Costa (Málaga) (clima subtropical)

Resultado 1.3. Establecimiento de una colección de variedades en Badajoz (clima templado-cálido)

Actividad 2. Caracterización fenológica y mantenimiento de los árboles de PawPaw

Resultado 2.1. Caracterización fenológica en Zaragoza (clima templado-frío).

Resultado 2.2. Caracterización fenológica en Algarrobo-Costa (Málaga) (clima subtropical).

Resultado 2.3. Establecimiento de una colección de variedades en Badajoz (clima templado-cálido)

Actividad 3. Expresión génica durante la dormancia en diferentes condiciones climáticas.

Resultado 3.1. Metodología: muestreo secuencial, aislamiento y secuenciación de ARN

Resultado 3.2. Análisis bioinformático del transcriptoma.

Resultado 3.3. Estudio de expresión específico de genes candidatos

Actividad 4. Determinación del periodo de latencia de las especies de *Prunus*

Resultado 4.1 Caracterización del reposo en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 4.2 Caracterización del reposo en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Resultados 4.1.3 y 4.2.3 Comparación del reposo entre Zaragoza (clima templado-frío) y Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Resultados 4.1.4 y 4.2.4 Muestreo y fijación de yemas florales para estudios de biología floral en relación con el reposo y la acumulación de frío

Actividad 5. Determinación experimental del periodo de latencia del Pawpaw

Resultado 5.1 Determinación experimental del periodo del reposo del Pawpaw en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 5.2 Determinación experimental del periodo del reposo del Pawpaw en Algarrobo-Costa (Málaga) (clima subtropical)

Actividad 6. Determinación de las necesidades agroclimáticas de las especies de *Prunus*

Resultado 6.1 Cuantificación del frío y del calor de las variedades de *Prunus* en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 6.2 Cuantificación del frío y del calor de las variedades de *Prunus* en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Actividad 7. Evolución de las temperaturas invernales en el pasado, presente y futuro

Resultado 7.1 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 7.2 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Resultado 7.3 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Extremadura (clima intermedio)

Actividad 8. Análisis de los parámetros agroclimáticos en el pasado y en el futuro

Resultado 8.1 Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 8.2 Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Resultado 8.3 Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Extremadura (clima intermedio)

Actividad 9. Adaptación potencial de las variedades a futuras condiciones climáticas

Resultado 9.1 Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Zaragoza (clima templado-frío)

Resultado 9.2 Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Resultado 9.3 Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Extremadura (clima intermedio)

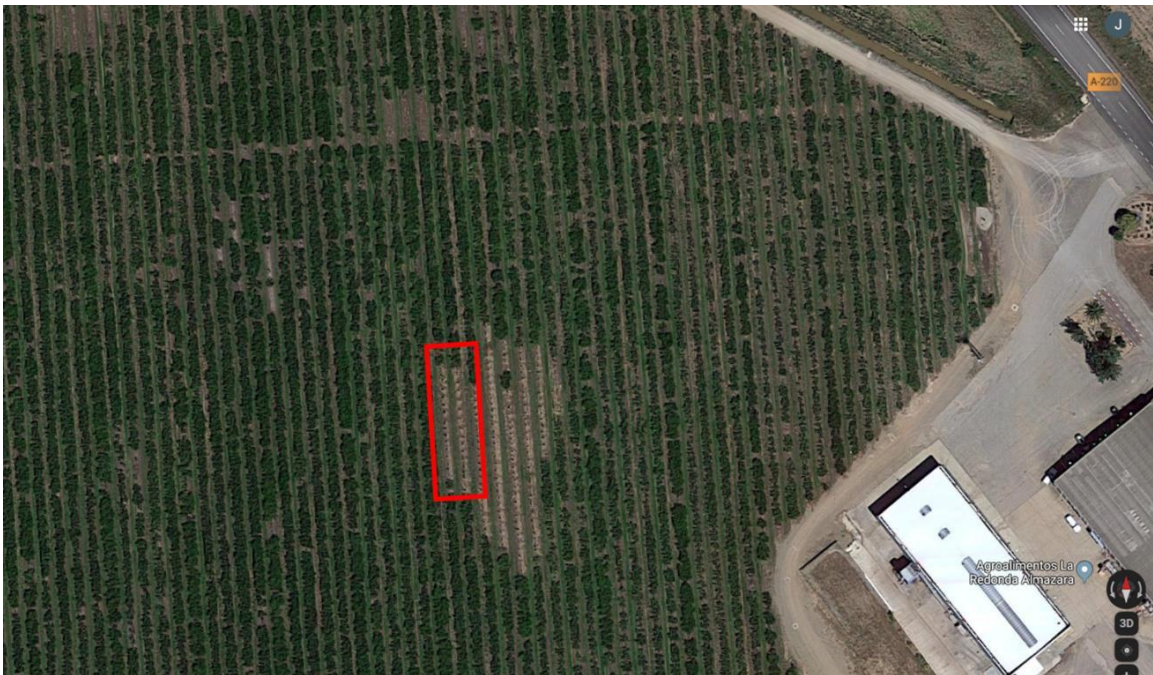
Actividad 1. Caracterización fenológica y mantenimiento de los árboles del género *Prunus*

Resultado 1.1. Plantación y caracterización fenológica de frutales de hueso en La Almunia de Doña Godina, Zaragoza

Plantación de albaricoquero, ciruelo japonés, melocotonero y cerezo ubicada en La Almunia de Doña Godina (Zaragoza) 41°27'10.1"N 1°21'05.0"W 403 msnm (**FV 1.1.1.1**)

Listado de variedades seleccionadas en cada especie (2 de albaricoquero, 2 de cerezo, 2 de ciruelo, 2 de melocotonero)

- Albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.): Maya Cot y Delice Cot
- Ciruelo Japonés (*Prunus salicina* Lindl.): Crimson Glo y Hiromi Red
- Melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch): Sugar Time y Alisio 20
- Cerezo (*Prunus avium* L.) Royal Tioga y Skeena



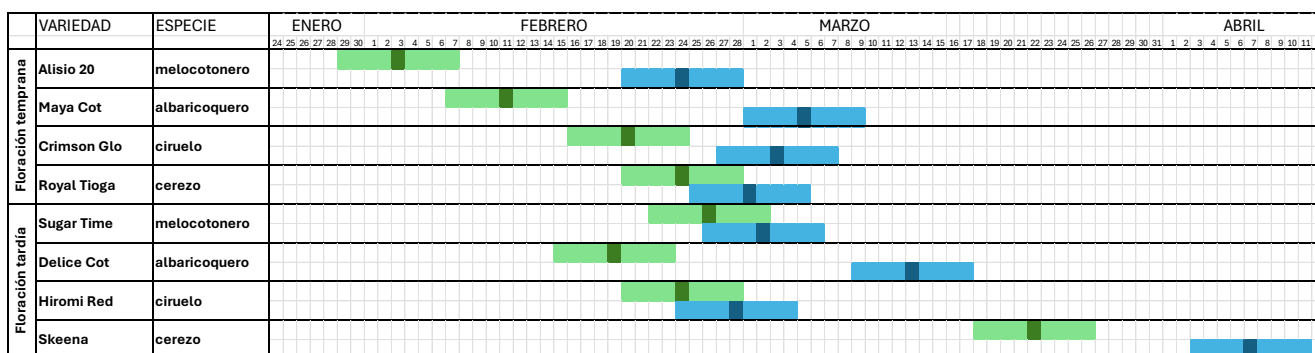
FV 1.1.1.1 Vista aérea de la plantación de la Almunia de Doña Godina, Zaragoza

Las fechas de floración mostraron mucha variación entre especies y variedades, la fecha más temprana registrada fue el 11 de febrero el primer año para el albaricoquero ‘Maya Cot’ y la más tardía el 7 de abril el segundo año para el cerezo ‘Skeena’ (FV 1.1.1.2).

FV 1.1.1.2 Tabla con las fechas de floración de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, durante dos años.

La Almunia (Zaragoza)			
	Variedad	Año	Floración
Floración temprana	Alisio 20 (melocotonero)	Año 1	3 feb
		Año 2	24 feb
	Royal Tioga (cerezo)	Año 1	24 feb
		Año 2	01 mar
	Crimson Glo (ciruelo)	Año 1	20 feb
		Año 2	03 mar
Maya Cot (albaricoquero)	Año 1	11 feb	
	Año 2	05 mar	
Floración tardía	Sugar Time (melocotonero)	Año 1	26 feb
		Año 2	02 mar
	Hiromi Red (Ciruelo)	Año 1	24 feb
		Año 2	27 feb
	Delice Cot (Albaricoquero)	Año 1	18 feb
		Año 2	13 mar
	Skeena (Cerezo)	Año 1	22 mar
		Año 2	07 abr

Se observaron grandes diferencias entre años en la fecha de floración de cada variedad. Sin embargo, el orden de floración de las variedades en cada año se mantuvo (FV 1.1.2.1 y FV 1.1.2.2).

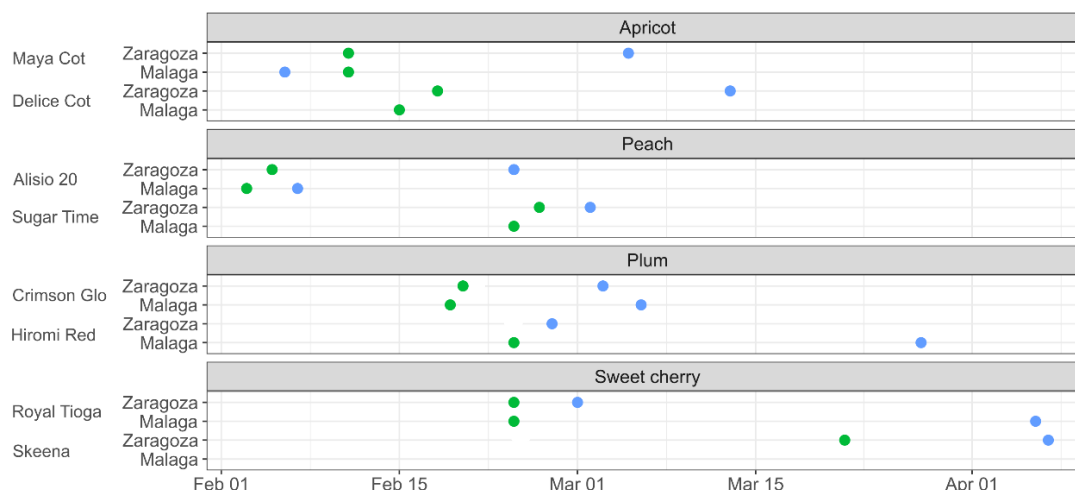


FV.1.1.2.1 Diagrama de épocas de floración de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, durante dos años (año 1 en verde, año 2 en azul).



FV 1.1.2.2. Floración en albaricoquero, cerezo, ciruelo y melocotonero en la plantación de frutales de hueso en la Almunia de Doña Godina

Las fechas de floración entre las dos localizaciones estudiadas fueron muy diferentes (**FV 1.1.3** y **FV 1.2.3**). Teniendo en cuenta las localizaciones, las fechas de floración ocurrieron antes en Zaragoza (clima templado-frío) que en Algarrobo-Costa (clima subtropical).



FV.1.1.3 (y **FV. 1.2.3**). Comparativa entre las fechas de floración de las dos localizaciones La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, y Algarrobo-Costa, Málaga, para cada variedad (**año 1 en verde, año 2 en azul**).

FV.1.1.4. Informe de actividades realizadas para el mantenimiento de la plantación.

Se ha mantenido la colección con las labores de poda de formación para mantener un sistema de formación de vaso abierto, y una poda anual de fructificación, primero con una prepoda mecánica y un repaso manual con tijeras eléctricas.

Se realiza un abonado de cobertera anual, con

Nitrógeno, Fósforo y Potasio:

40 kg N/ha, 25 kg P₂O₅/ha y 50 kg K₂O/ha

Riego y tratamientos fitosanitarios. Se instaló riego por goteo, a razón de dos goteros de 4 l/h por cada árbol, con un riego diario de 1 hora de duración durante los meses de verano. El control de las hierbas se ha realizado con la aplicación de herbicida en las filas, y con tratamientos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades siguiendo las pautas de producción integrada según los boletines de avisos y tratamiento del Centro de Protección Vegetal del Gobierno de Aragón. La Producción Integrada en Aragón es un sistema de producción agrícola sostenible que busca optimizar el uso de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental, utilizando métodos biológicos, químicos y técnicos compatibles con la protección del medio ambiente y la rentabilidad agraria.

Resultado 1.2. Plantación y caracterización fenológica de frutales de hueso en La Almunia de Doña Godina, Zaragoza en Algarrobo-Costa, Málaga (subtropical)

Plantación de albaricoquero, ciruelo japonés, melocotonero y cerezo ubicada en Algarrobo-Costa (Málaga) 36°45'41"N 4°02'37"W 34 msnm (FV 1.2.1.1)

Listado de variedades seleccionadas en cada especie (2 de albaricoquero, 2 de cerezo, 2 de ciruelo, 2 de melocotonero)

- Albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.): Maya Cot y Delice Cot
- Ciruelo Japonés (*Prunus salicina* Lindl.): Crimson Glo y Hiromi Red
- Melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch): Sugar Time y Alisio 20
- Cerezo (*Prunus avium* L.) Royal Tioga y Skeena

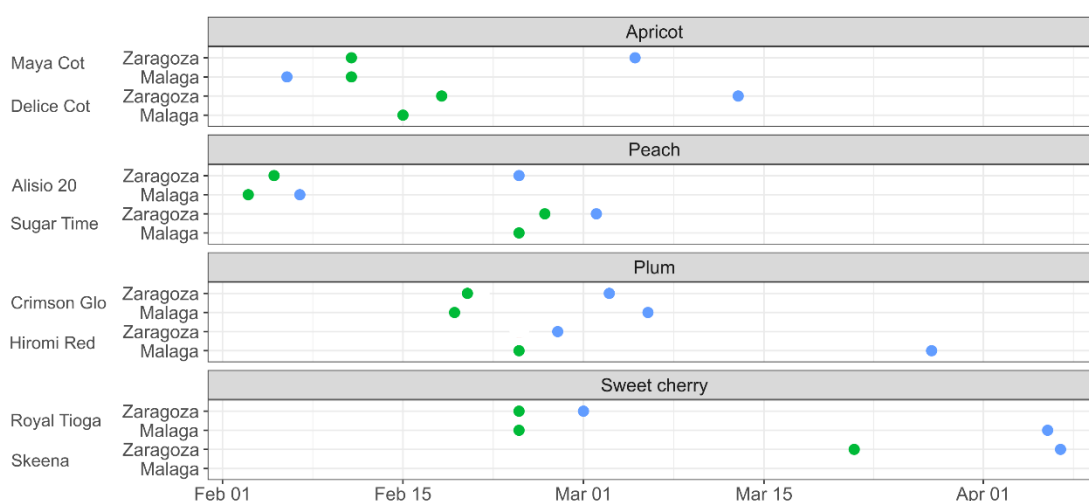


FV 1.2.1.1 Vista aérea de la plantación de Algarrobo-Costa, Málaga



FV 1.2.2.2. Plantación de frutales de hueso en Algarrobo-Costa. Vista de la plantación, ciruelo 'Crisom Glo', cerezo 'Royal Tioga', ciruelo 'Hiromi Red', y melocotonero 'Sugar Time'.

Las fechas de floración entre las dos localizaciones estudiadas fueron muy diferentes (**FV 1.2.3**). Teniendo en cuenta las localizaciones, las fechas de floración ocurrieron antes en Zaragoza (clima templado-frío) que en Algarrobo-Costa (clima subtropical). Esto es claramente debido a que la falta de frío en Algarrobo-Costa impidió a los árboles brotar con normalidad. Además, se registraron fechas de floración extremadamente tardías, como es el caso del ciruelo ‘Hiromi Red’ o el cerezo ‘Royal Tioga’ el segundo año, indicando una clara falta de adaptación. Además, las floraciones no fueron agrupadas, sino que las flores fueron apareciendo poco a poco, solapándose con otros estados fenológicos como la salida de hoja, y resultando en ratios de floración muy bajos, síntomas claros de falta de frío.



FV.1.2.3 (y FV. 1.1.3). Comparativa entre las fechas de floración de las dos localizaciones La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, y Algarrobo-Costa, Málaga, para cada variedad (año 1 en verde, año 2 en azul).

FV.1.2.4. Mantenimiento de la plantación.

Los trabajos de mantenimiento incluyen riego, fertilización, poda, tratamientos fitosanitarios y mantenimiento del suelo. El riego de estos árboles ha seguido la siguiente programación: 2 riegos/semana entre diciembre y mediados de mayo, 3 riegos por semana entre mediados de mayo y mediados de octubre

Se han realizado tratamientos fitosanitarios vía foliar utilizando una mochila de espalda de 15 l y han ido dirigidos principalmente al control de plagas como pulgón, cochinillas y araña roja, y de enfermedades como mildiu, antracnosis y oidio. El calendario de tratamientos ha sido el siguiente:

FECHAS	MATERIA ACTIVA
09/01, 21/02	Sulfato de cobre y aceite de parafina
26/04	Aceite de neem
28/06	Piriproxifen 10%
01/07	Azufre mojable
18/10	Caldo bordelés

El abonado se ha realizado a base de nitrato cálcico, nitrato potásico y microelementos. Estos abonos se han distribuido principalmente a través del riego y, en el caso del Sulfato de Zinc, con aplicaciones manuales, en círculos de 20-30 cm de diámetro, alrededor de los goteros. El calendario de aportaciones ha sido el siguiente:

Marzo: 25 g/planta de Sulfato de Zinc (22-24%)

Durante abril, mayo y junio: 250 g de Nitrato Cálcico (15,5 N+ 26,6 Oca), 15 g de quelato de hierro 6% tipo EDDHA

Durante julio, agosto, septiembre y mediados de octubre: 500 g de Nitrato potásico (13-0-46)

Para el mantenimiento del suelo, se ha dejado cubierta natural durante el invierno y la primavera para promover la presencia de fauna auxiliar beneficiosa en el control biológico de plagas y la polinización. Durante el verano, una vez que esta cubierta se ha secado, se ha procedido a su siega con desbrozadora de hilo, que se ha complementado con el arranque manual de flora arvense junto al tronco de los árboles y encima de la malla.

Respecto a la conducción de los árboles, se ha realizado poda de formación en invierno, buscando consolidar formas en vaso, poda en verde en verano, eliminando chupones, controlando la densidad de la copa y estimulando crecimiento con pinzamientos, y eliminación de brotes del portainjerto a lo largo del todo el año.

Resultado 1.3. Establecimiento de una colección en Badajoz (clima templado-cálido)

FV.1.3.1 y FV 1.3.2. Ubicación de la parcela, diseño de la plantación y realización de la plantación.

La parcela está ubicada dentro de la finca experimental del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Instituto de Investigaciones Agrarias “La Orden”. Término municipal de Lobón, coordenadas de la plantación 38.86166, -6.663785 (link <https://maps.app.goo.gl/nUv2tZsirNsUFsiH7>)



FV.1.3.1. Vista aérea de la parcela ubicada en Lobón, Badajoz

Listado de variedades seleccionadas en cada especie (2 de albaricoquero, 2 de cerezo, 2 de ciruelo, 2 de melocotonero)

- Albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.): Maya Cot y Delice Cot
- Ciruelo Japonés (*Prunus salicina* Lindl.): Crimson Glo y Hiromi Red
- Melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch): Sugar Time y Alisio 20
- Cerezo (*Prunus avium* L.) Royal Tioga y Skeena

La plantación de las variedades de albaricoquero y cerezo a raíz desnuda se realizó en marzo 2024, y las variedades de ciruelo y melocotonero en cepellón en octubre de 2024.



FV.1.3.2.1. Plantones recién plantados en la colección de frutales de hueso de Lobón, Badajoz, mayo de 2025



FV.1.3.2.2 Árboles jóvenes de albaricoquero (izquierda) y cerezo (derecha) en la colección de Lobón, Badajoz, mayo de 2025

FV.1.3.3. Establecimiento y mantenimiento de la plantación.

La plantación de frutales de hueso en Lobón, Badajoz, está situada en una parcela sin pendiente, con sistema de riego por goteo, con goteros de 4l/h autocompensantes, junto a otras plantaciones de frutales de hueso. Antes de la plantación, la parcela estuvo en rotación con siembra de leguminosas para enriquecer el suelo en fijación de nitrógeno, con laboreo profundo y descanso productivo.

Antes de la plantación de los árboles, se preparó el suelo desnudo, mediante a) nivelación y eliminación de restos del cultivo anterior, b) laboreo profundo mediante volteo de la tierra con una vertedera de 50 cm de profundidad, c) laboreo superficial poco antes de la plantación. A continuación, se realizó el replanteo con cañas con un marco de 6x5, la apertura de hoyos, colocación de tutores y finalmente la colocación de los árboles. Los árboles se plantaron a la profundidad que se encontraban en el vivero, de forma que la unión del injerto se mantuvo por encima del suelo.

Tras la colocación de los árboles, se realizó un riego denominado de apoyo, con el objeto de asegurar el contacto de las raíces con el suelo. Al día siguiente se procedió a la instalación de las mangueras de riego, que localizan un gotero a unos 20 cm del tronco. Se prevé que estos goteros sean desdoblados (duplicados) en la siguiente campaña, acorde al crecimiento radicular reflejado en el volumen de copa desarrollado por cada variedad.

Se ha realizado un abonado de fondo a primeros de año a razón de 400 kg/ha y abonado de cobertera tras la floración con Nitrato amónico cálcico.

La cubierta vegetal de las calles es espontánea, que es desbrozada regularmente para evitar la competencia con los árboles en crecimiento. Para las líneas de árboles se aplican herbicidas de forma manual, con mochila y pantalla protectora para proteger las estructuras de estos árboles en formación ya que son aún de pequeño tamaño.

Los tratamientos fitosanitarios de insecticidas, fungicidas y acaricidas con distintas materias activas específicas han sido aplicados para cada plaga/enfermedad con cuidado de rotarlas para no generar resistencias, siguiendo las indicaciones del Reglamento Técnico de la Comunidad Autónoma de Extremadura. La Producción Integrada es un sistema agrario de producción, transformación y comercialización que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y asegura a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos, químicos y otras técnicas que compatibilicen la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, de acuerdo con los requisitos que se establezcan para cada producto en el correspondiente Reglamento Técnico, siendo de aplicación a los productos obtenidos, transformados y comercializados en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

En el año de la plantación, durante el verano cada árbol se regó con 1 gotero de 4 l/h, comenzando a mediados de abril hasta mediados de octubre. Las dosis se adecuaron en función de la meteorología del año.

La tasa de supervivencia de los árboles en julio de 2025 un año después de la plantación es del 100%.

Actividad 2. Caracterización fenológica y mantenimiento de los árboles de PawPaw

Resultado 2.1. Plantación y caracterización fenológica de pawpaw en Zaragoza (clima templado-frío).

Plantación de pawpaw ubicada en la parcela experimental del CITA, Montañana (Zaragoza) 41°43'27.6"N 0°49'08.3"W 218 msnm (FV 2.1.1.1).



FV 2.1.1.1. Vista aérea de la plantación de pawpaw en Zaragoza

Antes de la plantación de los árboles, se preparó el suelo desnudo, mediante a) nivelación y eliminación de restos del cultivo anterior, b) Laboreo profundo mediante volteo de la tierra con una vertedera de 50 cm de profundidad, c) laboreo superficial.

La plantación se realizó en marzo, cuando los árboles se encontraban en reposo. Se realizó el replanteo con cañas, la apertura de hoyos, colocación de tutores y finalmente la colocación de los árboles. Los árboles se plantaron a la profundidad que se encontraban en el vivero, de forma que la unión del injerto se mantuvo por encima del suelo.

Tras la colocación de los árboles, se realizó un riego denominado de apoyo, con el objeto de asegurar el contacto de las raíces con el suelo. En la actualidad la colección está compuesta por 24 árboles (FV 2.1.1.2).

FV 2.1.1.2. Variedades de pawpaw y número de árboles de cada una en la plantación de Zaragoza

Mango (1 árbol)	Susquehanna (4)
Senandoah (4)	Belle (1)
NC-1 (4)	Allegheny (4)
Taylor (1)	Overleese (5)

FV.2.1.4. Establecimiento y mantenimiento de la plantación

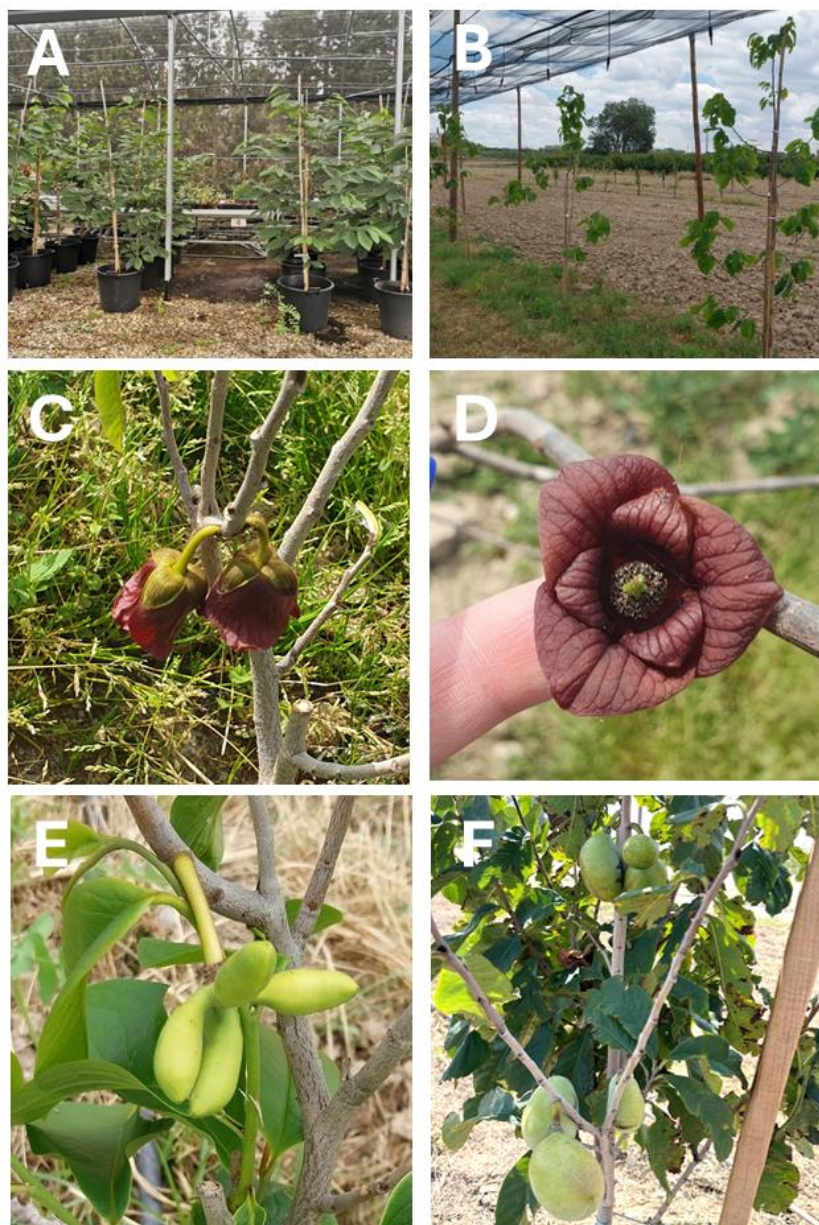
La mayoría de los árboles plantados en un proyecto anterior murieron. La comparación de las condiciones de Zaragoza con la zona originaria del cultivo nos llevó a pensar que las condiciones extremas del verano en Zaragoza no eran adecuadas para los árboles. Las temperaturas extremadamente altas, la baja humedad ambiental y la alta radiación hicieron que los árboles jóvenes murieran.

Para solventar el problema se procedió a realizar una nueva plantación, pero instalando un sistema de sombreado (FV 2.1.4.1), similar al de Badajoz (FV 2.3.3.3).



FV 2.1.4.1. Instalación de malla de sombreado en la plantación de Zaragoza

Para mejorar la adaptación a las condiciones climáticas de Zaragoza, se tomaron una serie de medidas (FV 2.1.4.2) En primer lugar, los plantones se plantaron en macetas grandes (100 l) y se mantuvieron el primer verano en el umbráculo con riego por goteo y nebulizadores, para reducir la radiación, la temperatura y se incrementaba la humedad ambiental. Los árboles respondieron muy bien a estas condiciones alcanzando más de 2 m (A). Durante el invierno siguiente, estos árboles se plantaron en campo, pero para ello se cubrió la parcela con una malla de sombreo y se instalaron nebulizadores para (B). Estos árboles se adaptaron bien a las nuevas condiciones de la plantación (C). Ya durante ese primer año se observaron las primeras flores (D) y frutos (E) que llegaron a madurar (F).



FV 2.1.4.2. Colección de Paw paw de Zaragoza. A. Árboles de un año en maceta en el humbráculo. **B.** Plantación de la colección en campo con malla de sombreo y nebulizadores. **C.** Floración del Paw paw. **D.** Detalle de la flor de Paw paw. **E.** Crecimiento incipiente de los frutos. **F.** Frutos maduros.

Las labores de mantenimiento (**FV 2.1.4.3**) fueron similares a las utilizadas para la colección de *Prunus* en La Almunia de Doña Godina, Zaragoza (FV.1.2.4). Se realiza un abonado de cobertera anual, con 40 kg N/ha, 25 kg P₂O₅/ha y 50 kg K₂O/ha.

Riego y tratamientos fitosanitarios. Se instaló riego por goteo, a razón de dos goteros de 4 l/h por cada árbol, con un riego diario de 1 hora de duración durante los meses de verano. El control de las hierbas se ha realizado con la aplicación de herbicida en las filas, y con tratamientos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades siguiendo las pautas de producción integrada según los boletines de avisos y tratamiento del Centro de Protección Vegetal del Gobierno de Aragón. La Producción Integrada en Aragón es un sistema de producción agrícola sostenible que busca optimizar el uso de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental, utilizando métodos biológicos, químicos y técnicos compatibles con la protección del medio ambiente y la rentabilidad agraria.

Resultado 2.2. Plantación y caracterización fenológica de pawpaw Algarrobo-Costa (Málaga) (clima subtropical).

Plantación de pawpaw ubicada en Algarrobo-Costa (Málaga) 36°45'41"N 4°02'37"W 34 msnm (FV 2.2.1.1, colindante con la colección de *Prunus* (FV1.2.1.1))



FV 2.2.1.1 Vista aérea de la plantación de pawpaw en Algarrobo-Costa, Málaga

Listado de variedades de pawpaw (dos árboles por variedad) (FV2.2.1.2):

A.t. Davis	Taylor
Mango	Belle
Senandoah	Mary foo's
NC-1	Rebecca's Gold
PA Golden 4	Sweet Alice
Prima 1216	Ithaca
Prolific	Allegheny
SAA Zimmerman	Overleese
Sunflower	Susquehanna

Los árboles se han cubierto con malla de sombreo individual (FV 2.2.4.2)



FV 2.2.4.2. Colección de paw paw de Algarrobo-Costa. Árboles en bancales, cubiertos individualmente con malla de sombreo.

Resultado 2.3. Establecimiento de una colección de variedades de pawpaw en Badajoz (clima templado-cálido)

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Instituto de Investigaciones Agrarias “La Orden”.

Término municipal de Lobón. Coordenadas de la plantación 38.861578, -6.664575, Lobón, Badajoz



FV.2.3.1.1. Vista aérea de la parcela ubicada en Lobón, Badajoz

Listado de variedades de pawpaw (dos árboles por variedad) (**FV2.3.1.2**):

Allegheny
Halvin
Kentucky Champion
Maria's Joy
Mary foo's
Overleese
Prima 1216
Rebeca's Gold
Shenandoah
Sunflower
Susquehanna
Wells

En mayo de 2025 no han entrado aún en producción, por lo que no hay datos de floración.

FV 2.3.2 y 2.2.3. Actividades realizadas incluyendo preparación del terreno y plantación

Para poder establecer la plantación de paw paw, se realizó un paso de subsolador, posteriormente fue homogeneizado mediante el uso de un rotovator, que permitió mejores condiciones para llevar a cabo el marcaje.

La localización exacta de cada planta fue señalizada mediante marcaje con GPS en un marco de 6x5m, generándose dos filas de plantas. Las plantas vinieron en maceta que fueron mantenidas en umbráculo durante su reposo hasta el momento de colocarlas en el campo ya con condiciones favorables de primavera. Una vez localizado y marcado cada punto de plantación, se llevaron a cabo los hoyos de plantación que fueron previamente humedecidos. Se colocaron las plantas guiadas con los tutores que traían en las macetas para mantenerlas erguidas y se realizaron alcorques alrededor de las mismas para un primer riego manual que se llevó a cabo el mismo día de la plantación. Al día siguiente se llevó a cabo la instalación de las gomas de riego, teniendo un gotero autocompensante de 4 l/h cada planta a unos 20 cm de la base (**FV 2.3.2.1 y FV 2.3.2.2**).



FV 2.3.2.1. Árboles de pawpaw en maceta antes de ser plantados, instalación del riego, primer verde



FV 2.3.2.2. Árboles de pawpaw en segundo verde

Abonado, riego, poda y tratamientos fitosanitarios

Los riegos durante el primer año de plantación fueron con la misma asiduidad que el resto de plantaciones de *Prunus colindantes*, a diferencia del número de gotero por árbol que en este caso fue únicamente uno. El estado de abastecimiento de agua fue revisado periódicamente para evitar la posibilidad de encharcamiento o de déficit de riego.

Dado que la experiencia previa de las plantas de paw paw respecto a la insolación en Zaragoza (FV 2.1.4.1), se diseñó y fabricó una estructura de sombreo llevado a cabo por el propio equipo del centro. Se prepararon estructuras de sombreo que sujetan mallas movibles de sombreo que protegen los árboles de la insolación directa durante el verano. Para llevar a cabo esta estructura de sombreo se construyeron en el propio centro, en la fragua, estructuras de hierro con postes IPN de sujeción, así como tensores, alambre y otros materiales necesarios. Estas estructuras se anclaron al suelo sobre bloques de hormigón elaborados in situ por el personal responsable de albañilería del centro. Los huecos para generar estos bloques de hormigón fueron llevados a cabo mediante el uso de una hoyadora de mayores dimensiones de manera que generara un bloque de hormigón lo suficientemente fuerte para sostener dicha estructura. El anclaje de la estructura al suelo se realizó mediante el uso de placas metálicas y tornillos de acero por el propio personal del centro (**FV 2.3.3**).

Los tratamientos fitosanitarios de insecticidas, fungicidas y acaricidas con distintas materias activas específicas han sido aplicados para cada plaga/enfermedad con cuidado de rotarlas para no generar resistencias, siguiendo las indicaciones del Reglamento Técnico de la Comunidad Autónoma de Extremadura. La Producción

Integrada es un sistema agrario de producción, transformación y comercialización que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y asegura a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos, químicos y otras técnicas que compatibilicen la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, de acuerdo con los requisitos que se establezcan para cada producto en el correspondiente Reglamento Técnico, siendo de aplicación a los productos obtenidos, transformados y comercializados en la Comunidad Autónoma de Extremadura.



FV 2.3.3. Instalación de malla de sombreo en la plantación de pawpaw de Badajoz

Actividad 3. Expresión génica durante la dormancia en diferentes condiciones climáticas.

En los frutales de hoja caduca de clima templado, la correcta secuencia de las fases del reposo (endodormancia → ecodormancia) es esencial para sincronizar la floración primaveral con condiciones ambientales favorables y, en consecuencia, asegurar cuajado y la obtención de fruta. La interrupción de este delicado acoplamiento por inviernos más cálidos —una de las señales más consistentes del cambio climático en regiones mediterráneas— reduce la acumulación de frío invernal, desordena la brotación y la floración, y provoca cosechas irregulares. Los requerimientos de frío (para superar la endodormancia) y de calor (para completar el desarrollo hasta floración) son rasgos clave de adaptación varietal, fuertemente modulados por la interacción genotipo × ambiente.

Aunque se han identificado genes candidatos asociados al reposo (como la familia DORMANCY-ASSOCIATED MADS-box, DAM) en varios *Prunus*, siguen existiendo lagunas de conocimiento, ya que la mayor parte de los análisis transcriptómicos se ha realizado en una única condición ambiental. En este trabajo se han comparado variedades con distintos requerimientos de frío en climas contrastantes.

Resultado 3.1. Metodología: extracción y análisis de RNA durante el reposo de dos variedades de ciruelo en dos localizaciones de diferentes condiciones climáticas

FV 3.1.1. Se estudió la fenología y la expresión génica en yemas florales de dos variedades de ciruelo: ‘Hiromi Red’ (HR, alto requerimiento de frío y floración tardía) y ‘Crimson Glo’ (CG, bajo requerimiento de frío y floración temprana). Se cultivaron en dos zonas climáticas: La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, de clima frío semiárido continental, y Algarrobo-Costa, Málaga, de clima mediterráneo subtropical.

Se muestrearon brotes y yemas florales de árboles de la misma edad y patrón, de las variedades HR y CG, en las dos localidades. Se muestrearon tres momentos clave del periodo de reposo invernal definidos fisiológicamente: T0 = dormancia completa; T1 = liberación de endodormancia; T2 = reactivación temprana (plena actividad tras reposo). A partir de RNA-seq se caracterizaron los transcriptomas y se analizaron genes candidatos asociados a la transición de dormancia.

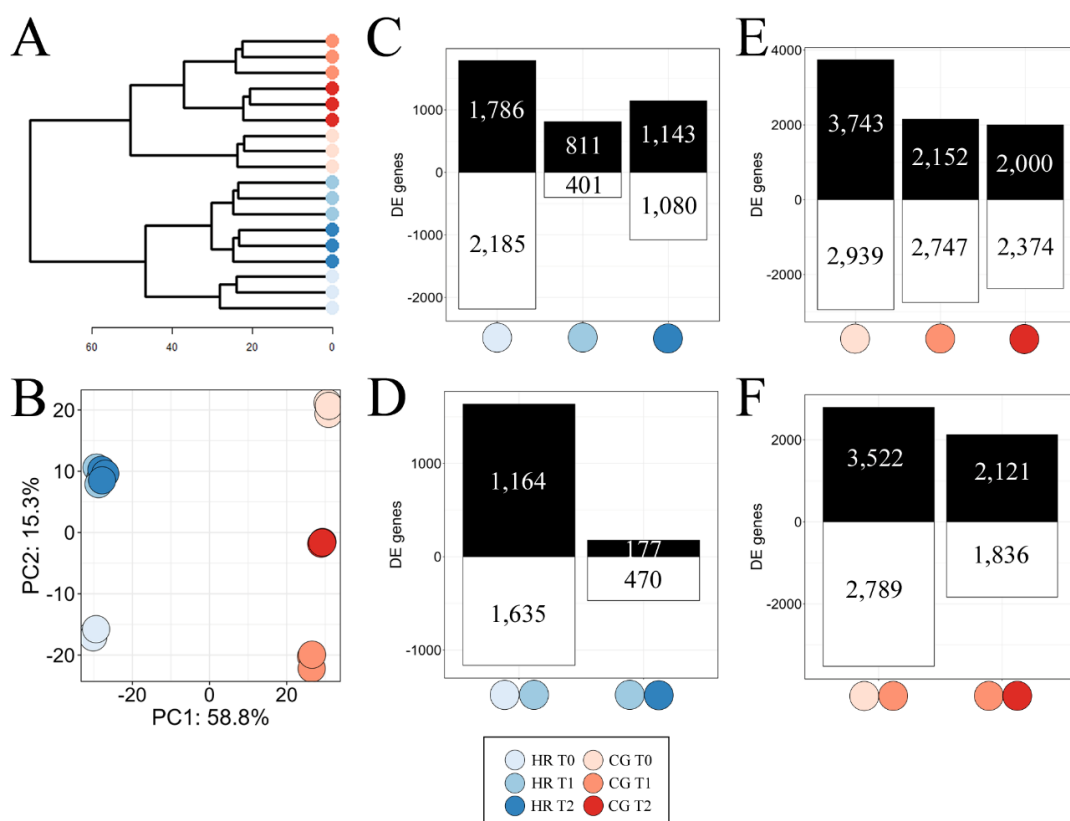
Para cada combinación cultivar × localidad × tiempo (T0, T1, T2) se recolectaron yemas y se agruparon en tres réplicas biológicas, que se almacenaron a -80 °C. El ARN total se extrajo con Total RNA Purification Kit (Norgen) y se trató con TURBO DNA-free para eliminar ADN. Se obtuvieron 36 muestras (0,74–2,56 µg ARN) para construcción de bibliotecas y secuenciación Illumina NovaSeq 6000 (lecturas pareadas 150 bp).

Para el procesamiento bioinformático y análisis de expresión diferencial, las lecturas se controlaron con FastQC. Se alinearon al genoma de *P. salicina* ‘Sanyueli’ v2.0 (GDR) mediante STAR y se cuantificaron con RSEM. Las cuentas génicas se normalizaron con la transformación VST de DESeq2 (R). Se generaron PCA, agrupamientos jerárquicos, boxplots y mapas de calor. Para detectar regulación asociada a estadios de dormancia se aplicó DESeq2 (ajuste BH, p adj < 0.01) en dos niveles: (i) comparación de cada estadio con la media de los otros dos dentro de cada cultivar y localidad; (ii) contrastes pareados T0 vs T1 y T1 vs T2 para explorar la dinámica transicional.

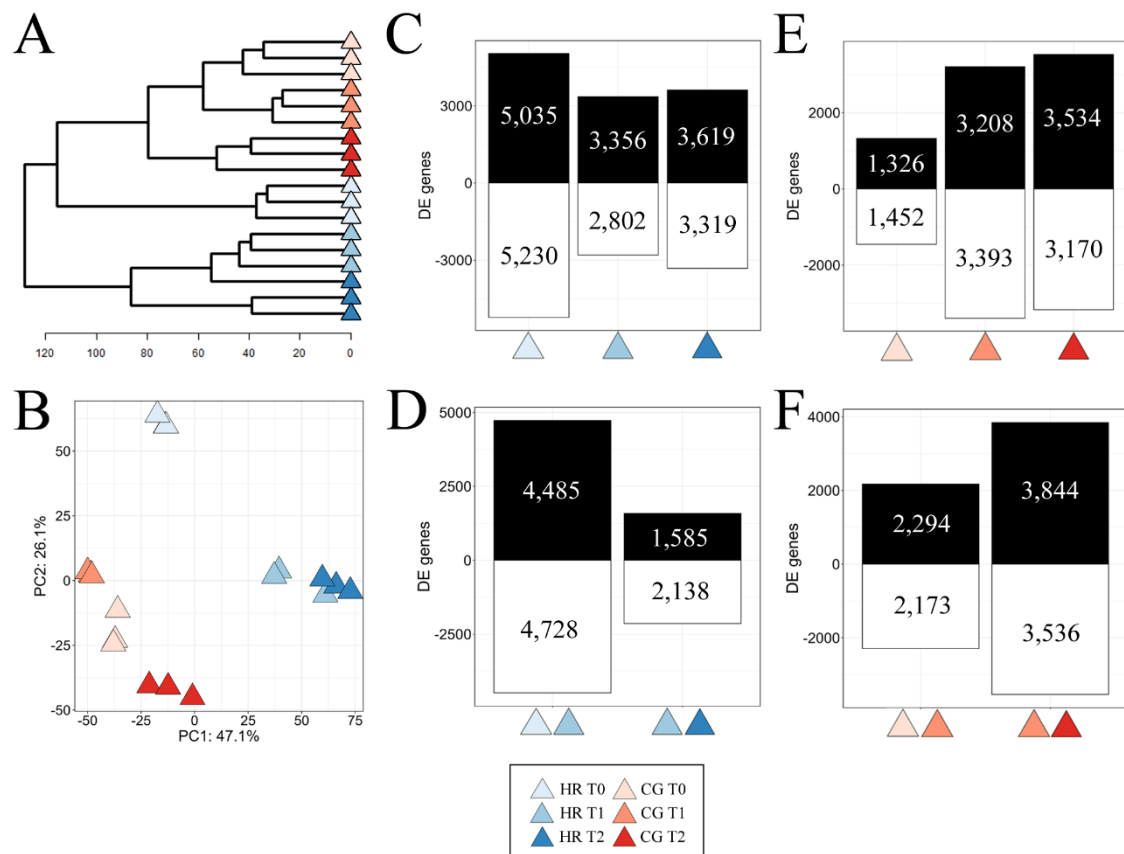
Resultado 3.2. Resultados: estudio de expresión de genes candidatos. Análisis bioinformático del transcriptoma.

FV 3.2.1. Los 36 conjuntos de datos produjeron ~41–57 millones de lecturas por muestra, con tasas de alineamiento de ~84–86% al genoma de referencia, lo que respalda una cobertura robusta.

Dinámica de genes diferencialmente expresados (DEGs). En el clima semiárido, CG mostró números muy altos de DEGs en todos los estadios, con un máximo en T0 (~6.700 genes) y fuerte reprogramación antes de T1. HR presentó menos DEGs globales; el mayor número apareció en T0 (~4.000), descendiendo drásticamente tras la liberación. El recuento de DEGs antes vs después de T1 se redujo ~77% en HR, indicando un perfil más estable una vez satisfecha sus altas necesidades de frío (**FV 3.2.2.1.**). En el clima subtropical mediterráneo, el patrón se invirtió parcialmente. HR exhibió un gran pico de DEGs en T0 (≈5.000 up + 5.000 down), mientras CG mostró una respuesta más moderada en ese estadio. Tras T1, la actividad transcripcional aumentó en ambos, pero especialmente en CG a T2, señalando una mayor plasticidad bajo temperaturas suaves (**FV 3.2.2.2.**).

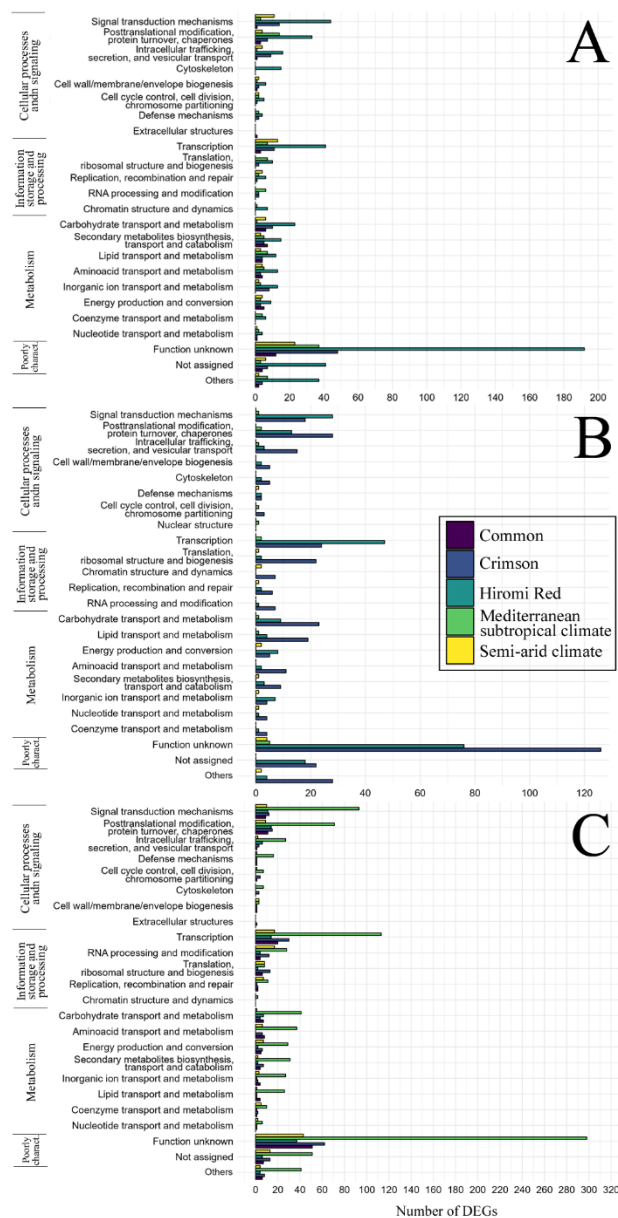


FV 3.2.2.1. Datos de mRNA-seq para las variedades de ciruelo japonés "Hiromi Red" (HR, azul) y "Crimson Glo" (CG, rojo) en condiciones semiáridas en tres etapas de dormancia. (A) Dendrograma de agrupamiento jerárquico y (B) PCA de las bibliotecas de mRNA-seq, ambos mostrando que las réplicas son similares entre sí. (C) Número de genes específicos de etapa significativamente expresados en HR. (D) Número de genes diferencialmente expresados entre T0 y T1, y entre T1 y T2 en HR. (E) Número de genes específicos expresados en CG. (F) Número de genes diferencialmente expresados entre las etapas temprana y media, y entre las etapas media y tardía en CG. C, D, E, F: valor P ajustado < 0,01; negro: genes sobreexpresados; blanco: genes subexpresados. Dormancia completa (T0): color claro; liberación de dormancia (T1): color normal, y recuperación completa (T2): color oscuro.



FV 3.2.2.2. Vista general del conjunto de datos de mRNA-seq para las variedades de ciruelo japonés "Hiromi Red" (HR, azul) y "Crimson Glo" (CG, rojo) bajo condiciones climáticas mediterráneas subtropicales a lo largo de tres etapas de dormancia. (A) Dendrograma de agrupamiento jerárquico y (B) PCA de las bibliotecas de mRNA-seq, ambos mostrando que las réplicas son similares entre sí. (C) Número de genes específicos de etapa significativamente expresados en HR. (D) Número de genes diferencialmente expresados entre las etapas temprana y media, y entre las etapas media y tardía en HR. (E) Número de genes específicos de etapa significativamente expresados en CG. C, D, E, F: valor P ajustado < 0,01; negro: genes sobreexpresados; blanco: genes subexpresados. Dormancia completa (T0): color claro; liberación de dormancia (T1): color normal, y recuperación completa (T2): color oscuro.

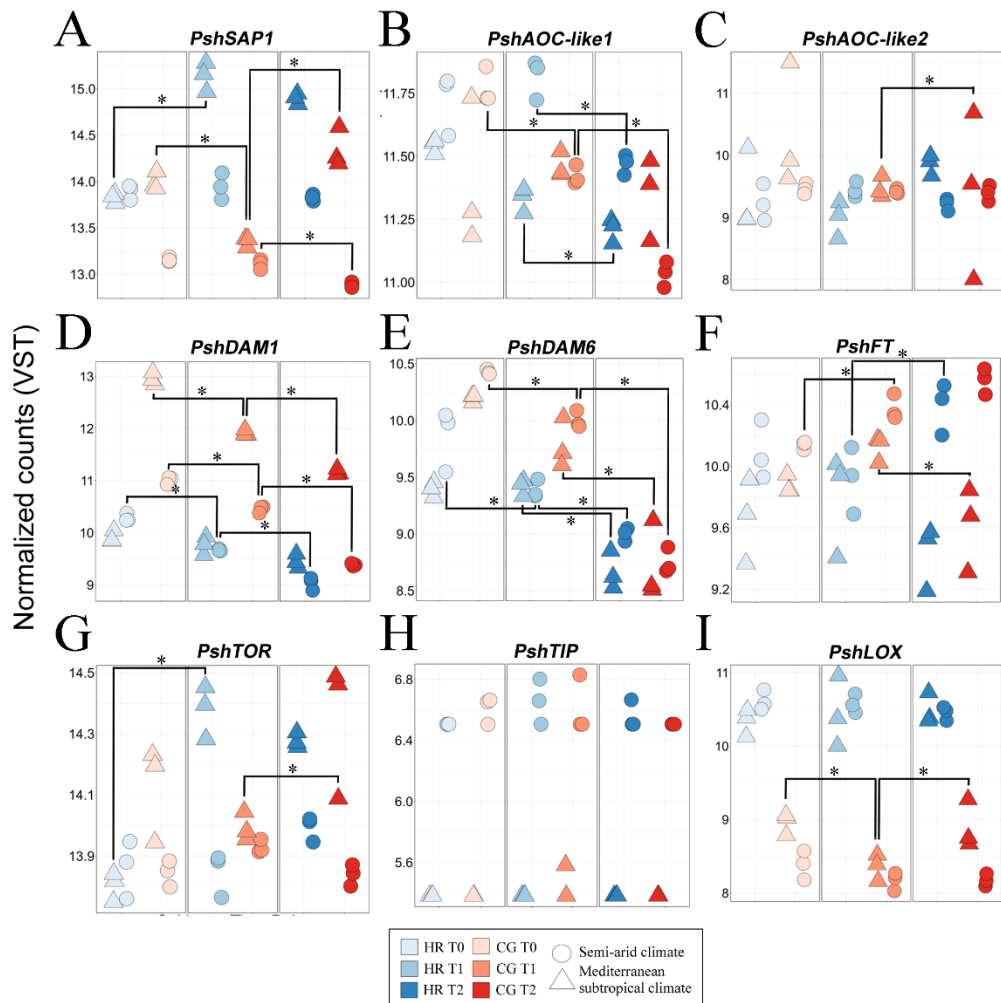
Tendencias funcionales por categorías COG. Agrupando DEGs en categorías COG emergieron tres macro-bloques dominantes: Metabolismo (13–49%), Almacenamiento de información / procesamiento (5–30%) y Procesos celulares y señalización (6–40%). Durante T0 predominó el metabolismo básico (p. ej., transporte de carbohidratos), reflejando ajustes energéticos y osmorregulatorios para el mantenimiento de la viabilidad en reposo. Categorías de Transcripción, Transducción de señales y Modificación postraduccional / recambio proteico fluctuaron entre estadios y climas, sugiriendo modulación fina de redes reguladoras. Valores consistentemente bajos en Defensa, Biosíntesis de metabolitos secundarios, División celular y Estructuras extracelulares confirman la supresión relativa de crecimiento y defensa activa durante la dormancia profunda. Una fracción considerable de genes quedó sin asignación funcional clara, subrayando procesos aún poco caracterizados en *Prunus* (FV 3.2.2.3).



FV 3.2.2.3. Distribución del número de *Clusters of Orthologous Groups* (COG) en el análisis de clasificación funcional entre 23 categorías usando *eggNOG-mapper*. (A) Dormancia completa, (B) Liberación de dormancia, y (C) Recuperación completa.

Comportamiento de genes candidatos asociados a dormancia y estrés. Se identificaron genes ortólogos putativos y se examinó su expresión (**FV 3.2.2.4**).

- PshDAM1 & PshDAM6: Alta expresión en T0, descenso progresivo hacia T2 en ambos climas; la caída fue más pronunciada en CG y bajo condiciones cálidas
- FT-like: Aumentó tras T1/T2 en el clima frío, pero disminuyó tras T1 en el clima cálido, sugiriendo retroalimentación negativa cuando el frío es limitante.
- SAP1: Expresión sensible al ambiente; picos asociados a la etapa de liberación en HR bajo clima cálido y fluctuaciones en CG, apoyando un papel en respuesta a estrés y regulación del crecimiento celular en condiciones subóptimas de frío.
- TOR-like: Incremento tras la liberación, especialmente en el sitio cálido, vinculado a la reactivación del crecimiento
- TIP-like: Sin cambios consistentes entre estadios o climas, lo que sugiere que la regulación de acuaporinas tonoplásticas puede ser más post-transcripcional.
- AOC-like1 / AOC-like2 & LOX-like: Componentes de la vía del ácido jasmónico. Las variaciones sutiles indican que el canal oxilipínico podría modularse finamente o manifestarse a niveles temporales distintos de los muestreados.



FV 3.2.2.4. Conteos de expresión normalizados mediante VST para las variedades de ciruelo japonés "Hiromi Red" (azul) y "Crimson Glo" (rojo) bajo condiciones climáticas semiáridas y mediterráneas subtropicales a lo largo de tres etapas de dormancia en marcadores conocidos: A) STRESS-ASSOCIATED PROTEIN1 (SAP1); B) ALLENE OXIDE CYCLASE (AOC)-like 1; C) ALLENE OXIDE CYCLASE (AOC)-like 2; D) PshDAM1; E) PshDAM6; F) FLOWERING LOCUS T (FT); G) TARGET OF RAPAMYCIN (TOR)-like; H) TONOPLAST INTRINSIC PROTEIN (TIP)-like; e I) LIPOXYGENASE (LOX)-like. Dormancia completa (T0): color claro; liberación de dormancia (T1): color normal, y recuperación completa (T2): color oscuro. El clima semiárido está representado por círculos (○), mientras que el clima mediterráneo subtropical está representado por triángulos (△).

Implicaciones para selección varietal y manejo en un clima cambiante

1. Marcadores moleculares potenciales: La represión de DAM, los picos de SAP1 y la modulación de TOR podrían servir como indicadores tempranos del estado de dormancia y de la adecuación del frío acumulado, tras validación multianual.
2. Plasticidad cultivar-específica: CG parece más flexible tras inviernos suaves; HR requiere estrategias de compensación de frío (sitio, portainjertos, manejo de carga) o apoyo con tratamientos químicos si el frío es insuficiente.
3. Modelización fenológica mejorada: Integrar datos transcriptómicos con modelos de acumulación de frío/calor podría refinar la predicción de floración en escenarios de calentamiento global.
4. Programas de mejora: La diversidad estructural en genes DAM y la respuesta diferencial de redes de señalización/estrés ofrecen dianas para seleccionar genotipos resilientes a inviernos cálidos sin sacrificar calidad de fruta.

En conclusión, la dormancia en el ciruelo japonés resulta de la interacción entre el clima y el genotipo, con redes génicas altamente dinámicas que responden al frío y al calor acumulado. Los genes DAM destacan como reguladores clave, mientras que otros genes relacionados con estrés y energía complementan la comprensión de la transición hacia la floración. Este trabajo confirma que no existe un patrón universal de expresión génica durante la liberación de la dormancia, lo que subraya la necesidad de estrategias de manejo adaptadas a cada cultivar y región. A su vez, la integración de transcriptómica con modelos de frío y calor ofrece herramientas valiosas para anticipar los efectos del cambio climático y orientar la selección de variedades más resilientes.

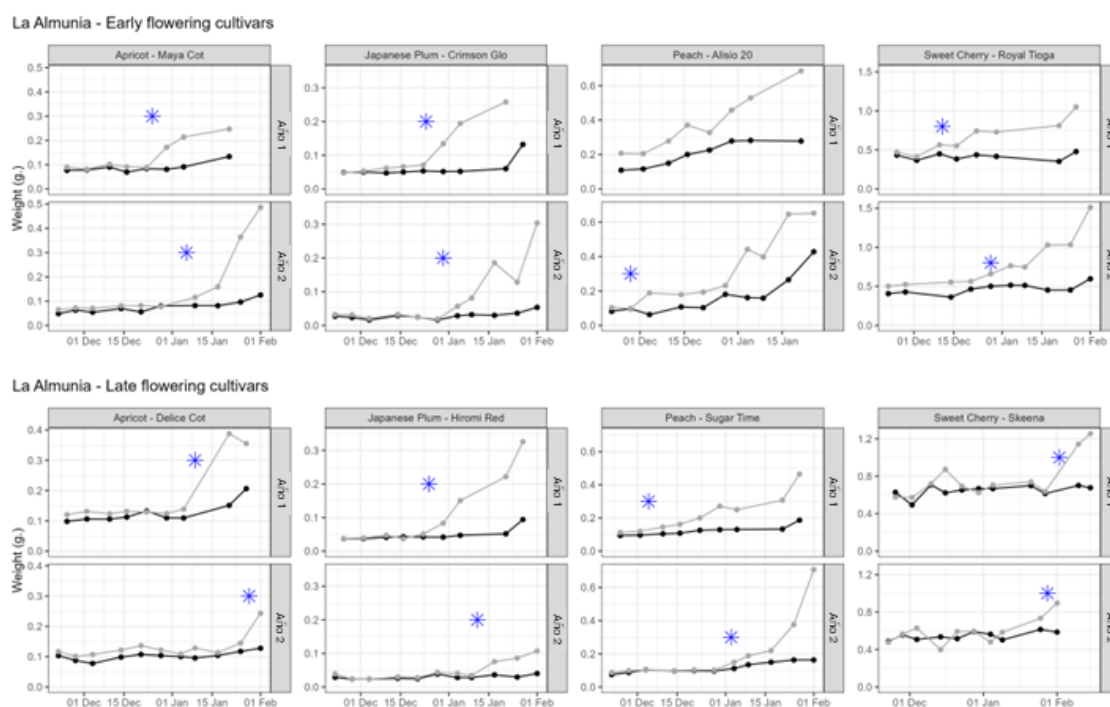
Actividad 4. Determinación del periodo de latencia de las especies de *Prunus*

Los frutales de clima templado, como son las especies de *Prunus* o frutales de hueso, presentan unas necesidades de frío invernal para florecer que son específicas para cada especie y variedad. Los frutales de hueso establecen un periodo de reposo durante el invierno para sobrevivir a las bajas temperaturas, y para recobrar la capacidad de crecer y florecer en primavera tienen que acumular frío. La determinación del periodo de acumulación de frío necesario para florecer se puede realizar experimentalmente mediante ensayos de forzado de varetas. Este ensayo consiste en el muestreo semanal de varetas con yemas de flor durante el invierno para exponerlas a temperaturas cálidas (20°C) durante 8 días en una cámara de crecimiento. La evaluación de si las yemas responden a este tratamiento se realiza pesando 10 yemas florales antes y después, cuando el incremento de peso es de un 30% se considera que ya se ha acumulado suficiente frío. En este proyecto se han evaluado los periodos de frío de dos variedades (una de floración temprana y otra de floración tardía) de cuatro especies de *Prunus* (albaricoquero, ciruelo japonés, melocotonero y cerezo) durante dos años en dos localizaciones, en Zaragoza con un clima templado-frío y en Algarrobo-Costa con un clima subtropical.

Este ensayo se ha aprovechado además para muestrear yemas florales para posteriormente analizarlas y poder continuar la investigación respecto al desarrollo floral y la biología de la yema respecto al reposo y la acumulación de frío. Para ello se han seguido dos líneas, por un lado, la fijación de yemas en alcohol:ácido acético (3:1) durante 24 h, y posteriormente alcohol 75% para su conservación en frío (4°C). Estas muestras servirán para análisis de microscopía como la caracterización de las fechas de meiosis o de desarrollo floral, o análisis analíticos como la cuantificación del almidón de los primordios florales. Por otra parte, las yemas se congelaron en nitrógeno líquido según se recogieron y se conservaron ultracongeladas (-80°C). Este material puede ser utilizado para análisis genéticos o de expresión.

Resultado 4.1 Caracterización del reposo en Zaragoza (clima templado-frío)

La caracterización del reposo en Zaragoza presentó la dinámica esperada: los pesos en campo se mantuvieron constantes, sin variaciones importantes, hasta el final del invierno, mientras que los pesos de las yemas florales en la cámara se mantuvieron similares a los del peso en campo hasta llegado un momento en que comenzaron a responder al tratamiento de calor y a incrementar su peso. Esto ocurrió así en todos los casos estudiados (dos variedades de cuatro frutales de hueso durante dos años) (FV 4.1.1 y 4.1.2). La fecha de salida del reposo varió tanto entre las variedades como entre los años. La fecha más temprana registrada de salida del reposo fue el 28 de noviembre el segundo año para el melocotonero ‘Alisio 20’, mientras que la más tardía fue el 2 de febrero el primer año para el cerezo ‘Skeena’ (FV 4.1.2). Las fechas de floración (FV 1.1.1.2 y FV 1.2.1.2) también mostraron mucha variación entre especies y variedades, la fecha más temprana registrada fue el 11 de febrero el primer año para el albaricoquero ‘Maya Cot’ y la más tardía el 7 de abril el segundo año para el cerezo ‘Skeena’.



FV 4.1.2. Gráficos de caracterización del reposo en Zaragoza. Determinación experimental (forzado de varetas) de la salida de endodormancia (periodo de acumulación de frío) de cuatro variedades de floración temprana (panel superior) y cuatro variedades de floración tardía (panel inferior) de cuatro especies de frutales de hueso durante dos años. Se indica el peso semanal de 10 yemas en campo (líneas y puntos negros) y el peso semanal de 10 yemas después de 8 días en la cámara de crecimiento (líneas y puntos grises), la salida del reposo se considera cuando la diferencia entre ambas es de un 30 % (asterisco azul).

FV 4.1.1. Tabla con las fechas de salida del reposo y floración de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en Zaragoza durante dos años.

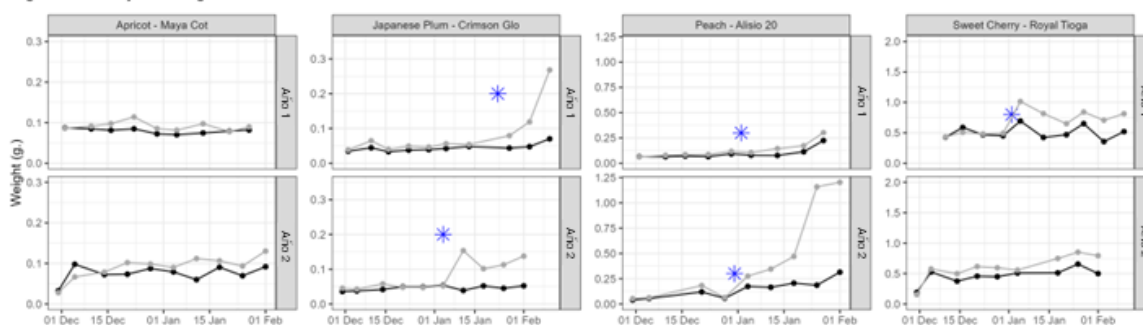
La Almunia (Zaragoza)				
	Variedad	Año	Salida reposo	Floración
Floración temprana	Alisio 20 (melocotonero)	Año 1		03-feb
		Año 2	28 nov	24 feb
	Royal Tioga (cerezo)	Año 1	11 dic	24 feb
		Año 2	28 dic	01 mar
	Crimson Glo (ciruelo)	Año 1	24 dic	20 feb
		Año 2	30 dic	03 mar
	Maya Cot (albaricoquero)	Año 1	25 dic	11 feb
		Año 2	06 ene	05 mar
Floración tardía	Sugar Time (melocotonero)	Año 1	05 dic	26 feb
		Año 2	03 ene	02 mar
	Hiroimi Red (Ciruelo)	Año 1	25 dic	24 feb
		Año 2	11 ene	27 feb
	Delice Cot (Albaricoquero)	Año 1	09 ene	18 feb
		Año 2	28 ene	13 mar
	Skeena (Cerezo)	Año 1	02 Feb	22 mar
		Año 2	28 ene	07 abr

FV 4.1.3 y FV 4.1.4 se encuentran al final del siguiente apartado

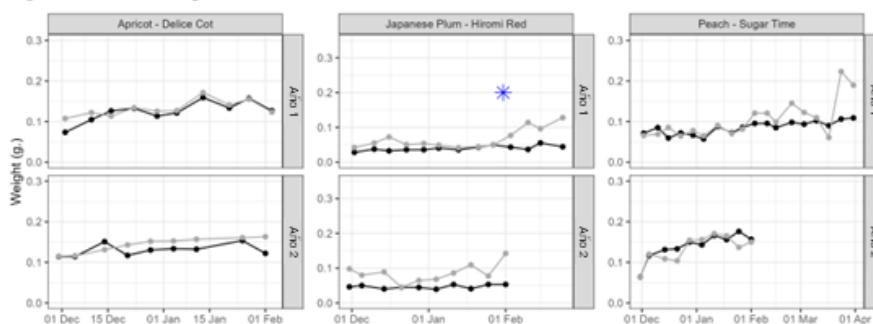
Resultado 4.2. Caracterización del reposo en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

La caracterización del reposo en Algarrobo-Costa mostró patrones fuera de lo esperado para el comportamiento normal de los árboles debido a la falta de frío en esta zona. La variedad de cerezo ‘Skeena’ mostró síntomas extremos de mala adaptación, ya que los árboles murieron después de dos o tres años plantados. La mayoría de frutales, como los albaricoqueros ‘Maya Cot’ y ‘Delice Cot’, el melocotonero ‘Sugar Time’ o el cerezo ‘Royal Tioga’, no mostraron diferencias en el peso de las yemas antes y después del forzado de varetas en la cámara, indicando que no lograron superar el reposo y responder a temperaturas cálida. Finalmente, los ciruelos japoneses ‘Crimson Glo’ y ‘Hiromi Red’, así como el melocotonero ‘Alisio 20’ mostraron el comportamiento típico del reposo y superaron y acumularon suficiente frío para brotar (FV 4.2.1). Las fechas de salida del reposo en Algarrobo costa variaron entre el 31 de diciembre el segundo año para el melocotonero ‘Alisio 20’ y el 23 de enero el primer año para el ciruelo japonés ‘Crimson Glo’. Mientras que las fechas de floración ocurrieron entre el 3 de febrero el primer año para el melocotonero ‘Alisio 20’ y el 6 de abril para el cerezo ‘Royal Tioga’ (FV 4.2.2).

Algarrobo - Early flowering cultivars



Algarrobo - Late flowering cultivars



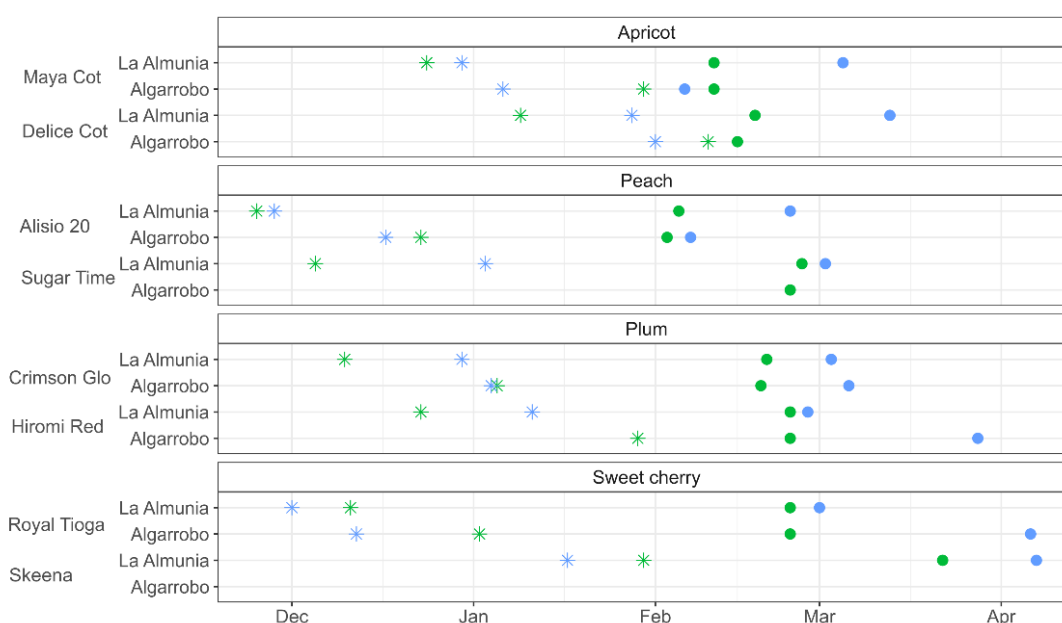
FV 4.2.2. Gráficos de caracterización del reposo en Málaga. Determinación experimental (forzado de varetas) de la salida de endodormancia (periodo de acumulación de frío) de cuatro variedades de floración temprana (panel superior) y cuatro variedades de floración tardía (panel inferior) de cuatro especies de frutales de hueso durante dos años. Se indica el peso semanal de 10 yemas en campo (líneas y puntos negros) y el peso semanal de 10 yemas después de 8 días en la cámara de crecimiento (líneas y puntos grises), la salida del reposo se considera cuando la diferencia entre ambas es de un 30 % (asterisco azul).

FV 4.2.1. Tabla con las fechas de salida del reposo y floración de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en Algarrobo-Costa durante dos años.

Algarrobo (Málaga)				
	Cultivar	Season	CF	Bloom
Floración temprana	Alisio 20 (Melocotonero)	Año 1	02 ene	3 feb
		Año 2	31 dic	7 feb
	Royal Tioga (Cerezo)	Año 1	02 ene	24 feb
		Año 2	---	6 abr
	Crimson Glo (Ciruelo)	Año 1	23 ene	19 feb
		Año 2	04 ene	6 mar
	Maya Cot (Albaricoquero)	Año 1	---	11 feb
		Año 2	---	6 feb
Floración tardía	Sugar Time (Melocotonero)	Año 1	---	24 feb
		Año 2	---	---
	Hiromi Red (Ciruelo)	Año 1	31 ene	24 feb
		Año 2	---	28 mar
	Delice Cot (Albaricoquero)	Año 1	---	15 feb
		Año 2	---	---
	Skeena (Cerezo)	Año 1	---	---
		Año 2	---	---

Resultados 4.1.3 y 4.2.3. Comparación del reposo entre Zaragoza (clima templado-frío) y Algarrobo-Costa (clima subtropical).

Las fechas de salida del reposo y de floración entre las dos localizaciones estudiadas fueron muy diferentes (FV 4.1.3 y FV 4.2.3). Teniendo en cuenta las localizaciones, tanto las fechas de salida del reposo como las floraciones ocurrieron antes en Zaragoza (clima templado-frío) que en Algarrobo-Costa (clima subtropical). Esto es claramente debido a que la falta de frío en Algarrobo-Costa impide a los árboles brotar con normalidad. Además, se registraron fechas de floración extremadamente tardías como es el caso del ciruelo ‘Hiromi Red’ o el cerezo ‘Royal Tioga’ el segundo año, indicando una clara falta de adaptación. Además, las floraciones no fueron agrupadas, sino que las flores fueron apareciendo poco a poco, solapándose con otros estados fenológicos como la salida de hoja, y resultando en ratios de floración muy bajos, síntomas claros de falta de frío.



FV 4.1.3. y FV 4.2.3. Comparación de la salida del reposo y de la floración entre Zaragoza y Algarrobo-Costa. Fechas de salida del reposo (asterisco) y de floración (puntos) de dos variedades de cuatro especies de frutales de hueso durante dos años (primer año en verde y segundo año en azul).

Resultados 4.1.4 y 4.2.4. Muestreo y fijación de yemas florales para estudios de biología floral con relación al reposo y la acumulación de frío.

Durante el ensayo de varetas se muestrearon y fijaron yemas para posteriores análisis de microscopía o analíticos. En Zaragoza se muestrearon un total de 85 muestras de 10 yemas el primer año (aprox. 8 variedades en 14 fechas) (Anexo I, FV 4.1.4), y el segundo año se muestrearon un total de 89 muestras de 10 yemas (aprox. 8 variedades en 12 fechas) (Anexo II, FV 4.1.4). En Málaga se muestrearon un total de 100 muestras de 10 yemas el primer año (8 variedades en 13 fechas) (Anexo III, FV 4.2.4) y el segundo año 89 muestras de 10 yemas (8 variedades en 12 fechas) (Anexo IV, FV 4.2.4).

Actividad 5. Determinación experimental del periodo de latencia del Pawpaw.

El Pawpaw (*Asimina triloba* (L.) Dunal) es un frutal de clima templado, originario de Estados Unidos, que no se cultiva en España, pero podría presentar un potencial de producción importante en nuestro país. Para poder estudiar su viabilidad, se han establecido dos colecciones de 13 variedades ('A.t. Davis', 'Mango', 'NC-1', 'PA Golden 4', 'Prima 1216', 'Prolific', 'SAA Zimmerman', 'Sunflower', 'Taylor', 'Mary foo's', 'Rebecca's Gold', 'Sweet Alice', 'Ithaca' y 'Belle') en Zaragoza (clima templado-frío) y en Algarrobo-Costa (Málaga) (clima subtropical).

Resultado 5.1 Determinación experimental del periodo del reposo del Pawpaw en Zaragoza (clima templado-frío).

La colección de Pawpaw en Zaragoza se plantó inicialmente en 2019, pero los árboles murieron poco tiempo después. Debido a la mala implantación de esta primera colección de Pawpaw no se ha podido llevar a cabo el objetivo de esta actividad: la determinación del periodo de latencia del Pawpaw en la colección de Zaragoza.

Resultado 5.2 Determinación experimental del periodo del reposo del Pawpaw en Málaga (clima subtropical).

En la colección de Algarrobo Costa, en la que los árboles ya son adultos, no se pudo determinar tampoco el periodo de latencia con la metodología empleada en frutales de hueso, ya que el pawpaw presenta un número muy reducido de flores en cada rama, insuficientes incluso en árboles adultos. Será necesario por tanto poner a punto una nueva metodología para delimitar las fases del reposo, pareciendo ser más indicado un biomarcador que la metodología experimental de forzado de varetas.

Actividad 6. Determinación de las necesidades agroclimáticas de las especies de *Prunus*.

Las necesidades agroclimáticas de los frutales de clima templado son las necesidades de frío y calor para florecer específicas de cada variedad. El primer paso para su caracterización es la determinación de los periodos de acumulación de frío y calor durante al menos dos campañas (Actividad 5), para así cuantificar el frío y el calor según diferentes modelos. Los modelos de cuantificación del frío más utilizados son tres: el modelo de Horas Frío, el modelo de Utah y el modelo Dinámico. El modelo de Horas Frío considera una Hora Frío (HF) a temperaturas entre 0°C y 7,2°C. El modelo de Utah cuantifica el frío en Unidades de Frío, y establece diferentes intervalos de temperatura con diferente ponderación. Finalmente, el modelo Dinámico establece las Porciones de Frío (PF) y divide el proceso de cuantificación de frío en dos fases, una reversible en el que la acumulación de frío puede revertirse si hay temperaturas cálidas, y una segunda fase de fijación de frío en el que después de un tiempo el frío ya se considera acumulado de forma irreversible. Está basado en un proceso biológico hipotético que no se ha descrito. Es el modelo más adecuado para las zonas de inviernos suaves en el entorno mediterráneo. La cuantificación del calor se realiza desde la salida del reposo hasta floración según el modelo “*Growing Degree Hours*” (GDH).

Resultado 6.1 Cuantificación del frío y del calor de las variedades de *Prunus* en Zaragoza (clima templado-frío)

Las necesidades agroclimáticas de las variedades estudiadas se establecieron con normalidad en Zaragoza (clima templado-frío). Entre las variedades de floración temprana, la que menos necesidades de frío presentó fue el melocotonero ‘Alisio 20’ (14 PF, 354 UF y 104 HF) pero presentó unas necesidades de calor muy altas (11.003 GDH). El albaricoquero ‘Maya Cot’ fue la variedad temprana con necesidades de frío más altas (36 PF, 592 UF y 438 HF, valores medios), también presentó unas necesidades de calor muy variables entre los dos años estudiados (3690 y 6222 GDH) (FV 6.1.1 y 6.1.2). Entre las variedades de floración tardía, el melocotonero ‘Sugar Time’ presentó las necesidades de frío más bajas (28 PF, 402 UF y 301 HF, valores medios) y unas necesidades medias de calor de 6556 GDH. Mientras que el cerezo ‘Skeena’ presentó las necesidades de frío más altas (55 PF, 957 UF y 781 HF, valores medios), también presentó unas necesidades de calor muy variables entre los dos años estudiados (5485 y 11096 GDH) (FV 6.1.1 y 6.1.2).

FV 6.1.1 y 6.1.2. Necesidades agroclimáticas (necesidades de frío y calor) de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en Zaragoza durante dos años. Las necesidades de frío se cuantificaron hasta la salida del reposo según los tres principales modelos en Horas Frío (HF), Unidades Frío (UF) y Porciones de Frío (PF) y el calor se considera hasta floración en “Growing Degree Hours”.

La Almunia (Zaragoza)						
	Cultivar	Season	CR (CP)	CR (CU)	CR (CH)	HR (GDH)
Early	Alisio 20 (Melocotonero)	Año 1				
		Año 2	14.1	354	104	11003
	Royal Tioga (Cerezo)	Año 1	28.5	469	385	6389
		Año 2	28.2	373	241	6639
	Crimson Glo (Ciruelo)	Año 1	37.4	674	549	5050
		Año 2	29.6	394	271	6862
Maya Cot (Albaricoquero)	Año 1	38.2	690	561	3690	
	Año 2	34.6	494	315	6222	
Late	Sugar Time (Melocotonero)	Año 1	23.8	360	308	6901
		Año 2	31.6	443	294	6211
	Hiromi Red (Ciruelo)	Año 1	37.4	652	532	5543
		Año 2	37.7	601	416	5608
	Delice Cot (Albaricoquero)	Año 1	48.9	903	787	4346
		Año 2	47.0	763	577	5332
	Skeena (Cerezo)	Año 1	62.9	1170	985	5485
		Año 2	47.0	743	577	11096

Resultado 6.2 Cuantificación del frío y del calor de las variedades de *Prunus* en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

Las necesidades agroclimáticas estimadas en la plantación de Algarrobo-Costa (clima subtropical) se han podido estimar para muy pocas variedades. El melocotero ‘Alisio 20’ presentó unas necesidades de frío de 15 CP, 180 UF y 175 UF, valores muy similares a los establecidos en Zaragoza si se miden en Porciones de Frío, el modelo más adecuado para la zona mediterránea (FV 6.2.1 y 6.2.2). Mientras que los valores medios para el ciruelo japonés ‘Crimson Glo’ fueron de 21 PF, 324 UF y 280 UF, resultando en necesidades de frío mucho más bajas que las establecidas en Zaragoza.

FV 6.2.1 y 6.2.2 Necesidades agroclimáticas (necesidades de frío y de calor) de cuatro variedades de floración temprana y cuatro variedades de floración tardía de cuatro especies de frutales de hueso en Algarrobo-Costa durante dos años. Las necesidades de frío se cuantificaron hasta la salida del reposo según los tres principales modelos en Horas Frío (HF), Unidades Frío (UF) y Porciones de Frío (PF) y el calor se considera hasta floración en “Growing Degree Hours”.

Algarrobo (Málaga)						
	Cultivar	Season	CR (CP)	CR (CU)	CR (CH)	HR (GDH)
Early	Alisio 20 (Melocotonero)	Año 1	14.2	169	118	5046
		Año 2	15.1	191	231	7393
	Royal Tioga (Cerezo)	Año 1	14.2	169	118	8893
		Año 2	---	---	---	---
	Crimson Glo (Ciruelo)	Año 1	27.5	463	319	7831
		Año 2	15.0	184	240	13314
	Maya Cot (Albaricoquero)	Año 1	---	---	---	---
		Año 2	---	---	---	---
Late	Sugar Time (Melocotonero)	Año 1	---	---	---	---
		Año 2	---	---	---	---
	Hiromi Red (Ciruelo)	Año 1	27.5	423	324	---
		Año 2	---	---	---	---
	Delice Cot (Albaricoquero)	Año 1	---	---	---	851
		Año 2	---	---	---	
	Skeena (Cerezo)	Año 1	---	---	---	
		Año 2	---	---	---	

Actividad 7. Evolución de las temperaturas invernales en el pasado, presente y futuro.

El cambio climático está ocasionando un incremento de las temperaturas especialmente importante durante el invierno. En España hay numerosas estaciones meteorológicas con datos de los últimos 50 años (desde 1973 hasta la actualidad) lo que nos permite analizar la dinámica de las temperaturas invernales históricas y establecer su tendencia. Además, se pueden predecir las temperaturas futuras en diferentes periodos de tiempo, en este trabajo a mediados (2050) y a finales (2085) de siglo, según diferentes escenarios climáticos establecidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), organismo científico de la ONU que evalúa el conocimiento sobre el cambio climático y proporciona a los gobiernos información científica para la toma de decisiones en materia de políticas climáticas.

El último IPCC en 2021 se establecieron las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (*Shared socioeconomic Pathways*, escenarios SSP) son escenarios de cambios socioeconómicos globales proyectados hasta 2100 que se utilizan para derivar escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero según diferentes políticas climáticas. Se han establecido cinco escenarios: SSP1, Sostenibilidad (tomar el camino verde); SSP2, Mitad del camino; SSP3, Rivalidad regional (un camino rocoso), SSP4, Desigualdad (un camino dividido) y SSP5, Desarrollo impulsado por combustibles fósiles (tomar la autopista). En este trabajo se van a utilizar el SSP2 y SSP5.

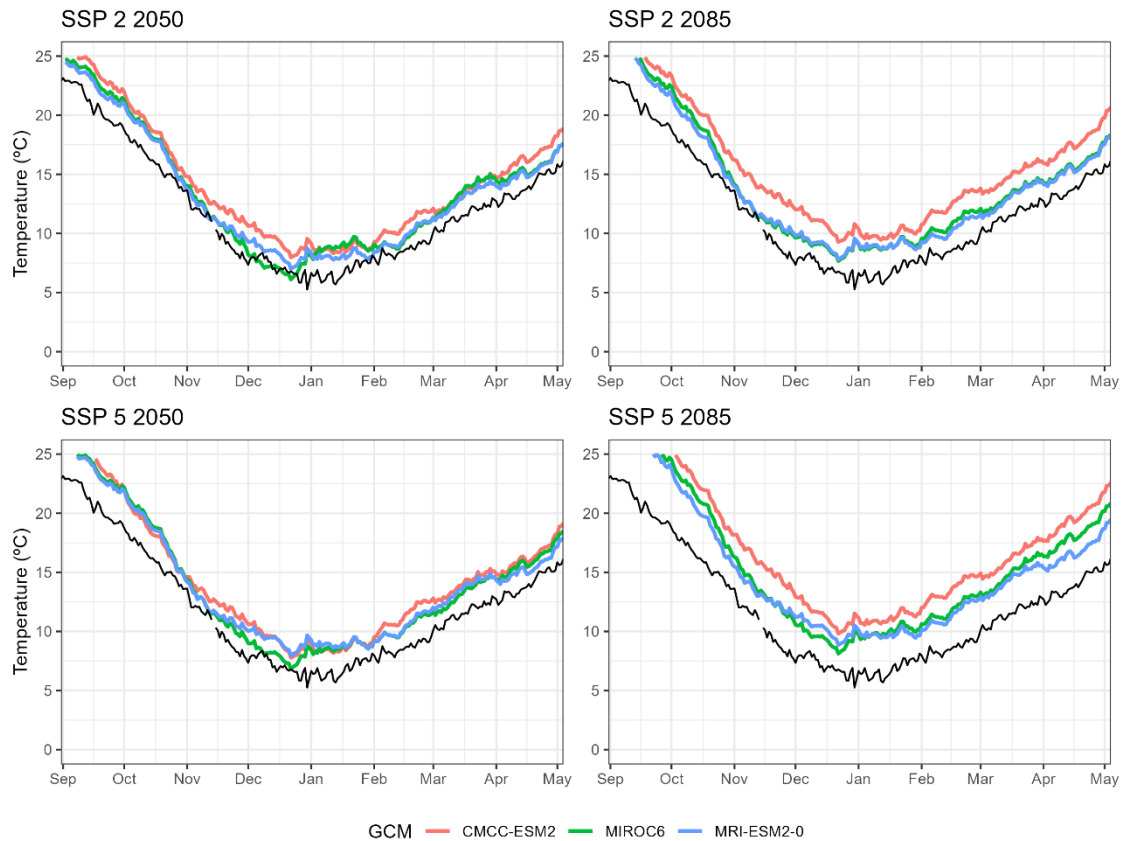
El SSP2 considera que el mundo mantiene tendencias históricas sin grandes cambios, con avances económicos desiguales entre países. Las instituciones progresan lentamente hacia los objetivos de desarrollo sostenible, mientras los sistemas ambientales se degradan moderadamente. La población se estabiliza y la desigualdad persiste con mejoras limitadas. Mientras que el SSP5 apuesta por mercados competitivos, innovación y capital humano para lograr el desarrollo sostenible, con economías globales integradas y fuertes inversiones sociales. Aunque hay confianza en gestionar los sistemas socioecológicos, el modelo se basa en el uso intensivo de recursos y combustibles fósiles. La economía crece rápidamente y la población mundial alcanza su pico y luego disminuye.

Para poder generar proyecciones climáticas detalladas en base a los contextos socioeconómicos definidos por los SSP, se utilizan Modelos de Circulación general (Global Climate Models, GCM). Son herramientas numéricas que simulan los procesos físicos y químicos del sistema climático de la Tierra: atmósfera, océanos, superficie terrestre, criósfera, etc. Se basan en ecuaciones físicas complejas que describen el intercambio de energía, humedad, movimiento del aire, etc. En este trabajo se han utilizado hasta 23 GCM para poder tener una visión más amplia de las dinámicas futuras de las temperaturas.

Este trabajo se ha llevado a cabo utilizando el entorno de programación estadística R, específicamente mediante el uso del paquete especializado chillR, diseñado para el análisis de datos climáticos y la evaluación de la acumulación de frío y calor en cultivos frutales. Este paquete proporciona herramientas para simular escenarios climáticos, calcular unidades de frío según diferentes modelos (como Chill Portions) y evaluar el cumplimiento de los requerimientos de frío de distintas variedades agrícolas bajo condiciones históricas y proyectadas de cambio climático.

Resultado 7.1 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Zaragoza (clima templado-frío).

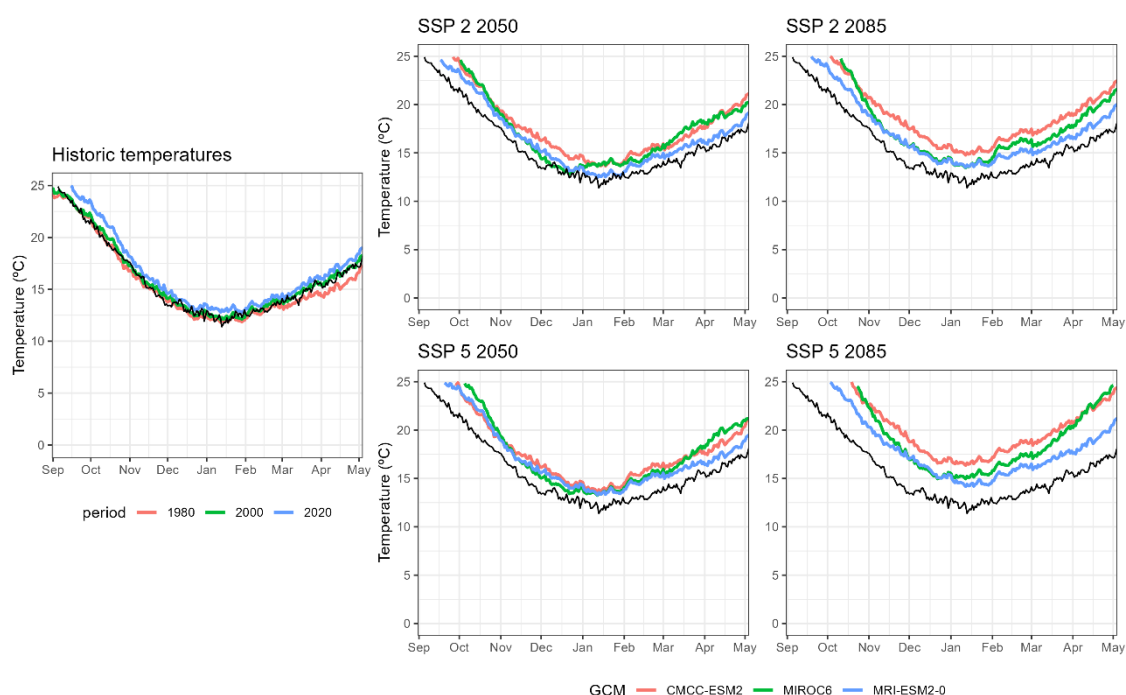
FV 7.1.1. Las temperaturas invernales en Zaragoza, se prevé que sean más altas que las temperaturas históricas en todos los casos (FV 7.1.2 y 7.1.3). Bajo el escenario de cambio climático SSP2 los modelos muestran temperaturas ligeramente más altas a mediados de siglo y has 5 °C más altas a finales de siglo según el modelo CMCC-ESM2. La situación bajo el escenario SSP5 a mediados de siglo es similar al SSP2, sin embargo, a finales de siglo se prevé un incremento generalizado de temperaturas de entre 5 y 7°C



FV 7.1.2 y 7.1.3. Proyecciones futuras de las temperaturas en Zaragoza (clima templado-frío) en comparación con los datos históricos. El futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según tres modelos climáticos globales (GCM) (líneas de color), como referencia se ha colocado media diaria histórica de observados desde 1973 hasta la actualidad (línea negra).

Resultado 7.2 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Algarrobo-Costa (clima subtropical)

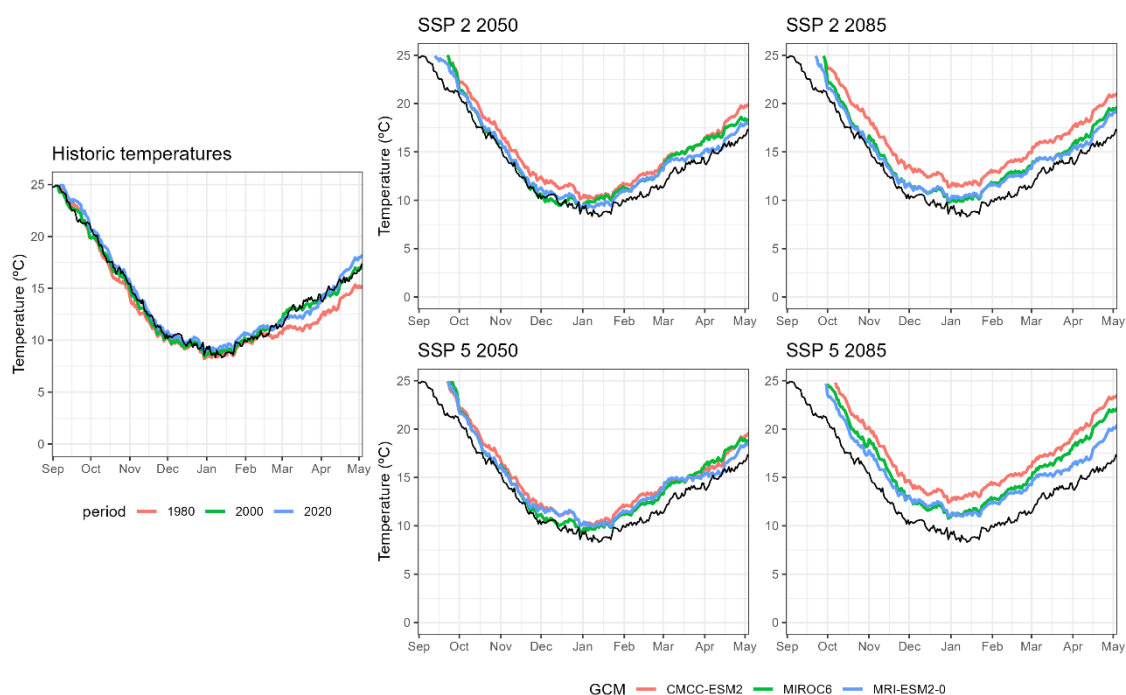
FV 7.2.1. La evolución histórica de las temperaturas en Algarrobo-Costa muestra clara diferencias durante la primavera entre las simulaciones del año 1980 y 2020: en el año 1980 las temperaturas fueron más bajas de la media histórica, mientras que en el 2020 las temperaturas son más altas que la media histórica (FV 7.2.2, primer panel). En las predicciones futuras los incrementos de temperaturas son importantes hacia mediados de siglo en ambos escenarios, con incrementos de hasta 3°C, pero son extremadamente altos hacia finales de siglo con incrementos de temperatura de más de 5°C bajo el escenario SSP5 (FV 7.2.3, segundo panel).



FV 7.2.2 y 7.2.3. Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Algarrobo-Costa (clima subtropical), históricamente media diaria de observados desde 1973 hasta la actualidad (línea negra) y simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980 (línea rosa), 2000 (línea verde) y 2020 (línea azul) (primer panel) y en el futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según tres modelos climáticos globales (GCM) (líneas de color), como referencia se ha colocado la media de los datos observados (línea negra).

Resultado 7.3 Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Extremadura (clima intermedio).

FV 7.3.1. Las temperaturas históricas en Extremadura muestran pequeñas diferencias históricas entre las décadas simuladas de 1980, 2000 y 2020, éstas se observan sobre todo a partir del mes de marzo ya que durante el invierno no se aprecian diferencias (FV 7.3.2-3, primer panel). Las predicciones futuras a mediados de siglo muestran incrementos ligeros de temperatura bajo ambos escenarios (SSP2 y SSP5). A finales de siglo, habrá importantes incrementos de temperatura, el modelo CMCC-ESM2 predice incrementos de hasta 4°C a bajo el escenario SSP55 (FV 7.3.2-3, segundo panel).



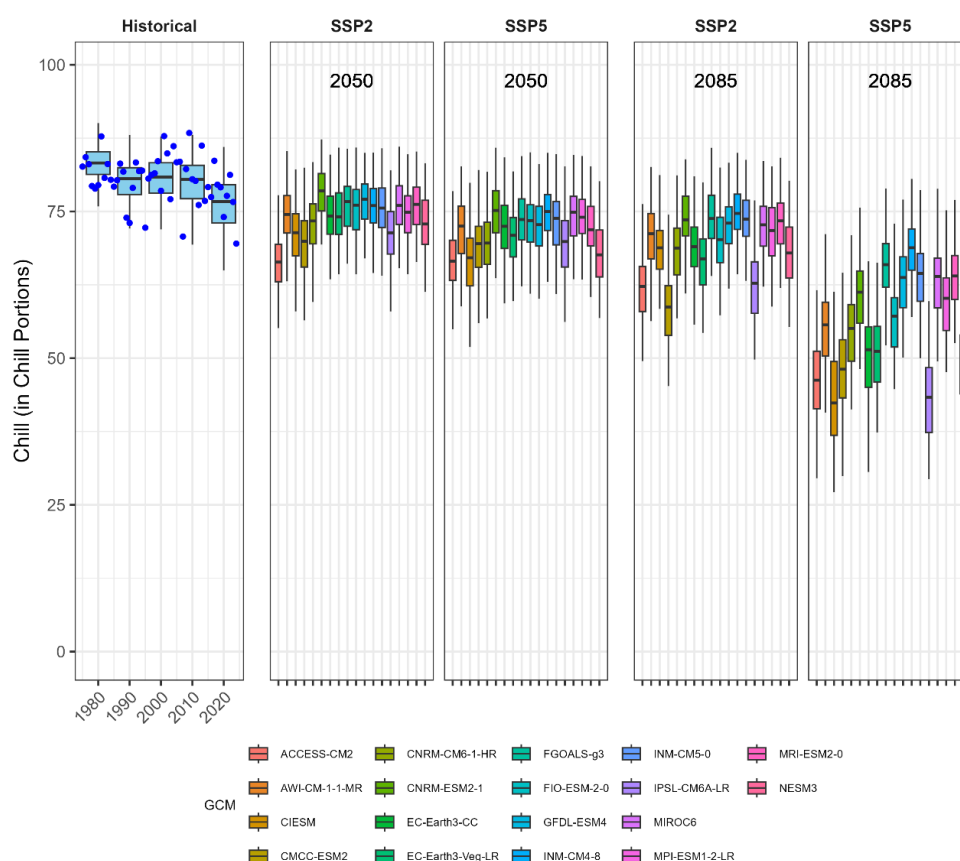
FV 7.3.2 y 7.3.3. Evolución histórica y proyecciones futuras de las temperaturas en Badajoz (Extremadura) (clima intermedio), históricamente media diaria de observados desde 1973 hasta la actualidad (línea negra) y simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980 (línea rosa), 2000 (línea verde) y 2020 (línea azul) (primer panel) y en el futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según tres modelos climáticos globales (GCM) (líneas de color), como referencia se ha colocado la media de los datos observados (línea negra).

Actividad 8. Análisis de los parámetros agroclimáticos en el pasado y en el futuro.

El análisis de las temperaturas históricas y futuras realizado en la “Actividad 7” ofrece información importante sobre su evolución y los efectos del cambio climático. En esta actividad se va un paso más allá y se analiza cómo evolucionan los parámetros agroclimáticos (acumulación de frío y calor durante el periodo de reposo para florecer y el riesgo de heladas) con el objetivo de evaluar cómo afecta el cambio climático a los factores que influyen la viabilidad de los cultivos de frutales en tres localizaciones españolas con tres climas diferentes: Zaragoza (templado-frío), Algarrobo-Costa (subtropical) y Badajoz (intermedio). El análisis de la acumulación de frío histórico y futuro en dos horizontes temporales (2050 y 2085) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5) se ha analizado en Porciones de Frío

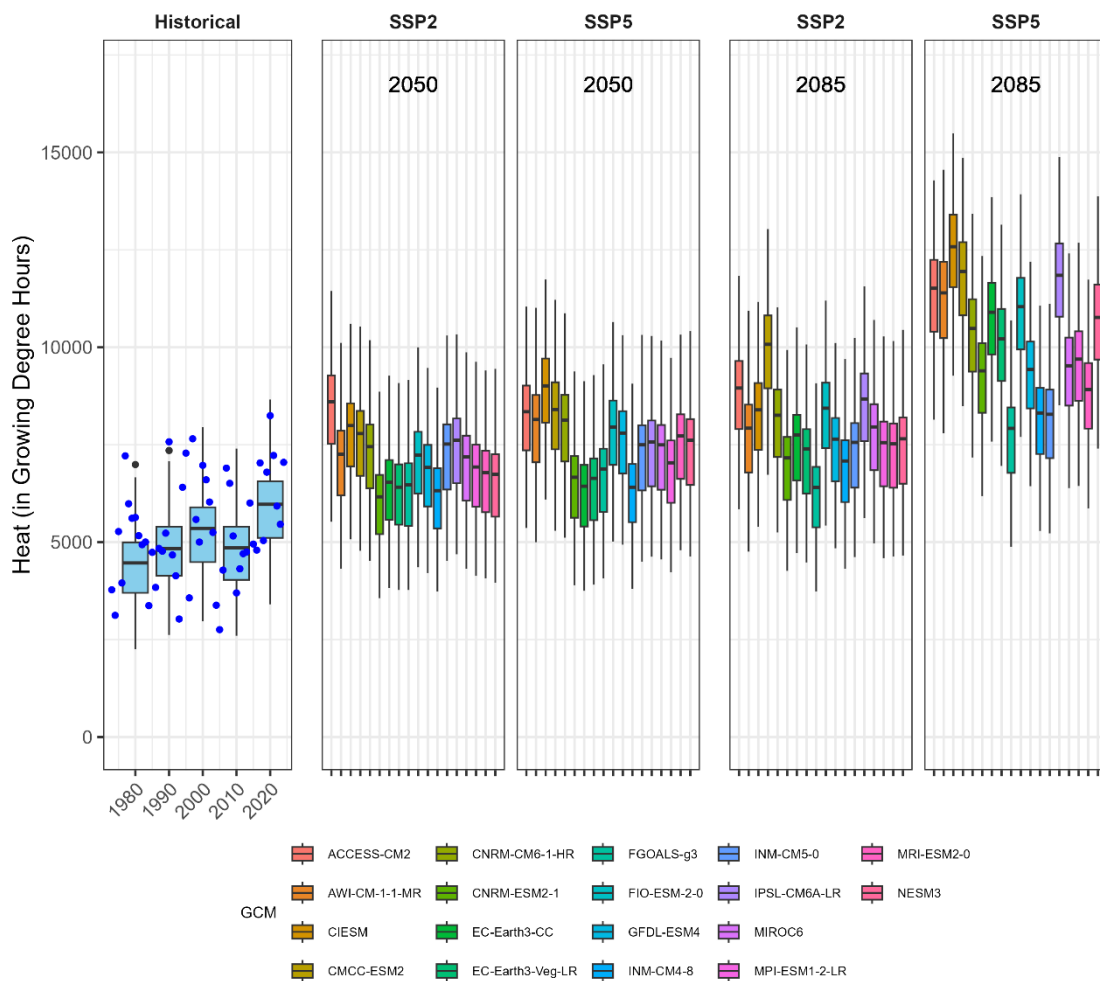
Resultado 8.1 Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Zaragoza (clima templado-frío).

FV 8.1.1. La acumulación histórica de frío (**FV 8.1.2**, primer panel), indica una disminución de frío de una acumulación media de 85 PF en la década de los '80, se mantiene estable las tres décadas siguientes, y en los 2020 la acumulación de frío disminuye a cerca de 75 PF. Esta tendencia de disminuciones progresivas se mantendrá a mediados de siglo tanto bajo el escenario SSP2 como SSP5 (**FV 8.1.2**, segundo y tercer panel). Los diferentes Modelos Climáticos Globales (GCM) indican una acumulación de frío media alrededor de las 75-80 PF en el caso del SSP2 y de algo menos de 75 PF en el caso del SSP5. A finales de siglo, las reducciones de frío son mucho más drásticas y hay mayores diferencias entre GCM (**FV 8.1.2**, cuarto y quinto panel). Bajo el escenario SSP2 la acumulación de frío estará entre 60 y 75 PF, mientras que bajo el escenario SSP5 la reducción es mucho más drástica, entre 40 y 60 PF. Estos análisis reflejan claramente como el rumbo que tomen las diferentes decisiones socio-políticas afectarán claramente a la climatología actual y a la viabilidad del sector.



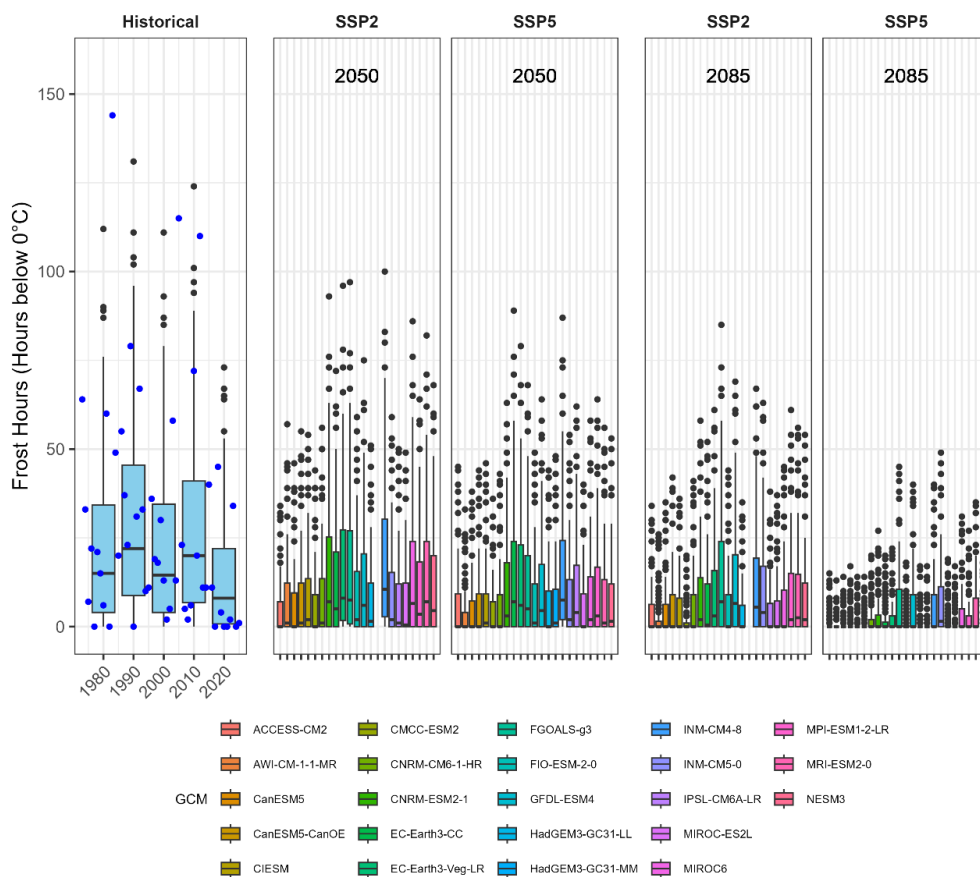
FV 8.1.2. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de frío (CP) en Zaragoza durante el invierno (del 1 de noviembre al 1 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de frío con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de frío futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

La acumulación de calor para florecer durante la eco-dormancia, se ha considerado del 15 de enero al 15 de marzo y cuantificado según el modelo “Growing Degree Hours (GDH)” (FV 8.1.3). Históricamente, la acumulación de calor se ha ido incrementando en las últimas cinco décadas, pero especialmente en esta última década (FV x, primer panel). La acumulación de calor en los ´80 variaba entre 3500-5000 GDH mientras en los ´20 está entre 5000-8000 GDH. Esta tendencia tan acentuada va a continuar a mediados de siglo (2050) según los dos escenarios climáticos (SSP2 y SSP5) siendo más acentuado con el SSP5 (FV 8.1.3, segundo y tercer panel). A finales de siglo (2085), el incremento de GDH se estanca bajo el escenario SSP2 mientras que se incrementa de forma muy importante bajo el escenario SSP5, llegándose a acumular más de 12500 GDH según algunos GCM (FV 8.1.3, cuarto y quinto panel).



FV 8.1.3. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de calor (GDH) en Zaragoza durante el final del invierno y principios de primavera (del 15 de enero al 15 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de calor con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de calor futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

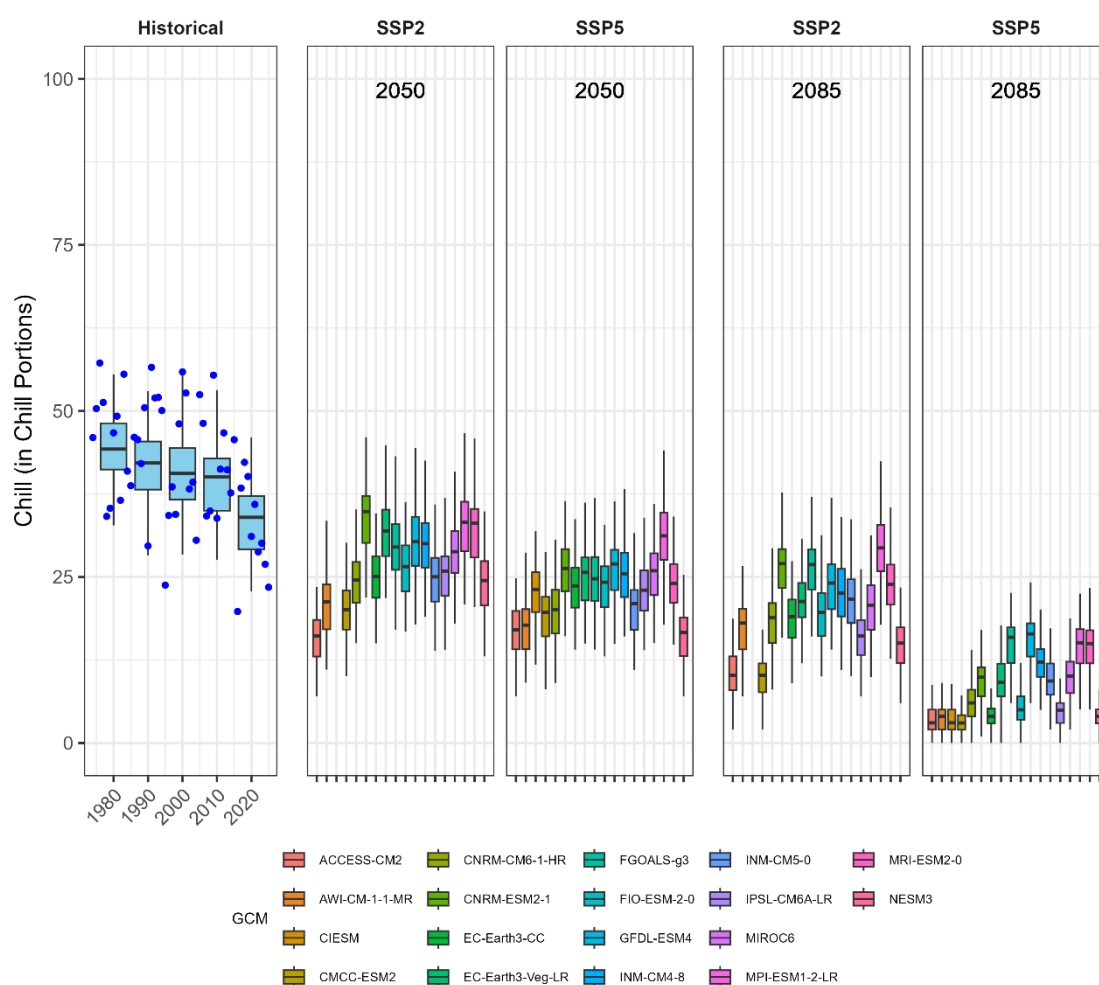
La evolución de las heladas histórica y futura se ha realizado contabilizando el número de horas bajo cero en el mes de Febrero (**FV 8.1.4**). La mayoría de los frutales ha salido ya del reposo y a lo largo de este mes van progresivamente perdiendo la resistencia al frío. Los datos de heladas muestran una gran dispersión, con numerosos valores extremos o atípicos. En este caso, la tendencia histórica de las heladas no ha seguido un patrón tan claro como los de la acumulación de frío y calor (**FV 8.1.4**, primer panel). Durante las cuatro décadas anteriores (1980, 1990, 2000 y 2010) el número de horas bajo cero ha ido subiendo y bajando con unas medias de entre 15 y 23 horas bajo cero. Sin embargo, en la última década (2020) ha habido un descenso claro de las heladas, con una media de 10 h, pero numerosos años sin apenas horas bajo cero (**FV 8.1.4**, primer panel). En el futuro esta tendencia continúa a la baja a mediados de siglo bajo ambos escenarios (SSP2 y SSP5), con numerosos valores extremos (**FV 8.1.4**, paneles 2 y 3). A finales de siglo, el número de horas desciende drásticamente especialmente bajo el escenario SSP5 en el que la mayoría de los años no hay periodos de horas bajo cero en febrero. Esta situación es menos drástica bajo el escenario SSP2 (**FV 8.1.4**, cuarto y quinto panel).



FV 8.1.4. Análisis de la evolución histórica y futura de las heladas (horas bajo cero) primaverales (en febrero) en Zaragoza. Evolución histórica de las heladas primaverales (horas bajo cero) con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de las heladas primaverales futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

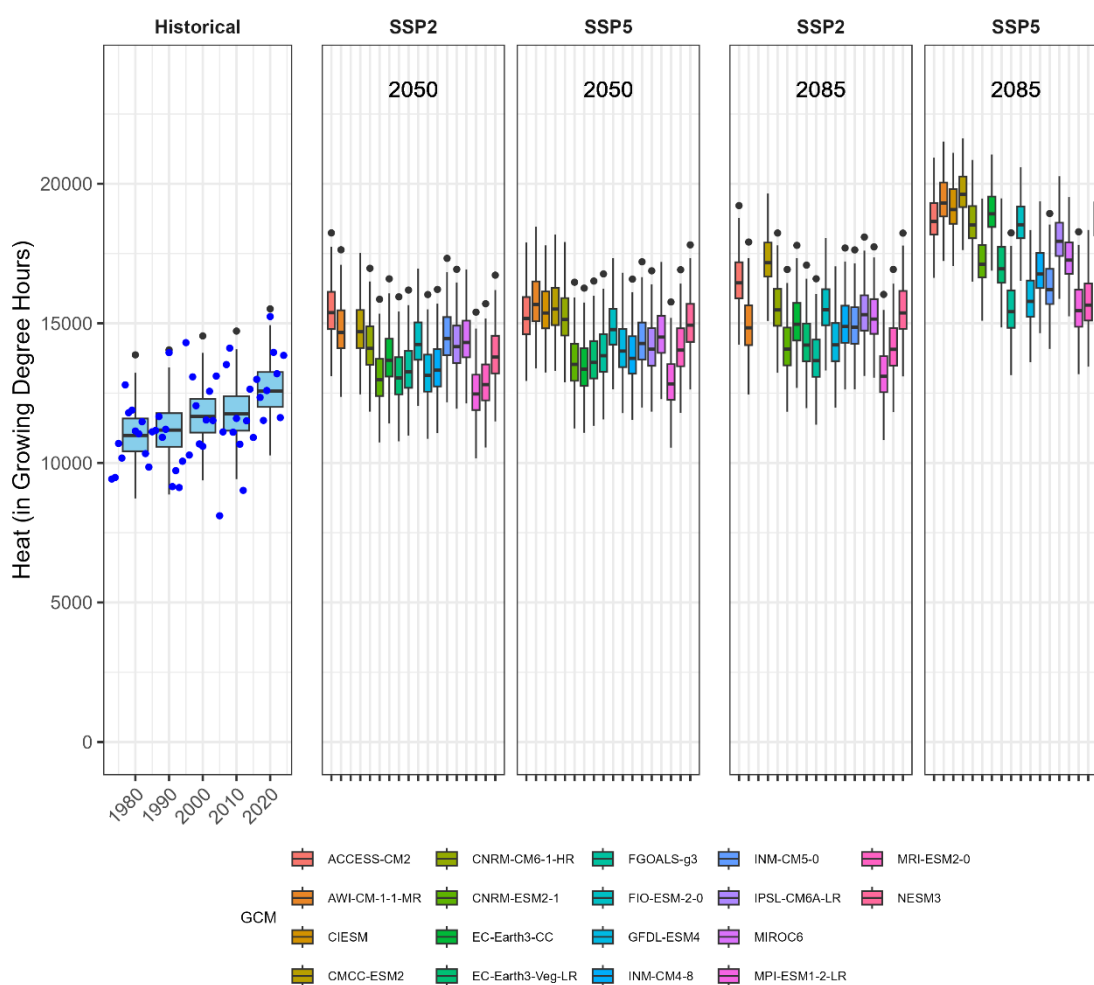
Resultado 8.2 Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Algarrobo-Costa (clima subtropical).

FV 8.2.1. La acumulación de frío invernal en Algarrobo-Costa es mucho menor que la registrada en Zaragoza. En este caso, la acumulación de frío histórica ha ido disminuyendo drásticamente en las últimas 5 décadas, de cerca de 50 CP en los ´80 a menos de 40 CP en los 2020 (**FV 8.2.2**, primer panel). Esta tendencia continuará a mediados de siglo, bajo el escenario SSP2 hay muchas diferencias entre GCMs, aunque la mayoría registra una acumulación entre 25 y 35 CP; en el caso del SSP5 de forma más consistente la acumulación de frío está alrededor de 25 CP (**FV 8.2.2**, segundo y tercer panel). A finales de siglo, ambos escenarios predicen importantes pérdidas de frío invernal, llegando bajo el SSP5 a no acumularse apenas frío (menos de 10 CP) (**FV 8.2.2**, cuarto y quinto panel).



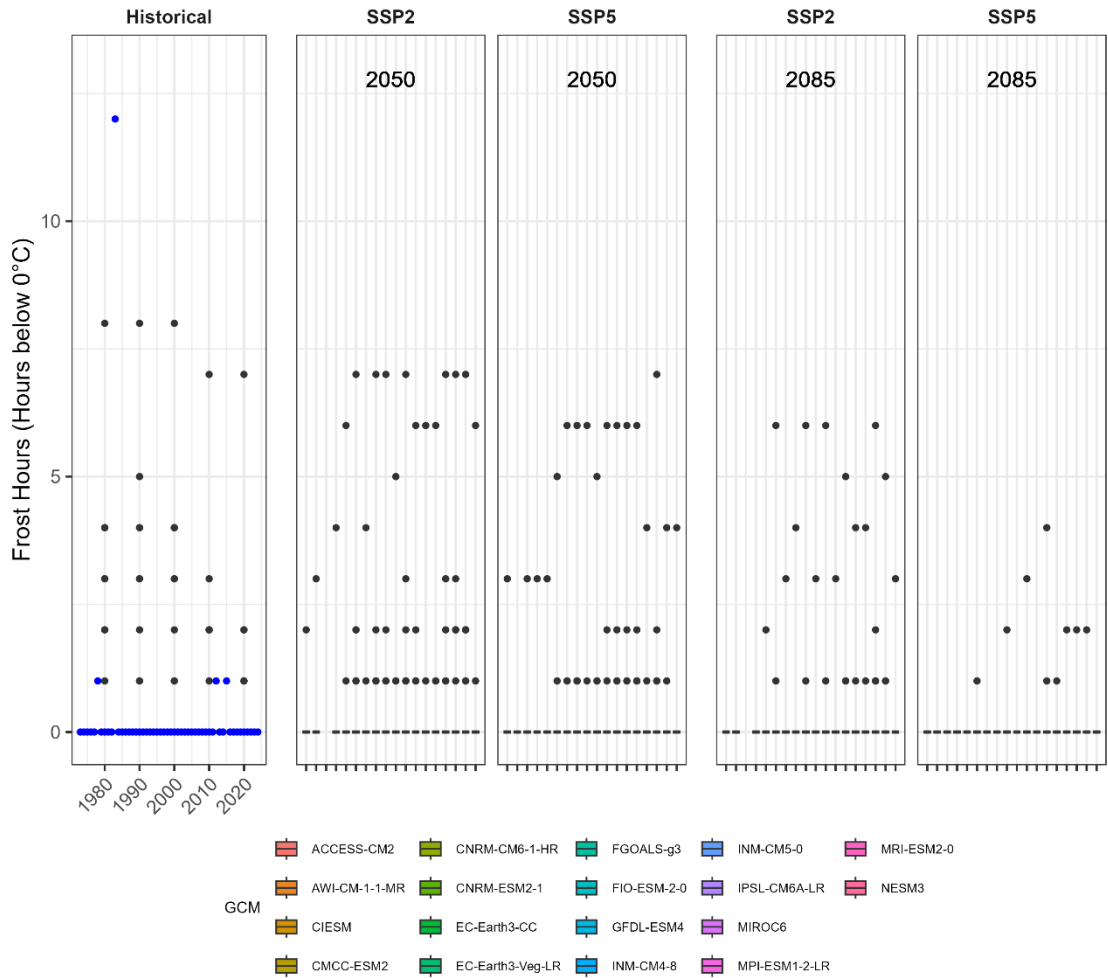
FV 8.2.2. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de frío (CP) en Algarrobo-Costa durante el invierno (del 1 de noviembre al 1 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de frío con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de frío futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

La acumulación de calor en Algarrobo-Costa, es casi el doble a la ocurrida en Zaragoza. La acumulación de calor ha ido progresivamente aumentando según los datos históricos y se sitúan entre 10000 y 15000 GDH (FV 8.2.3, primer panel). Esta tendencia continuará creciendo a mediados de siglo de forma similar bajo ambos escenarios (FV 8.2.3, tercer y cuarto panel). A finales de siglo, bajo el escenario SSP2 la acumulación de calor se mantiene y se dispara hasta casi 20000 GDH bajo el escenario SSP5 (FV 8.2.3, cuarto y quinto panel).



FV 8.2.3. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de calor (GDH) en Algarrobo-Costa durante el final del invierno y principios de primavera (del 15 de enero al 15 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de calor con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de calor futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

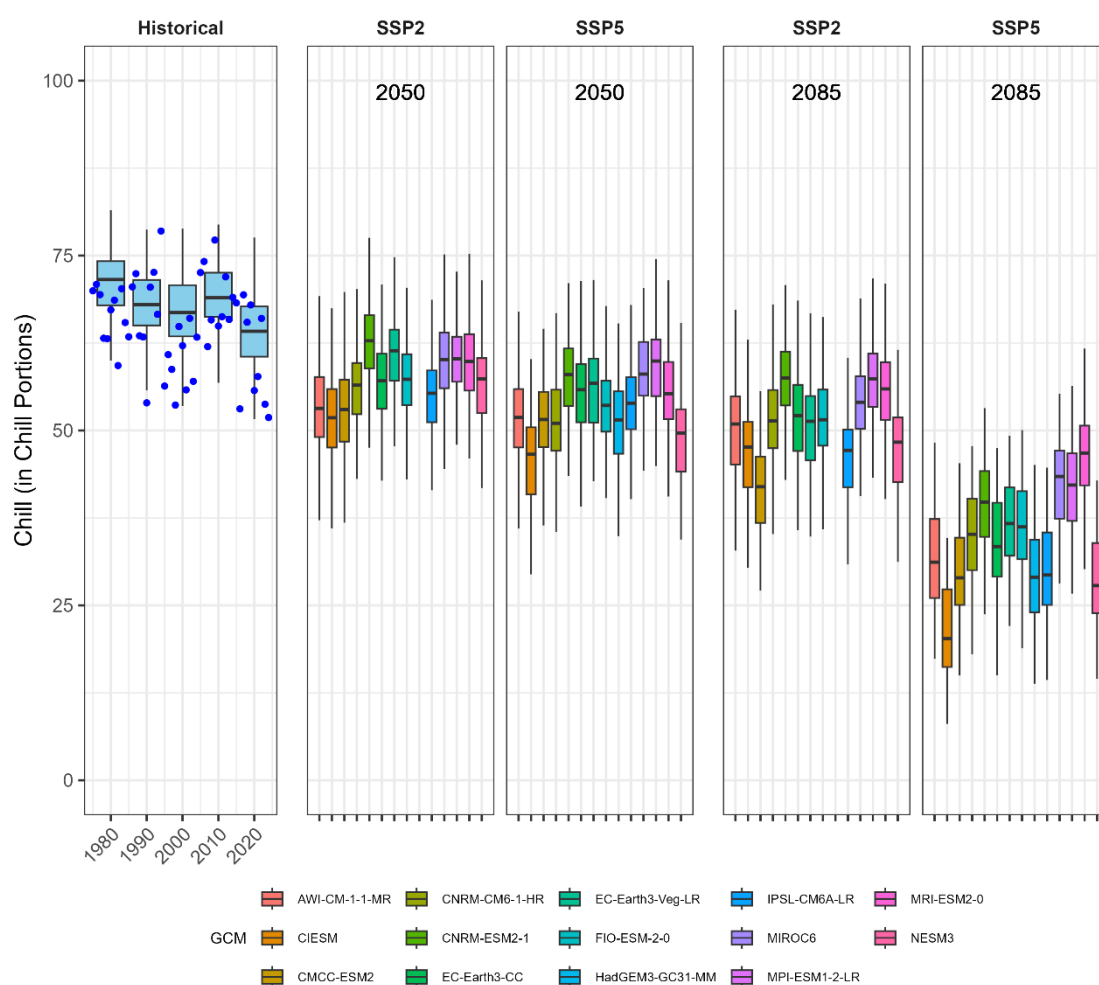
Las heladas en Algarrobo-Costa (clima subtropical) son eventos que apenas ocurren en esta zona, tal y como era de esperar. Se ha observado un periodo de temperaturas bajo cero de 14 horas en el año 1983 y eventos esporádicos de una hora bajo cero en el 1979, 2013 y 2015 (FV 8.2.4, primer panel). Las predicciones de futuro muestran que no va a haber periodos con temperaturas bajo cero en ningún escenario ni horizonte temporal, quizás algunos eventos aislados cada vez más cortos y menos frecuentes (FV 8.2.4, paneles segundo a quinto).



FV 8.2.4. Análisis de la evolución histórica y futura de las heladas (horas bajo cero) primaverales (en febrero) en Algarrobo-Costa. Evolución histórica de las heladas primaverales (horas bajo cero) con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de las heladas primaverales futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

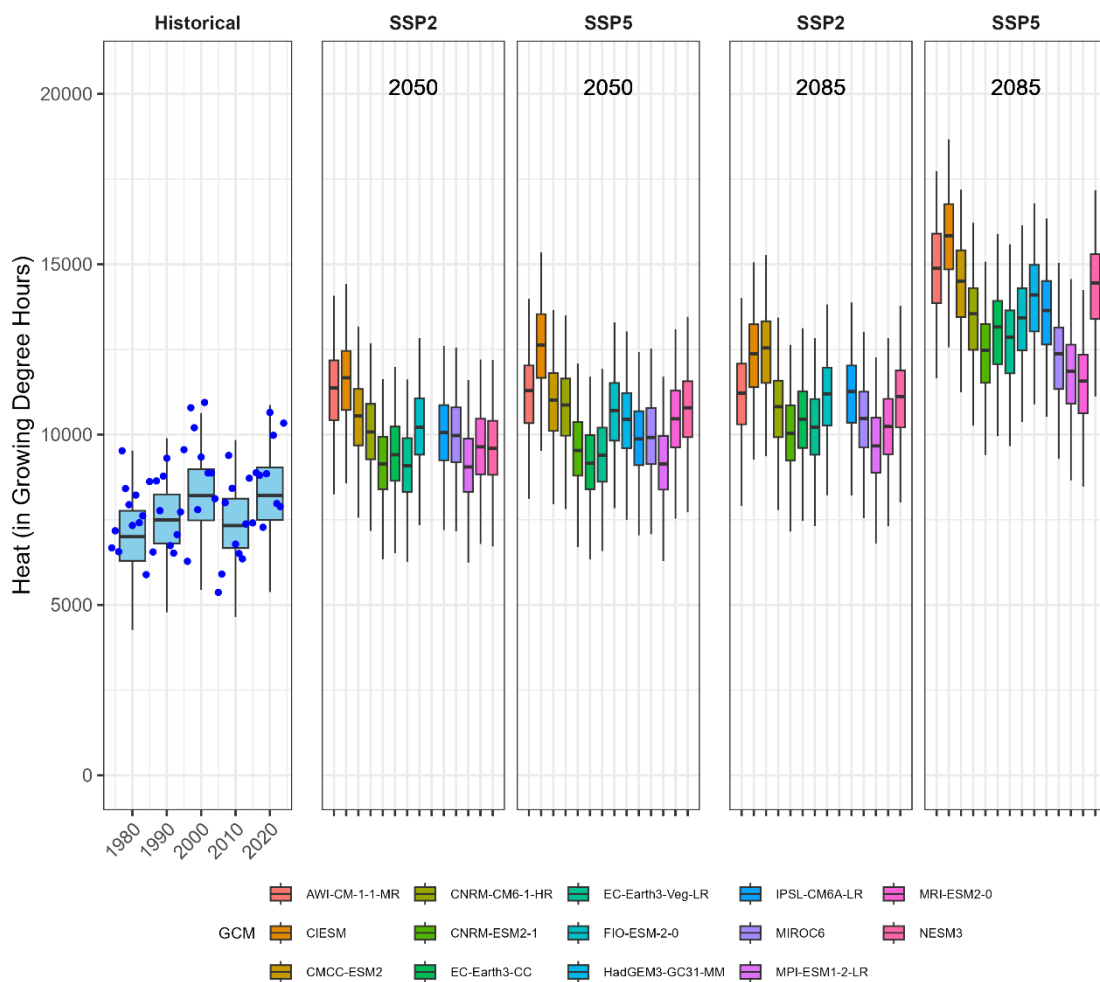
Resultado 8.3. Evolución histórica y proyecciones futuras de la acumulación de frío, de calor y del riesgo de heladas en Extremadura (clima intermedio).

FV 8.3.1. La acumulación histórica de frío (**FV 8.3.2**, primer panel), indica una disminución de frío de una acumulación media de 73 PF en la década de los '80, se mantiene estable las tres décadas siguientes, y en los 2020 la acumulación de frío disminuye a cerca de 63 PF. Esta tendencia de disminuciones progresivas se mantendrá a mediados de siglo tanto bajo el escenario SSP2 como SSP5 (**FV 8.3.2**, segundo y tercer panel) con una acumulación de frío media alrededor de las 50-73 PF. A finales de siglo, las reducciones de frío son mucho más drásticas y hay mayores diferencias entre GCM (**FV 8.3.2**, cuarto y quinto panel). Bajo el escenario SSP2 la acumulación de frío estará alrededor de 50 PF, mientras que bajo el escenario SSP5 la reducción es mucho más drástica, entre 20 y 35 PF.



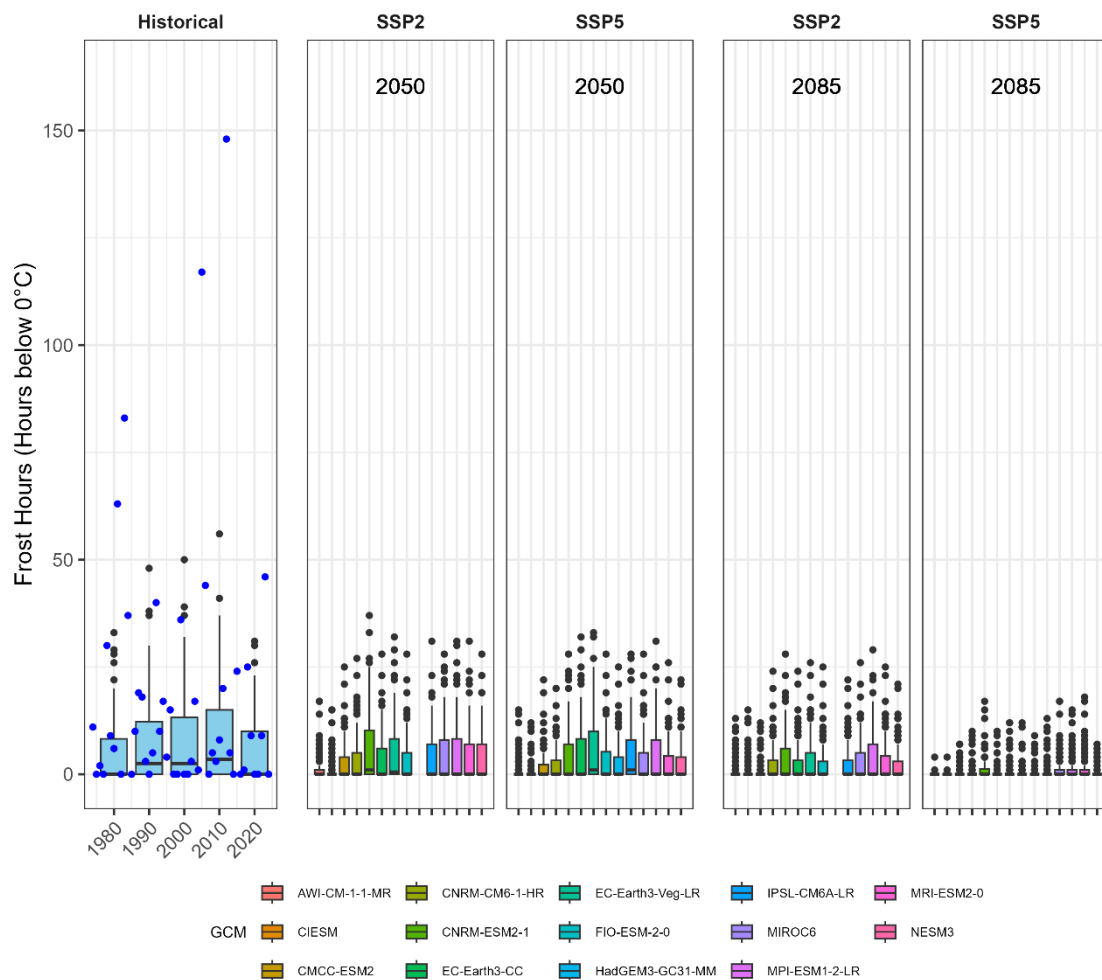
FV 8.3.2. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de frío (CP) en Badajoz (Extremadura) durante el invierno (del 1 de noviembre al 1 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de frío con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de frío futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

La acumulación de calor para florecer durante la eco-dormancia, se ha considerado del 15 de enero al 15 de marzo y cuantificado según el modelo “Growing Degree Hours (GDH)” (FV 8.3.3). Históricamente, la acumulación de calor se ha ido incrementando progresivamente (FV x, primer panel). La acumulación de calor en los ´80 variaba entre 5000-7000 GDH mientras en los ´20 está entre 7500-9000 GDH. Esta tendencia tan acentuada va a continuar a mediados de siglo (2050) según los dos escenarios climáticos (SSP2 y SSP5) siendo más acentuado con el SSP5 (FV 8.3.3, segundo y tercer panel). A finales de siglo (2085), el incremento de GDH se estanca bajo el escenario SSP2 mientras que se incrementa de forma muy importante bajo el escenario SSP5, llegándose a acumular más de 15000 GDH según algunos GCM (FV 8.3.3, cuarto y quinto panel).



FV 8.3.3. Análisis de la evolución histórica y futura de la acumulación de calor (GDH) en Badajoz (Extremadura) durante el final del invierno y principios de primavera (del 15 de enero al 15 de marzo). Evolución histórica de la acumulación de calor con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de acumulación de calor futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

La evolución de las heladas histórica y futura se ha realizado contabilizando el número de horas bajo cero en el mes de Febrero (**FV 8.3.4**). La mayoría de los frutales ha salido ya del reposo y a lo largo de este mes van progresivamente perdiendo la resistencia al frío. Los datos de heladas muestran una gran dispersión, con numerosos valores extremos o atípicos. En este caso, la tendencia histórica de las heladas no ha seguido un patrón tan claro como los de la acumulación de frío y calor (**FV 8.3.4**, primer panel). Durante las cuatro décadas anteriores (1980, 1990, 2000 y 2010) el número de horas bajo cero ha ido subiendo, pero con valores medios muy bajos. Sin embargo, en la última década (2020) ha habido un descenso claro de las heladas, (**FV 8.3.4**, primer panel). En el futuro esta tendencia continúa a la baja con valores casi nulos de riesgo de heladas (**FV 8.3.4**, segundo y tercer panel). A finales de siglo, el número de horas desciende drásticamente especialmente bajo el escenario SSP5 en el que no hay periodos de horas bajo cero en febrero.



FV 8.3.4. Análisis de la evolución histórica y futura de las heladas (horas bajo cero) primaverales (en febrero) en Badajoz (Extremadura). Evolución histórica de las heladas primaverales (horas bajo cero) con los datos observados desde 1973 hasta el 2024 (puntos azules) y la simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (boxplots) (Panel 1). Predicciones de las heladas primaverales futuras a mediados de siglo (2050) (segundo y tercer panel) y a finales de siglo (2085) (cuarto y quinto panel) según dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5). En cada uno de estos paneles, los diagramas de caja ilustran las distribuciones de frío generadas por un generador climático a partir de proyecciones de temperatura de 15 modelos climáticos (GCM).

Actividad 9. Adaptación potencial de las variedades a futuras condiciones climáticas.

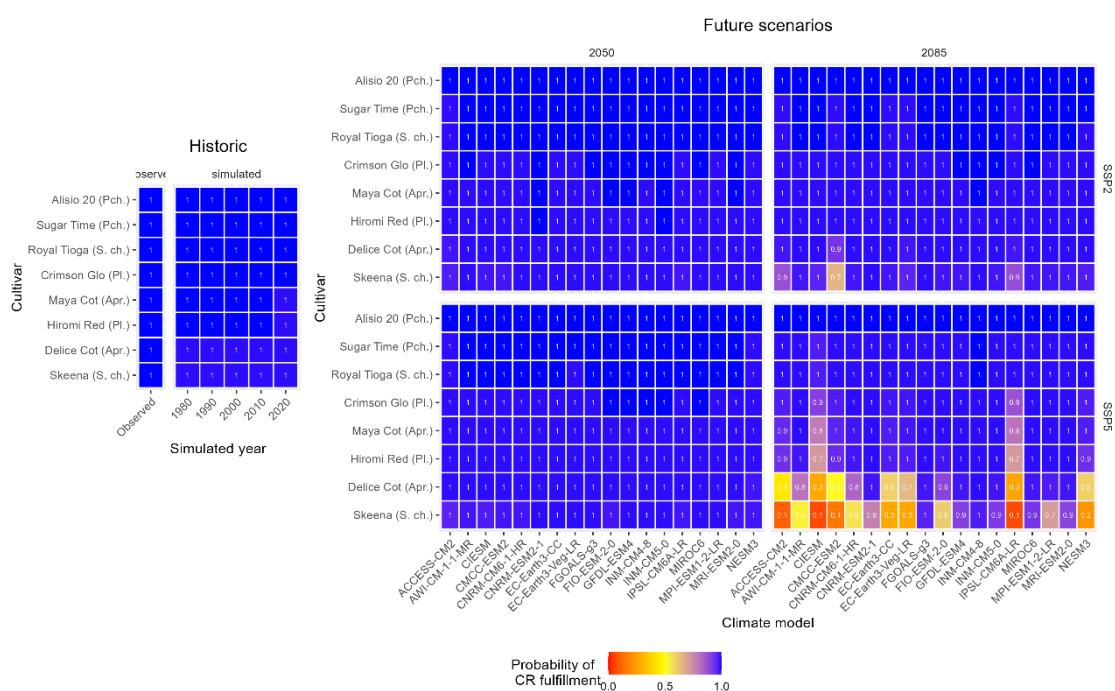
En esta actividad se integra la información obtenida de las variedades de frutales de hueso (necesidades de frío invernal y fenología, fechas de floración) (actividades 4 y 6) con los parámetros agroclimáticos históricos y futuros de las diferentes localizaciones (acumulación de frío y riesgo de heladas) (actividad 8). De esta forma se puede ver directamente cómo afecta el cambio climático a la adaptación de las variedades en las diferentes localizaciones, y su viabilidad.

Por un lado, se va a analizar la viabilidad de las variedades con respecto al cumplimiento de sus necesidades de frío invernal para superar el reposo. Para ello, en base a las necesidades agroclimáticas de cada variedad estimadas en las actividades 4 y 6 se va a predecir el porcentaje de años que se cumple el frío de los 100 años generados con el generador de clima tanto en escenarios históricos (las últimas 5 décadas) y futuros (dos horizontes temporales bajo dos escenarios de cambio climático). El criterio que se va a utilizar para determinar si las variedades se adaptan es que se tiene que cumplir el frío al menos 9 de cada 10 años analizados, ya que la pérdida de cosechas debido a la falta de frío de forma más frecuente haría del todo inviable la plantación desde el punto de vista económico.

Por otra parte, se va a analizar la probabilidad de que las heladas primaverales ocurran durante el periodo de floración, lo que daría lugar a la pérdida de la cosecha. Para ello se ha determinado el periodo sensible a heladas para cada variedad en base a las fechas de floración registradas (actividad 4), se ha establecido como periodo sensible a heladas 5 días antes y después de la fecha media de floración. Una vez establecidos estos periodos se han considerado heladas dañinas los periodos de al menos 3 horas con temperaturas bajo cero. Se considerará que las variedades no están adaptadas si hay riesgo de heladas más de 2 años de cada 10. Este análisis es una primera aproximación a la estimación del riesgo de heladas. La precisión de estos análisis se mejoraría teniendo en cuenta las diferencias en las fechas de floración que ocurren cada año. Al tomar una fecha de floración fija los años fríos con alto riesgo de heladas no se tiene en cuenta que la floración se retrasaría debido a una baja acumulación de frío y viceversa con primaveras cálidas, al adelantarse la floración el riesgo de heladas sería mayor. Este análisis requiere de la modelización de las fechas de floración con modelos como 'Phenoflex' que requiere de registros fenológicos de al menos 20 años.

Resultado 9.1 Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Zaragoza (clima templado-frío).

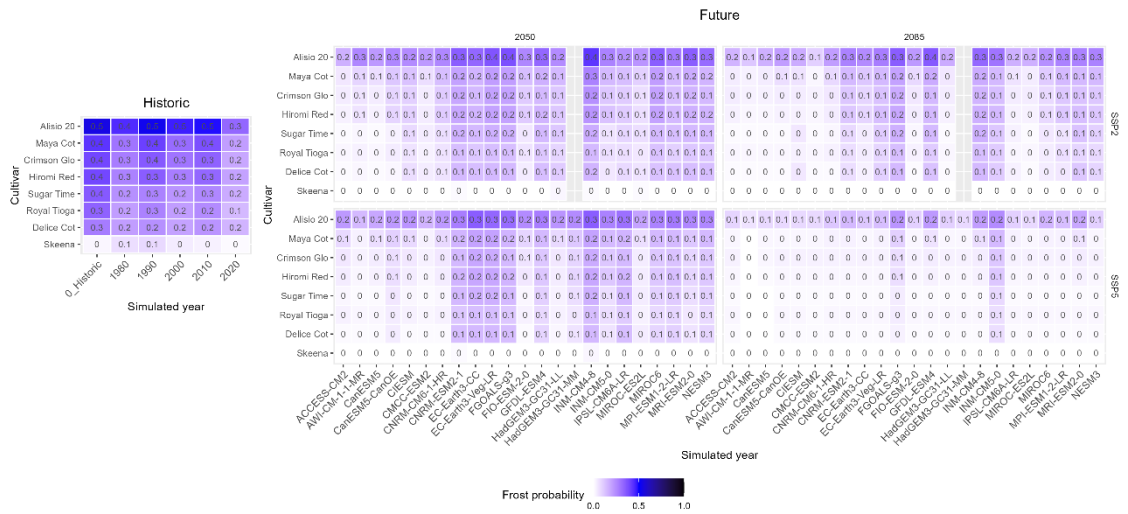
FV 9.1.1. En Zaragoza, la probabilidad de que se cumplan las necesidades de frío estimadas para cada una de las variedades es del 100 % en la mayoría de los escenarios (**FV 9.1.2**). Históricamente, se ha cumplido el frío todos los años desde 1973 (**FV 9.1.2**, primer panel), y esta situación va a continuar así al menos hasta mediados de siglo independientemente del escenario de cambio climático, SSP2 o SSP5 (**FV 9.1.2 y FV 9.1.3**, segundo panel). A finales de siglo, la situación será diferente dependiendo del escenario de cambio climático: todas las variedades analizadas serán viables bajo el escenario SSP2, pero el albaricoquero ‘Delice Cot’ y el cerezo ‘Skeena’ presentarán problemas de adaptación serios.



FV 9.1.2 y 9.1.3. Probabilidad de cumplimiento de las necesidades de frío invernal de frutales de Prunus (en Porciones de Frío) en Zaragoza, históricamente en datos observados y simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (primer panel) y en el futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP” y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según los modelos climáticos globales (GCM) disponibles.

El riesgo de heladas en Zaragoza presenta un amplio rango dependiendo de las fechas de floración de las variedades (**FV 9.1.4**). Históricamente, el riesgo de heladas ha sido especialmente alto para la variedad de melocotonero ‘Alisio 20’, ya que se estima que hay riesgo de heladas hasta la mitad de los años analizados. Para el resto de variedades el riesgo de heladas varía entre 0,2 y 0,4, con la excepción de la variedad de cerezo tardía ‘Skeena’ que apenas presenta riesgo de heladas. Esta situación ha variado a lo largo de las últimas cinco décadas, siendo esta última (2020) la que presenta unos valores más bajos (entre 0 y 0,3) (**FV 9.1.4**, primer panel). Con respecto a los escenarios futuros, en general los valores de riesgo de heladas se reducen drásticamente. A mediados de siglo bajo ambos escenarios, la variedad ‘Aliso 20’ presenta riesgo alto, mientras que el resto de variedades no, ya que el riesgo oscila entre 0 y 0,2 (**FV 9.1.4**, segundo panel). A finales de

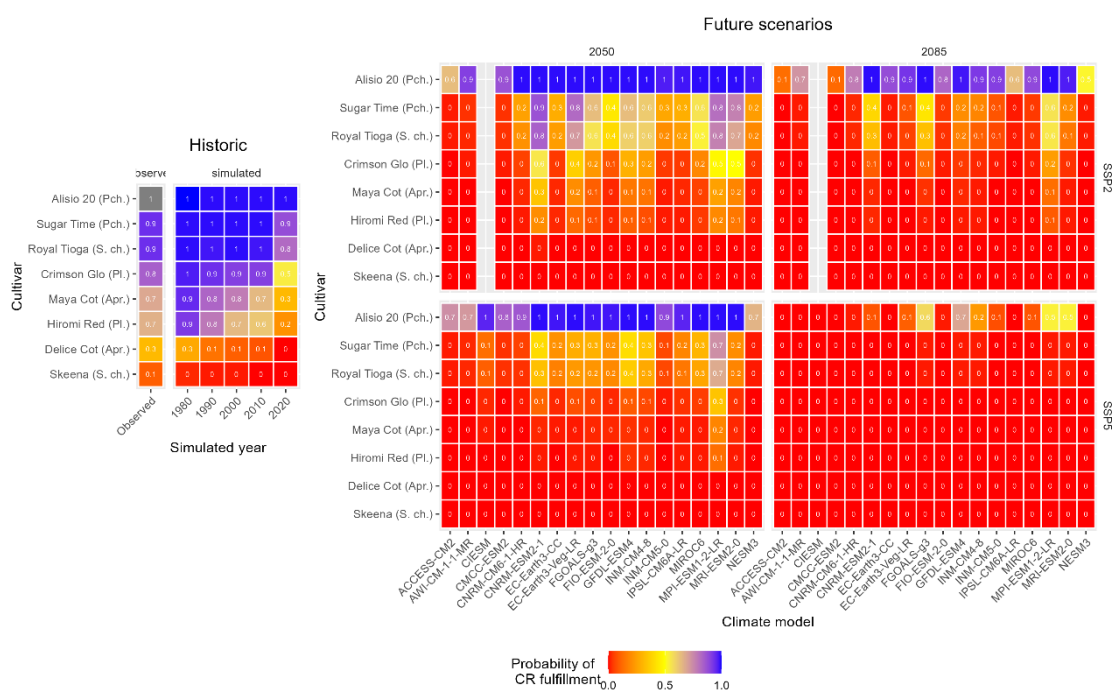
siglo el riesgo es nulo bajo el escenario SSP5 y muy bajo con el escenario SSP2 (FV 9.1.4, tercer panel).



FV 9.1.4. Riesgo de heladas durante la floración de frutales de hueso en Zaragoza. Probabilidad de periodos de más de tres horas de temperaturas bajo cero durante cinco días antes y después de la fecha media de floración observada en los dos años de estudio.

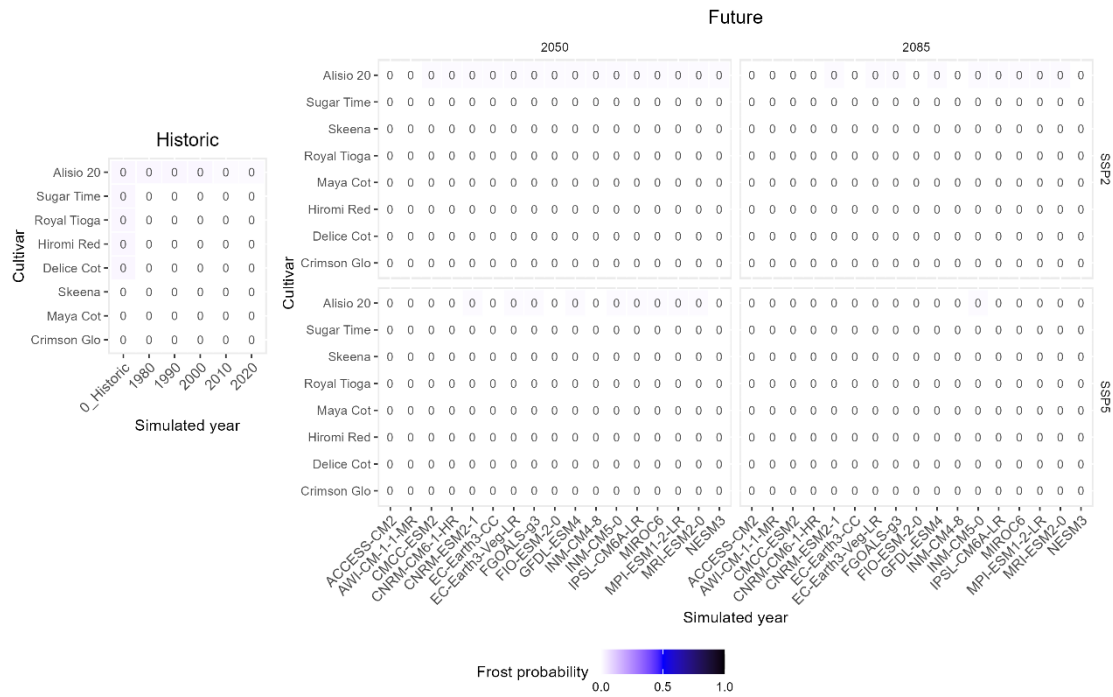
Resultado 9.2 Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Algarrobo-Costa (clima subtropical).

FV 9.2.1. En Algarrobo-Costa, las variedades estudiadas presentan problemas importante de cumplimiento del frío (**FV 9.2.2**). Históricamente, únicamente los melocotoneros cumplen el frío en la última década de manera sostenible. Ya que el cerezo ‘Royal Tioga’ y el ciruelo ‘Crimson Glo’ presentan problemas esta última década. El estos de variedades el cumplimiento del frío histórico es residual. En los escenarios futuros, únicamente se cumple el frío para la variedades de melocotonero ‘Alisio 20’ mientras que para el resto de variedades frutales estudiadas el cumplimiento del frío es residual, siendo cero mayoritariamente. A finales de siglo bajo el escenario SSP5 no se cumplirá nunca el frío para ninguna de las variedades estudiadas (**FV 9.2.2** y **FV 9.2.3.**, paneles tercero y cuarto).



FV 9.2.2 y FV 9.2.3. Probabilidad de cumplimiento de las necesidades de frío invernal de frutales de Prunus (en Porciones de Frío) en Algarrobo-Costa, históricamente en datos observados y simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (primer panel) y en el futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP” y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según los modelos climáticos globales (GCM) disponibles.

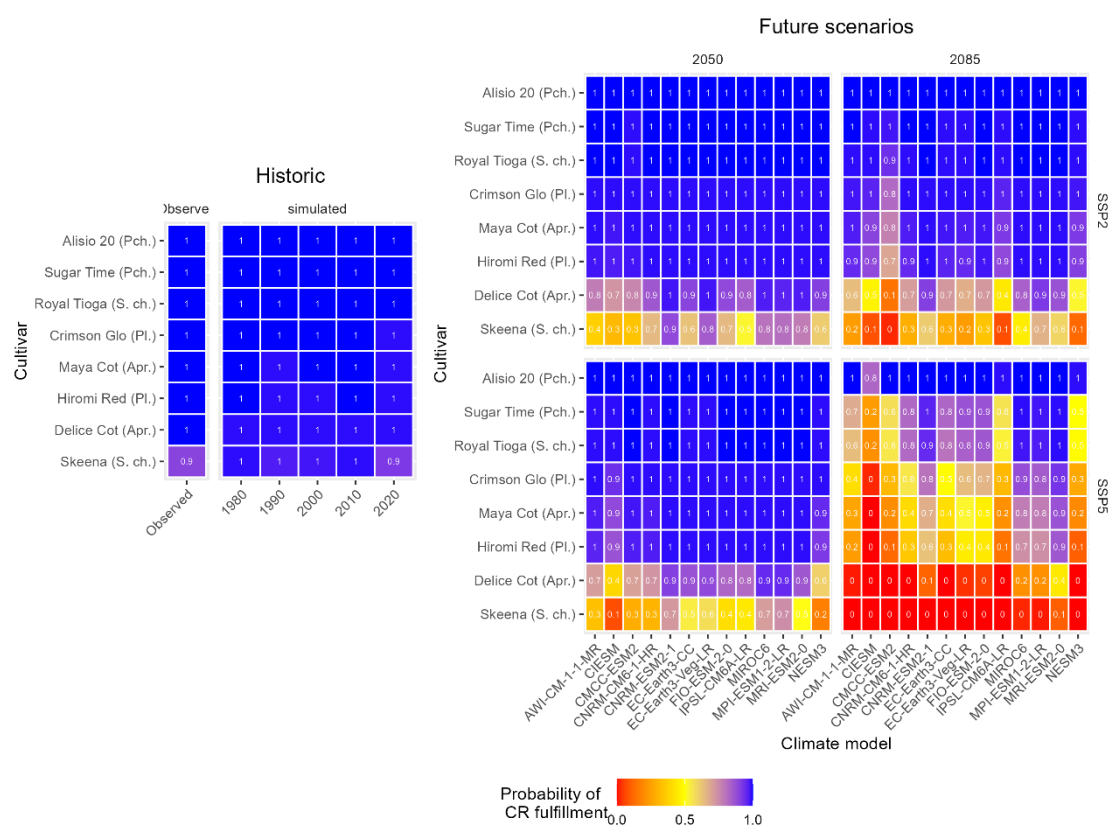
El riesgo de heladas durante el periodo de floración ha sido nulo históricamente y seguirá siendo nulo en un futuro (FV 9.2.4)



FV 9.2.4. Riesgo de heladas durante la floración de frutales de hueso en Algarrobo-Costa. Probabilidad de periodos de más de tres horas de temperaturas bajo cero durante cinco días antes y después de la fecha media de floración observada en los dos años de estudio.

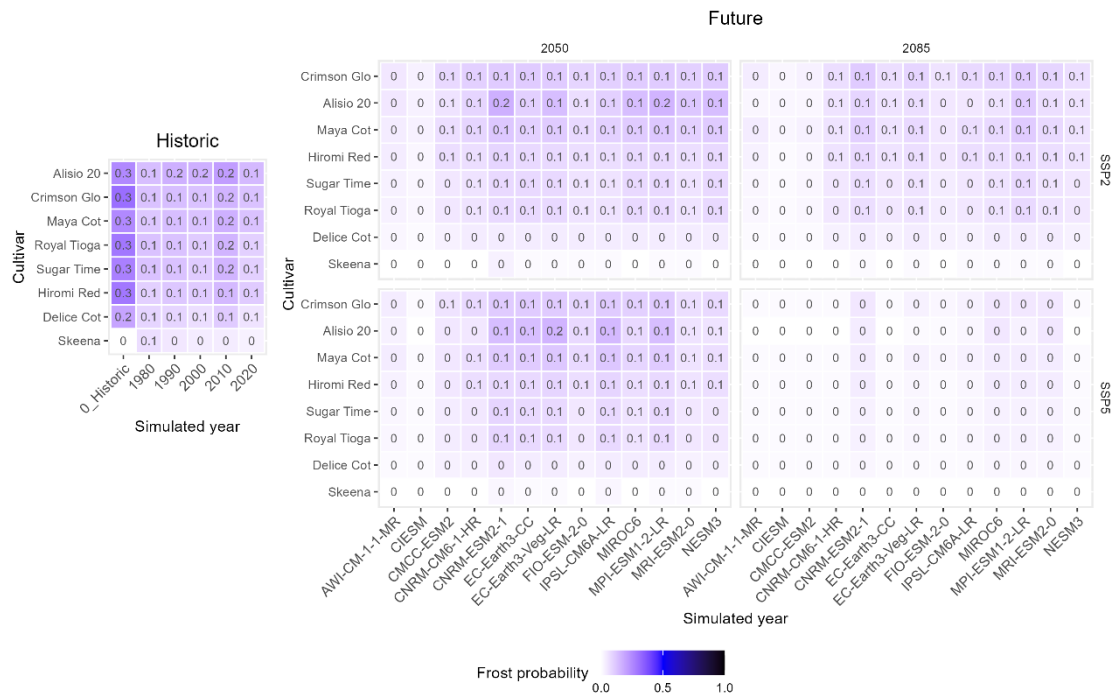
Resultado 9.3. Determinación de las probabilidades de cumplimiento del frío y riesgo de heladas en Extremadura (clima intermedio).

FV 9.3.1. En Badajoz, la probabilidad de que se cumplan las necesidades de frío estimadas para cada una de las variedades varía claramente según el escenario considerado (FV 9.3.2). Históricamente, se ha cumplido el frío todos los años desde 1973 (FV 9.3.2, primer panel). A mediados de siglo se adaptarán bien la mayoría de variedades, pero el albaricoquero ‘Delice Cot’ y el cerezo ‘Skeena’ mostrarán problemas independientemente del escenario de cambio climático, SSP2 o SSP5 (FV 9.3.2 y 9.3.3, segundo panel). A finales de siglo, la situación será similar a la observada en el 2050 en el escenario SSP2. Mientras que en el escenario SSP5 todas las variedades no llegarán a cumplir el frío con la excepción del melocotonero ‘Alisio 20’ (FV 9.3.2 y 9.3.3, tercer panel).



FV 9.3.2 y 9.3.3. Probabilidad de cumplimiento de las necesidades de frío invernal de frutales de Prunus (en Porciones de Frío) en Badajoz (Extremadura), históricamente en datos observados y simulación de escenarios históricos para los años de referencia 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 (primer panel) y en el futuro bajo dos escenarios de cambio climático (SSP2 y SSP5) y dos horizontes temporales (2050 y 2085) según los modelos climáticos globales (GCM) disponibles.

El riesgo de heladas en Badajoz ha sido históricamente muy bajo, con heladas 1 ó 2 años de cada 10. Este riesgo se reduce en el futuro, el riesgo de heladas sigue existiendo (uno de cada 10 años) a mediados de siglo y llega a desaparecer a finales de siglo bajo el escenario SSP5 para todas las variedades (**FV 9.3.4**).



FV 9.3.4. Riesgo de heladas durante la floración de frutales de hueso en Badajoz (Extremadura). Probabilidad de periodos de más de tres horas de temperaturas bajo cero durante cinco días antes y después de la fecha media de floración observada en los dos años de estudio.

CONCLUSIONES

- A1. Las fechas de floración entre las mismas variedades de albaricoquero, cerezo, ciruelo y melocotonero en las dos localizaciones en Zaragoza (clima templado-frío) que en Algarrobo-Costa (clima subtropical) fueron muy diferentes. La falta de frío en Algarrobo-Costa impidió a los árboles brotar con normalidad. Además, se registraron fechas de floración extremadamente tardías, indicando una clara falta de adaptación, con incluso la muerte de los árboles de la variedad más exigente en frío. Además, las floraciones no fueron agrupadas, sino que las flores fueron apareciendo poco a poco, solapándose con otros estados fenológicos como la salida de hoja, y resultando en ratios de floración muy bajos, síntomas claros de falta de frío.
- A2. El pawpaw se ha adaptado mejor a las condiciones subtropicales, teniendo problemas de adaptación en condiciones continentales. No obstante, la modificación de las condiciones de cultivo mediante i) plantación de los árboles más mayores después de un periodo de adaptación en umbráculo, y ii) la instalación de malla de sombreo para reducir la radiación en los meses de verano permitió que los árboles florecieran con normalidad y entraran en producción, por lo que el pawpaw podría ser un cultivo de futuro en las diferentes zonas climáticas de la península ibérica.
- A3. La progresión de la dormancia en ciruelo japonés no es un reloj fijo sino un sistema regulatorio plástico que integra señales térmicas estacionales, historial de frío acumulado, y el trasfondo genético del cultivar. Comparaciones transcriptómicas en climas contrastantes han revelado que (i) el clima puede ejercer una influencia tan grande como el estadio de dormancia sobre la expresión génica; (ii) la represión de genes DAM y la modulación de vías de señalización como SAP1/TOR son ejes centrales de la transición endodormancia→ecodormancia; y (iii) los requerimientos de frío y calor deben estimarse localmente para guiar la adaptación varietal en un contexto de calentamiento global acelerado.
- A4. La caracterización del reposo en las variedades de *Prunus* en Zaragoza presentó la dinámica esperada, no así en Algarrobo-Costa donde se mostraron patrones anómalos debido a la falta de frío. En Zaragoza, el melocotonero ‘Alisio 20’ salió de endodormancia el 28 de noviembre el cerezo ‘Skeena’ salió de endodormancia el 2 de febrero. Mientras que en Algarrobo el mismo melocotonero salió el 2 de enero, y los cerezos murieron por la falta de frío.
- A5. Las necesidades agroclimáticas de las variedades de pawpaw no se pudieron determinar con la metodología empleada en frutales de hueso, ya que el pawpaw presenta un número muy reducido de flores en cada rama, insuficientes incluso en árboles adultos. Será necesario por tanto poner a punto una nueva metodología para delimitar las fases del reposo, pareciendo ser más indicado un biomarcador que la metodología experimental de forzado de varetas.
- A6. Las necesidades agroclimáticas de las variedades de *Prunus* estudiadas se establecieron con normalidad en Zaragoza (clima templado-frío). La variedad que menos necesidades de frío presentó fue el melocotonero ‘Alisio 20’ (14 PF) pero tuvo unas necesidades de calor muy altas (11.003 GDH). Mientras que el cerezo ‘Skeena’ presentó las necesidades de frío más altas (55 PF) y unas necesidades de calor muy variables entre los dos años estudiados (5485 y 11096 GDH).

- A7. El frío invernal se ha reducido considerablemente en las tres zonas estudiadas en las últimas décadas. Los incrementos de temperaturas a finales de siglo (2085) serán de uno 3 °C bajo el escenario SSP2 y de hasta 5 °C bajo el escenario SSP5, por lo que es importante la toma de medidas para reducir el impacto del cambio climático.

- A8. El frío invernal se reducirá de forma importante tanto a mediados como a finales de siglo en las tres localizaciones estudiadas. En Zaragoza, esta reducción de frío únicamente afectará a aquellas variedades con muy altas necesidades de frío. Mientras que, en Extremadura, la renovación varietal deberá ser muy importante ya que incluso variedades con necesidades medias de frío se verán afectadas. Finalmente, en Málaga la acumulación de frío invernal llegará a ser nula.

- A9. El riesgo de heladas es importante únicamente en Zaragoza, y este riesgo se reducirá de forma significativa en el futuro. En Extremadura y en Málaga este riesgo es nulo.

ANEXO I

FV 4.1.4. Listado de yemas fijadas durante los ensayos de caracterización del reposo de *Prunus* sp. en Zaragoza el año 1.

Año 1 (Zaragoza)							
Nº	Fecha	Especie	Variiedad	Nº de yemas	Fijación	Nº de yemas	Fijación
1	25-nov	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
2			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
3		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
4			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
5		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
6			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
7		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
8			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
9	02-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
10			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
11		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
12			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
13		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
14			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
15		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
16			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
17	10-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
18			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
19		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
20			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
21		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
22			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
23		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
24			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
25	16-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
26			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
27		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
28			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
29		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
30			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
31		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
32			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
33	23-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
34			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
35		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
36			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
37		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
38			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
39		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
40			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

41	30-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
42			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
43		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
44			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
45		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
46			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
47		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
48			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
49	05-ene	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
50			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
51		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
52			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
53		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
54			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
55		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
56			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
57	13-ene	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
58			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
59		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
60			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
61		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
62			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
63		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
64			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
65	21-ene	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
66			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
67		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
68			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
69		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
70			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
71		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
72			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
73	27-ene	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
74			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
75		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
76			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
77		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
78			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
79		Melocotonero	Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
80	03-feb	Albaricoquero	Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
81		Cerezo	Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
82		Melocotonero	Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
83	10-feb	Cerezo	Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
84	15-feb	Cerezo	Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
85	24-feb	Cerezo	Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

ANEXO II: FV 4.1.4. Listado de yemas fijadas durante los ensayos de caracterización del reposo de *Prunus* sp. en Zaragoza el año 2.

Año 2 (Zaragoza)							
Nº	Fecha	Especie	Variiedad	Nº de yemas	Fijación	Nº de yemas	Fijación
1	22-nov	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
2			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
3		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
4			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
5		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
6			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
7		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
8			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
9	28-nov	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
10			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
11		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
12			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
13		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
14			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
15		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
16			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
17	04-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
18			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
19		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
20			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
21		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
22			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
23		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
24			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
25	14-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
26			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
27		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
28			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
29		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
30			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
31		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
32			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
33	21-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
34			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
35		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
36			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
37		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
38			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
39		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
40			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
41	28-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
42			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
43		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

ANEXO III

FV 4.1.4. Listado de yemas fijadas durante los ensayos de caracterización del reposo de *Prunus* sp. en Málaga el año 1.

Año 1 (Málaga)							
Nº	Fecha	Especie	Variedad	Nº de yemas	Fijación	Nº de yemas	Fijación
1	25-nov	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
2			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
3		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
5		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
6			Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
7		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
8			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
9		02-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3
10	Delice Cot			10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
11	Cerezo		Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
13	Ciruelo Jap.		Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
14			Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
15	Melocotonero		Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
16			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
17	10-dic		Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3
18		Delice Cot		10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
19		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
21		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
22			Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
23		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
24			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
25		16-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3
26	Delice Cot			10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
27	Cerezo		Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
29	Ciruelo Jap.		Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
30			Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
31	Melocotonero		Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
32			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
33	23-dic		Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3
34		Delice Cot		10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
35		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
37		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
38			Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
39		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
40			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
41		30-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3
42	Delice Cot			10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
43	Cerezo		Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
45	Ciruelo Jap.		Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

95		Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
96	Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
97	Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
98		Hiromi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
99	Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
100		Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

ANEXO IV: FV 4.1.4. Listado de yemas fijadas durante los ensayos de caracterización del reposo de *Prunus* sp. en Málaga el año 2.

Año 2 (Málaga)							
Nº	Fecha	Especie	Variiedad	Nº de yemas	Fijación	Nº de yemas	Fijación
1	30-nov	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
2			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
3		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
4			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
5		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
6			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
7		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
8			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
9	05-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
10			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
11		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
12			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
13		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
14			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
15		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
16			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
17	14-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
18			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
19		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
20			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
21		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
22			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
23		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
24			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
25	21-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
26			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
27		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
28			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
29		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
30			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
31		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
32			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
33	28-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
34			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
35		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
36			Skeena	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
37		Ciruelo Jap.	Crimson Glo	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
38			Hiroimi Red	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
39		Melocotonero	Alisio 20	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
40			Sugar Time	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
41	28-dic	Albaricoquero	Maya Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
42			Delice Cot	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)
43		Cerezo	Royal Tioga	10	Alcohol:ác. Acético (3:1)	3 x 3	Nitrógeno líquido (-80°C)

