Impacto del cambio climático en frutales de clima templado

Javier Rodrigo

Departamento de Ciencia Vegetal, CITA

Teruel
21 de octubre de 2024

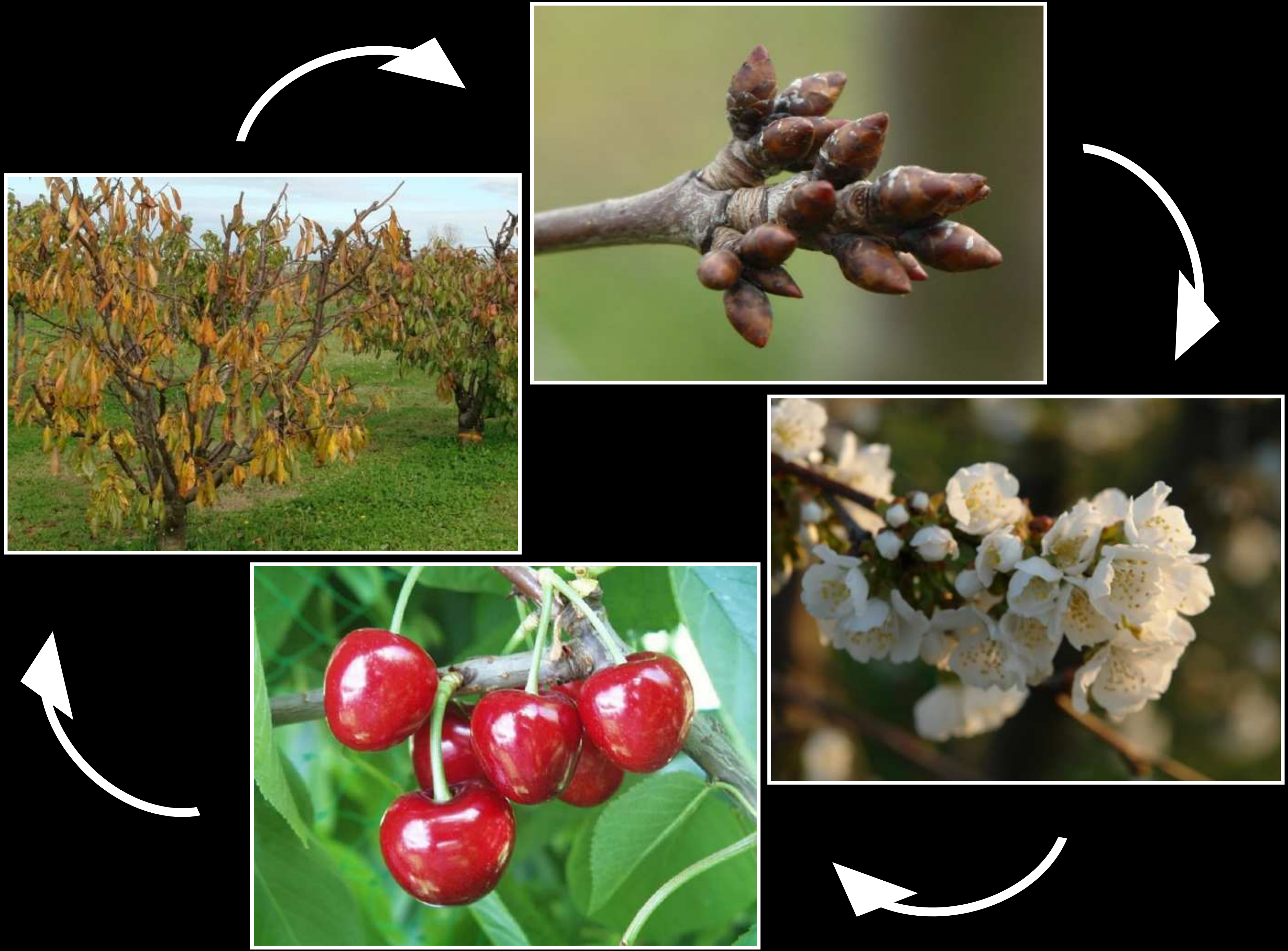
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

#AragónClimateWeek

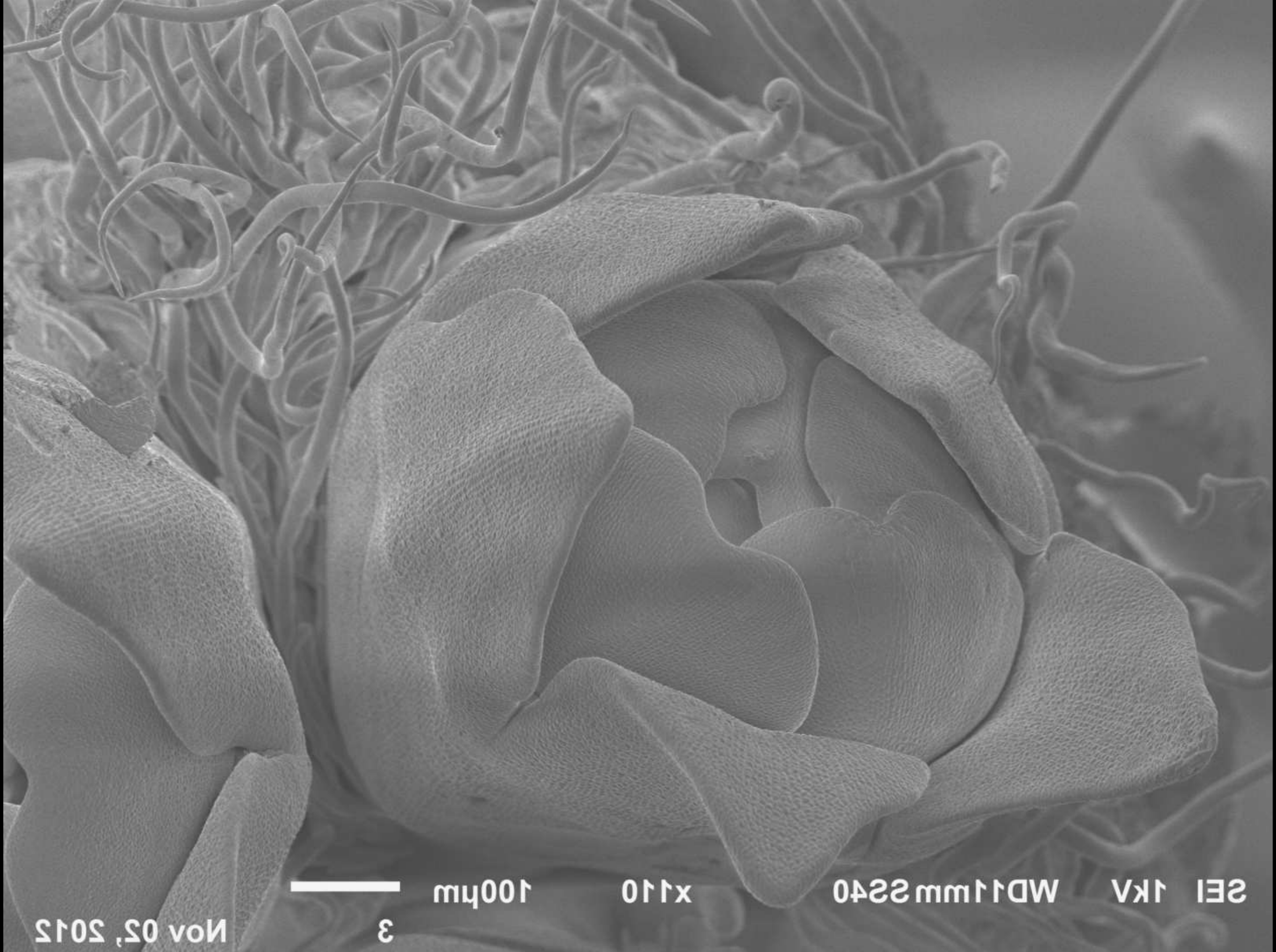
GOBIERNO DE ARAGON

cita CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Fruto: ciclo reproductivo — Cambio climático — Problemática en frutales

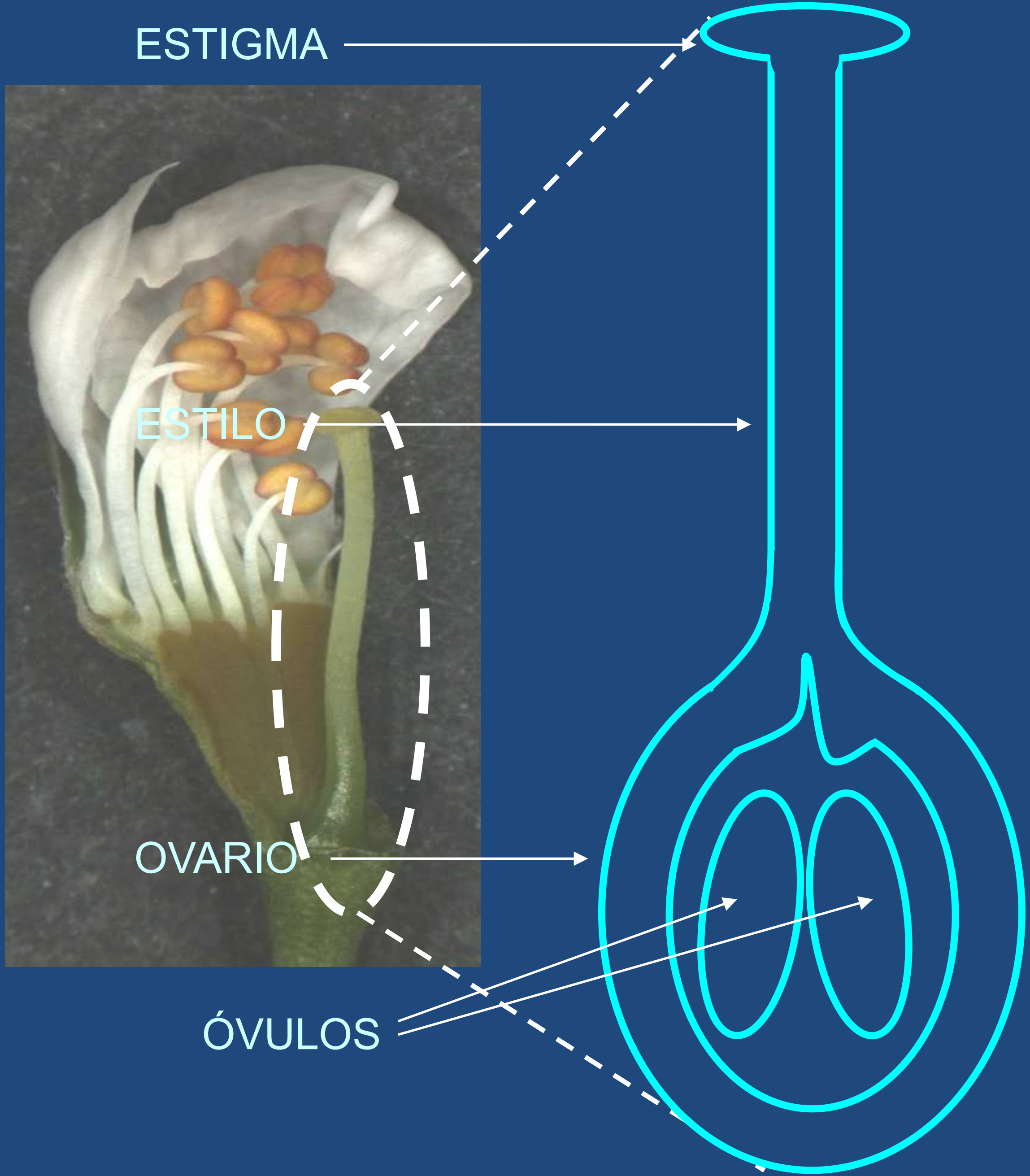


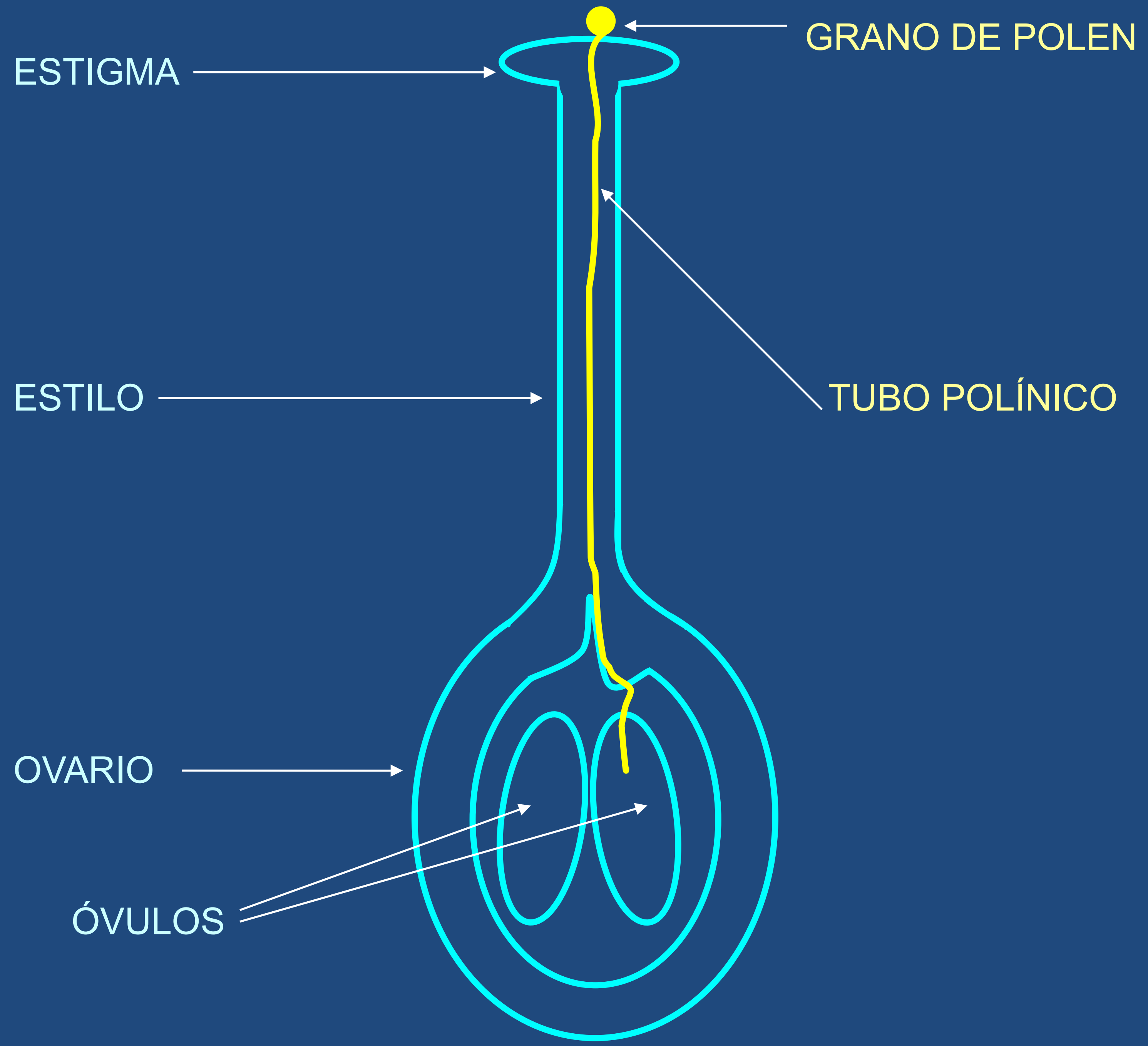

A
Stage 91



SEI 1kV WD11mm SS40 x110 100μm
3 Nov 02, 2012

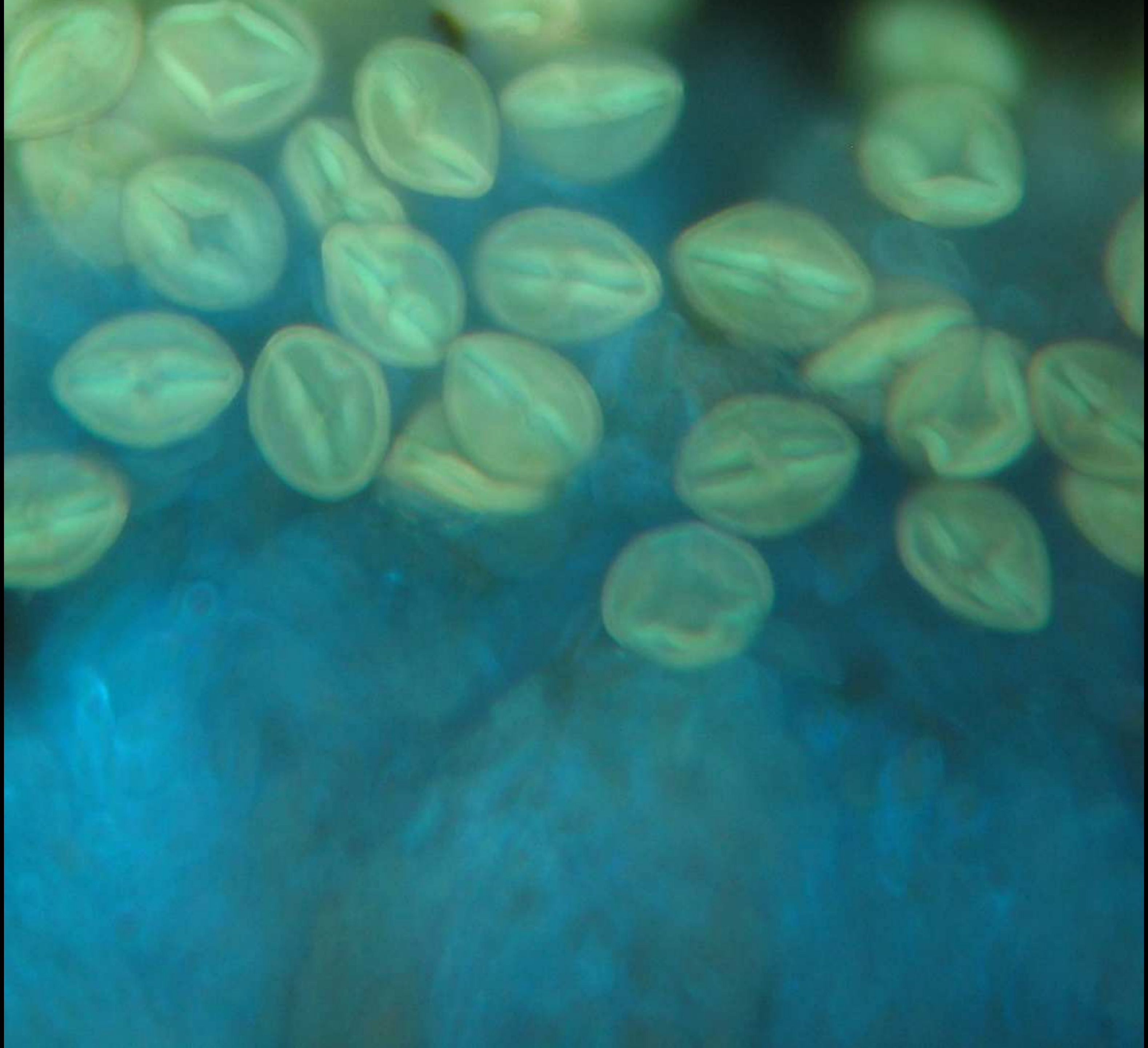
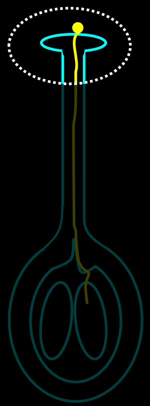
Cuajado

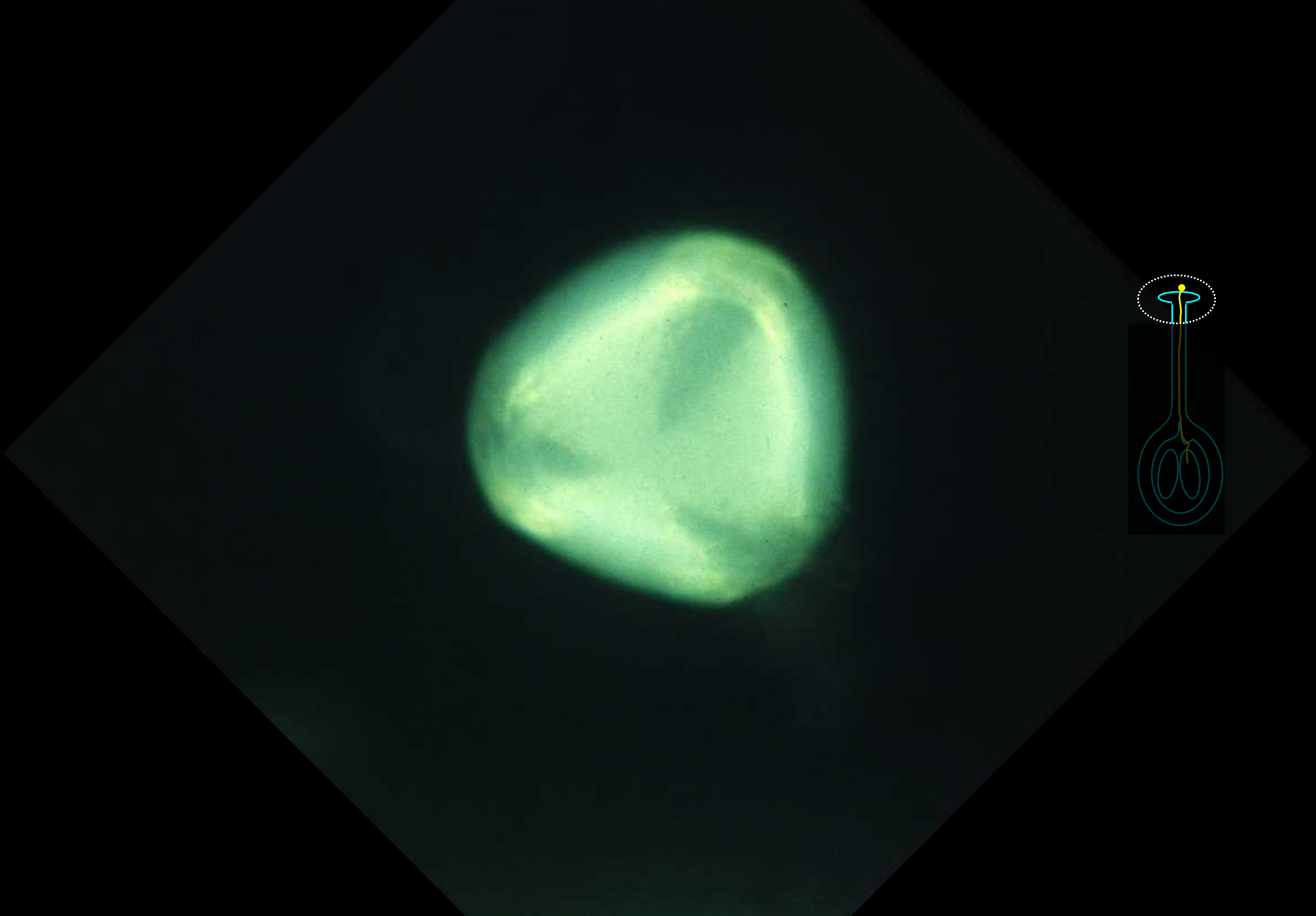

ESTIGMA
ESTILO
OVARIO
ÓVULOS

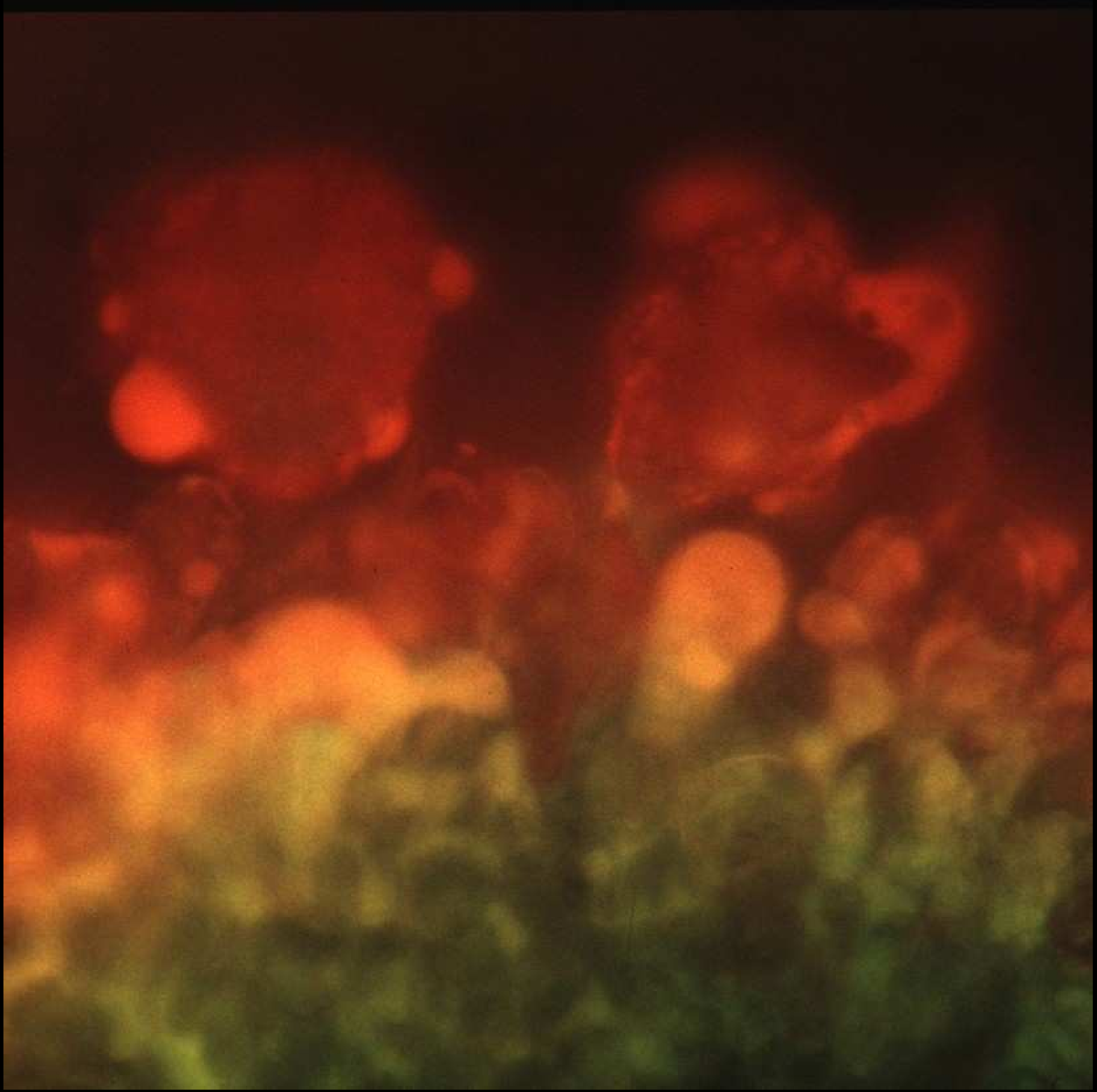

GRANO DE POLEN
ESTIGMA
ESTILO
TUBO POLÍNICO
OVARIO
ÓVULOS

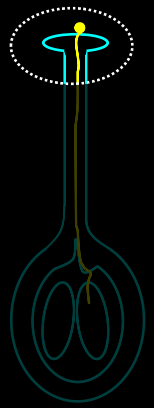


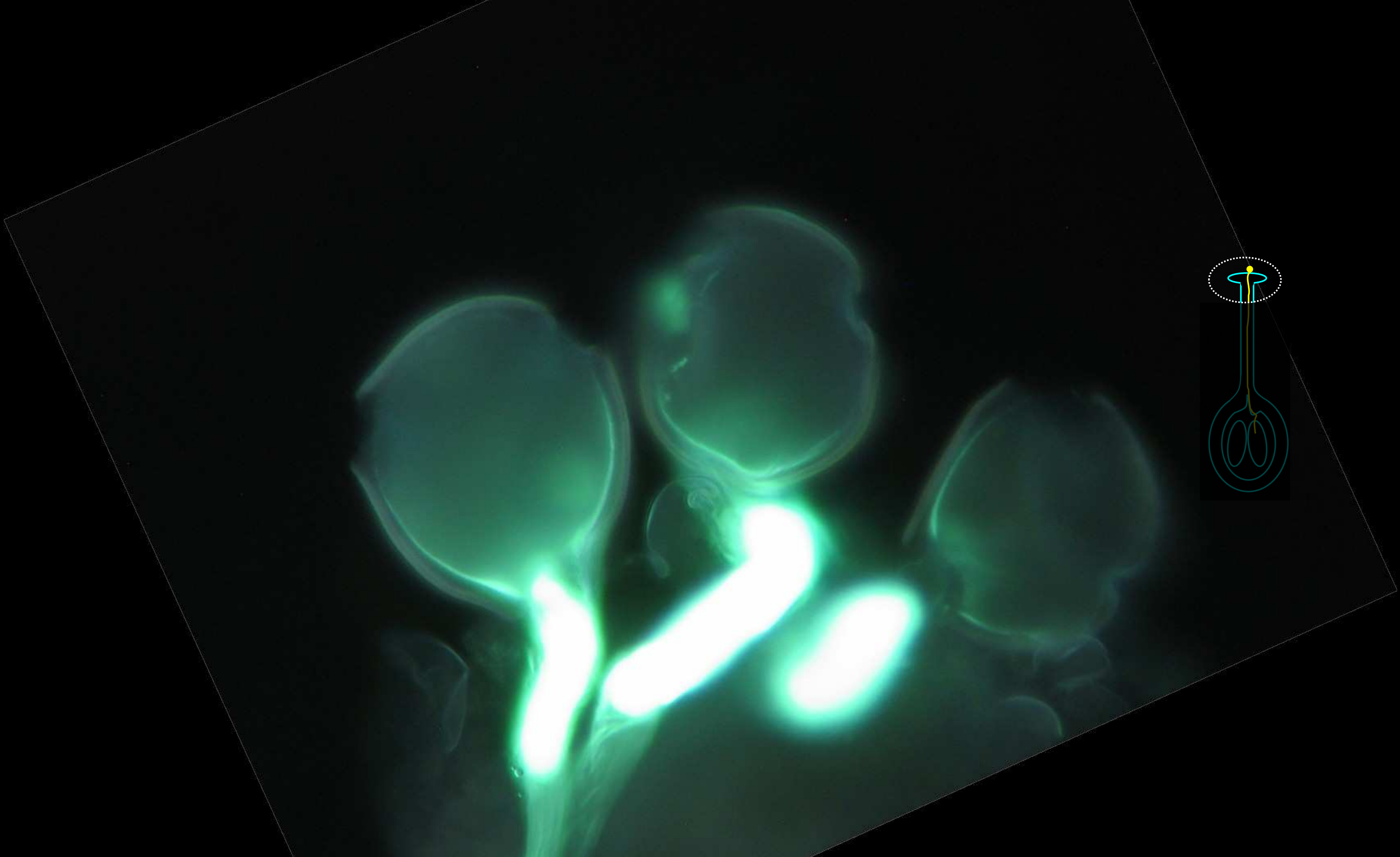


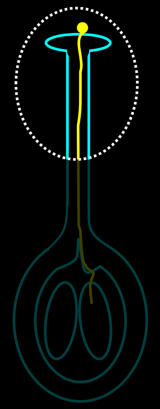



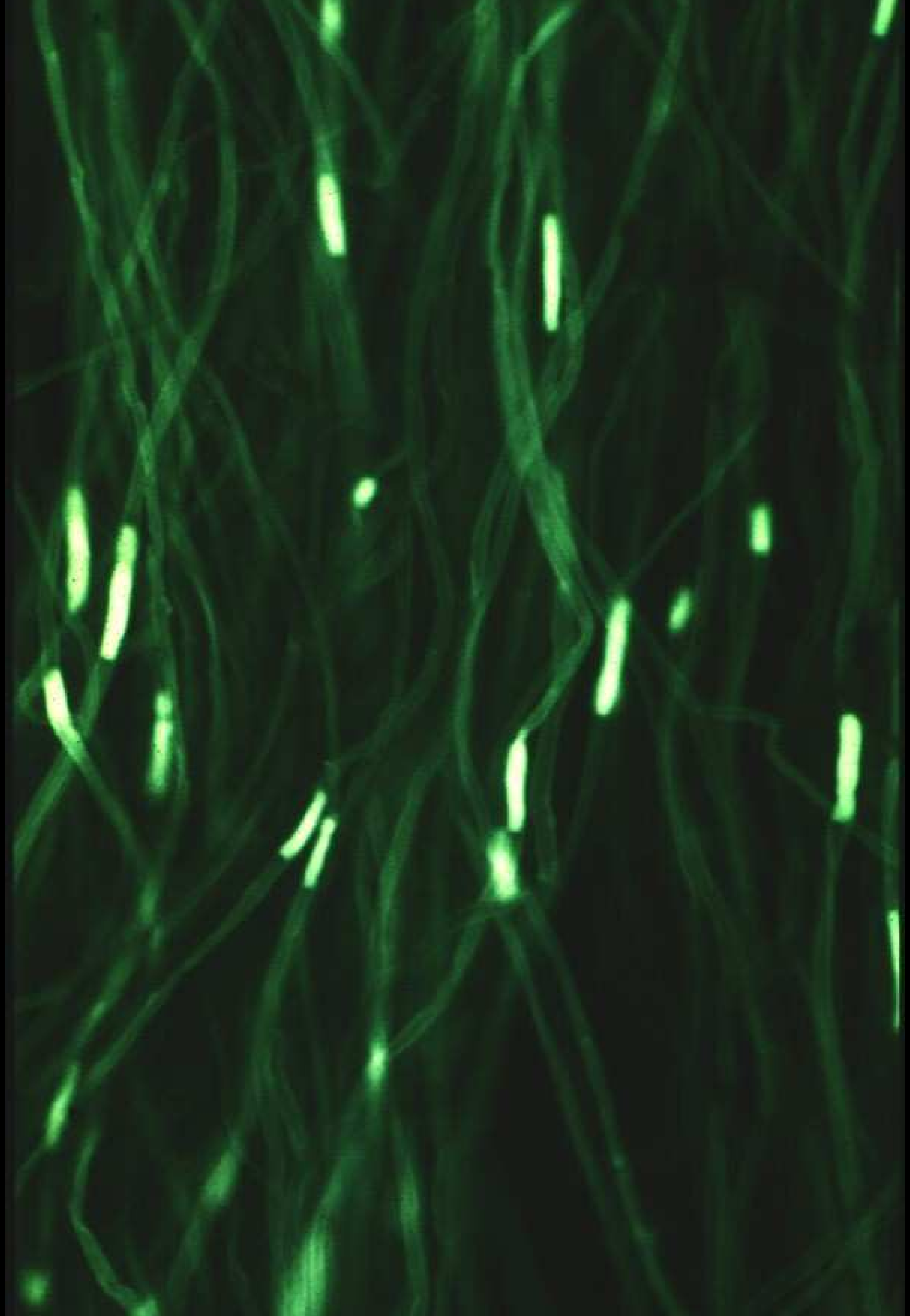


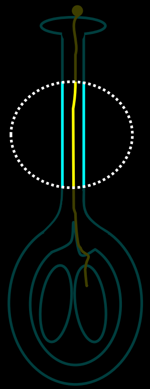


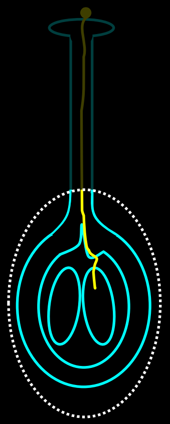


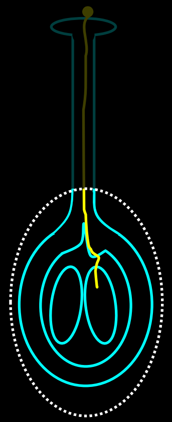


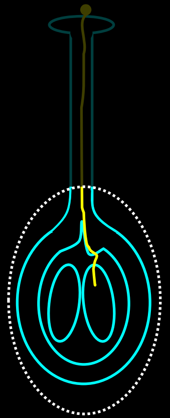


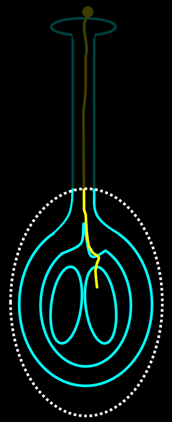


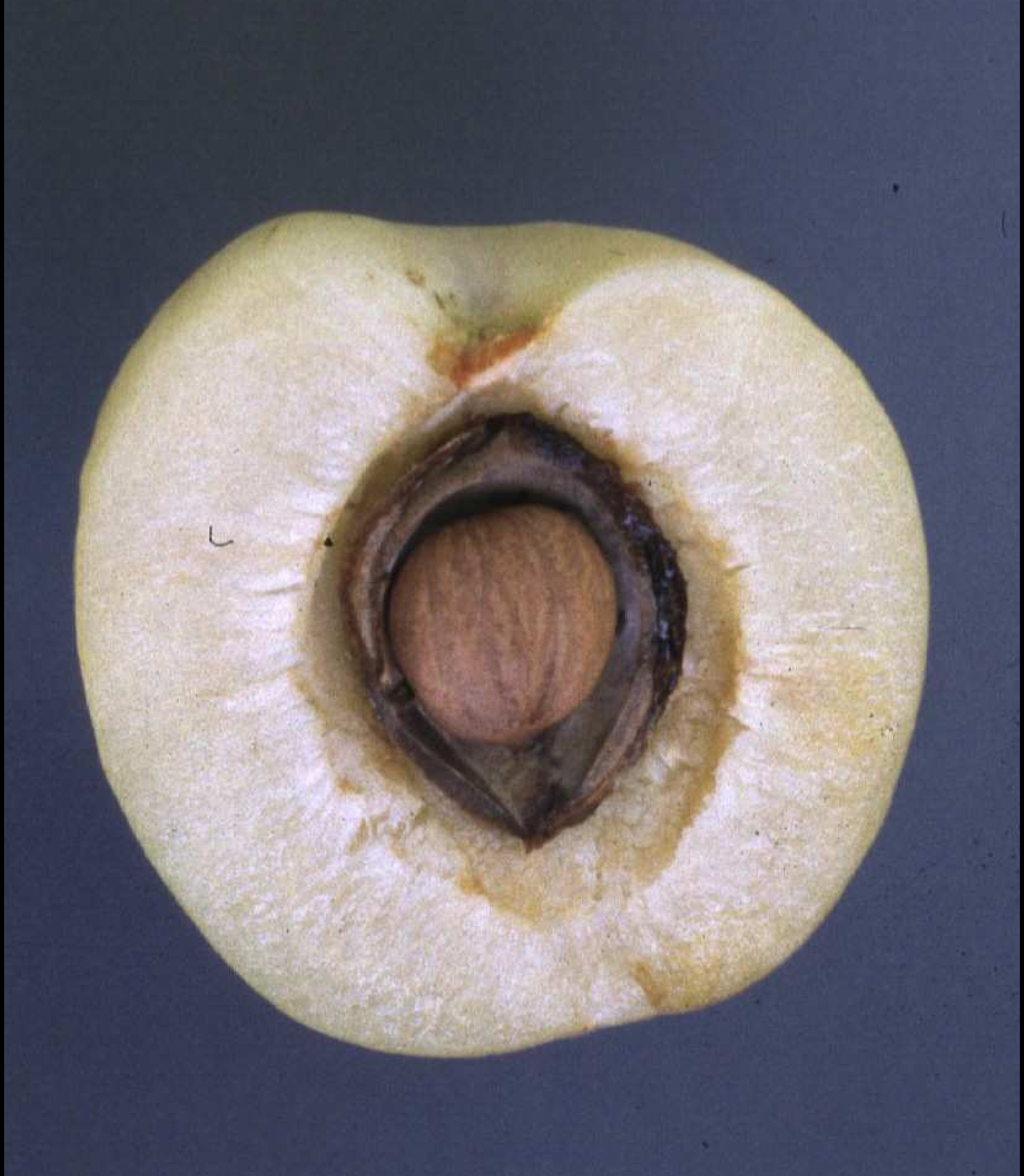




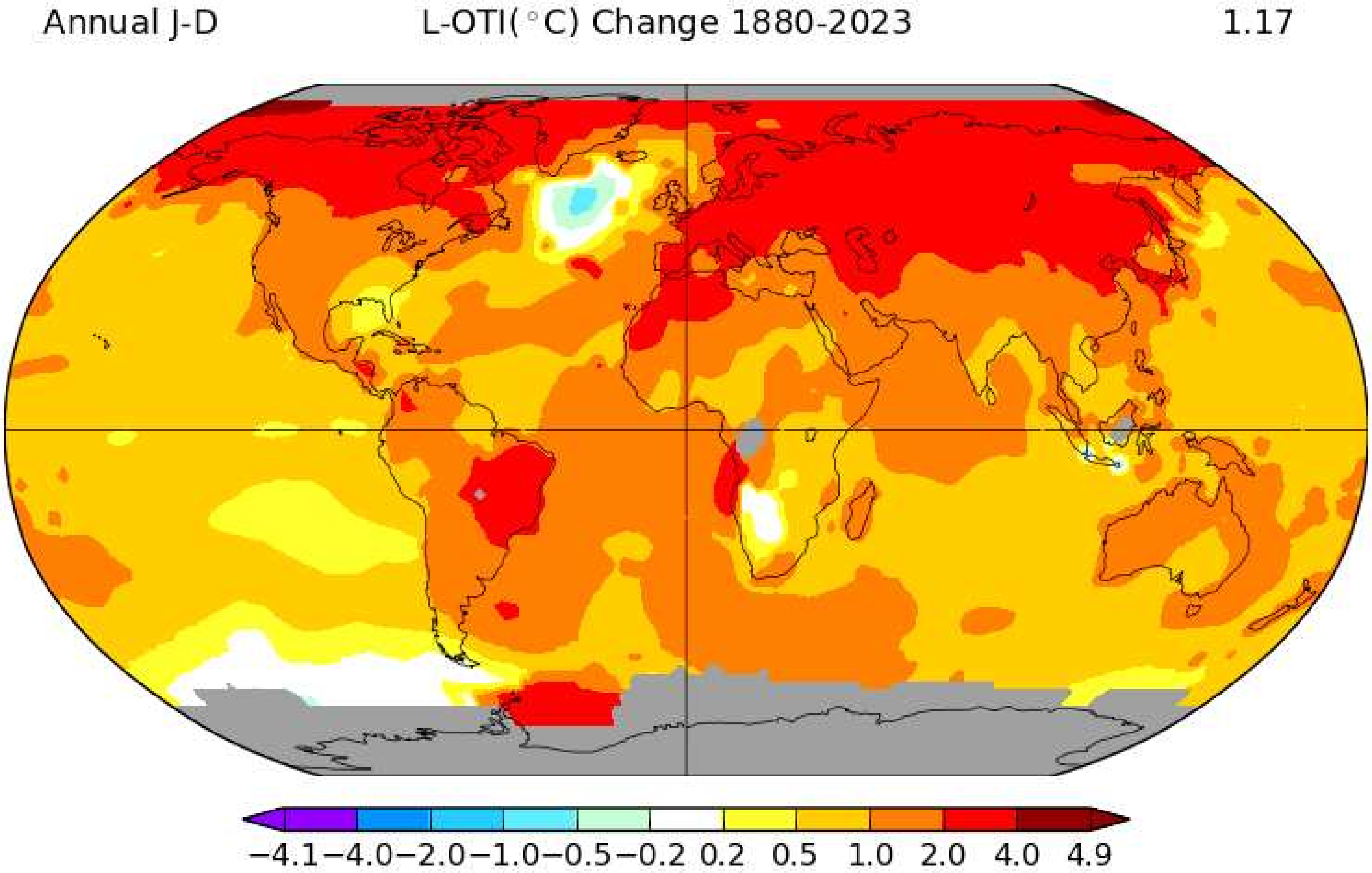






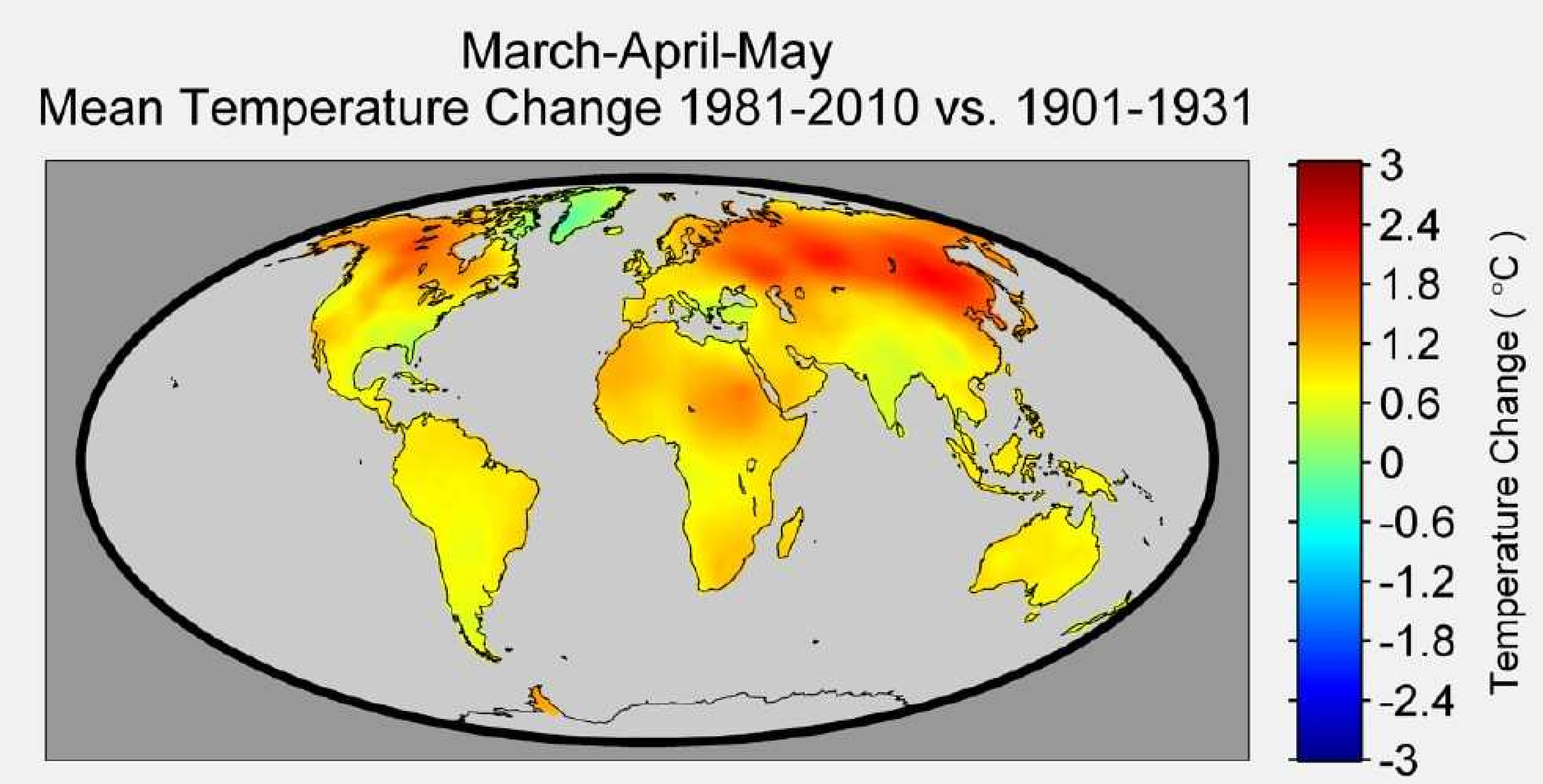
Fruto: ciclo reproductivo

Cambio climático


Annual J-D
L-OTI(°C) Change 1880-2023
1.17
−4.1 −4.0 −2.0 −1.0 −0.5 −0.2 0.2 0.5 1.0 2.0 4.0 4.9

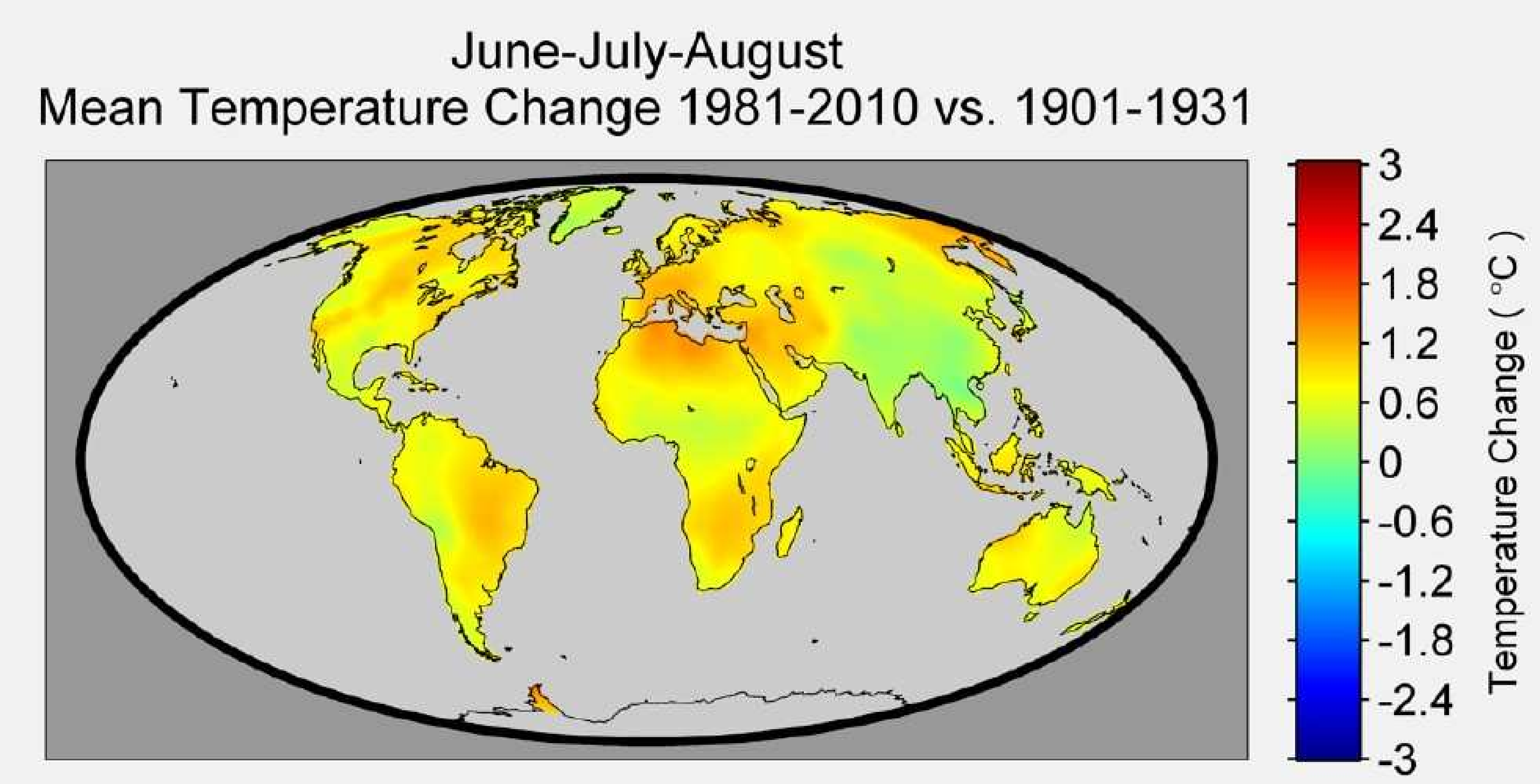
IPCC, 2022

Primavera



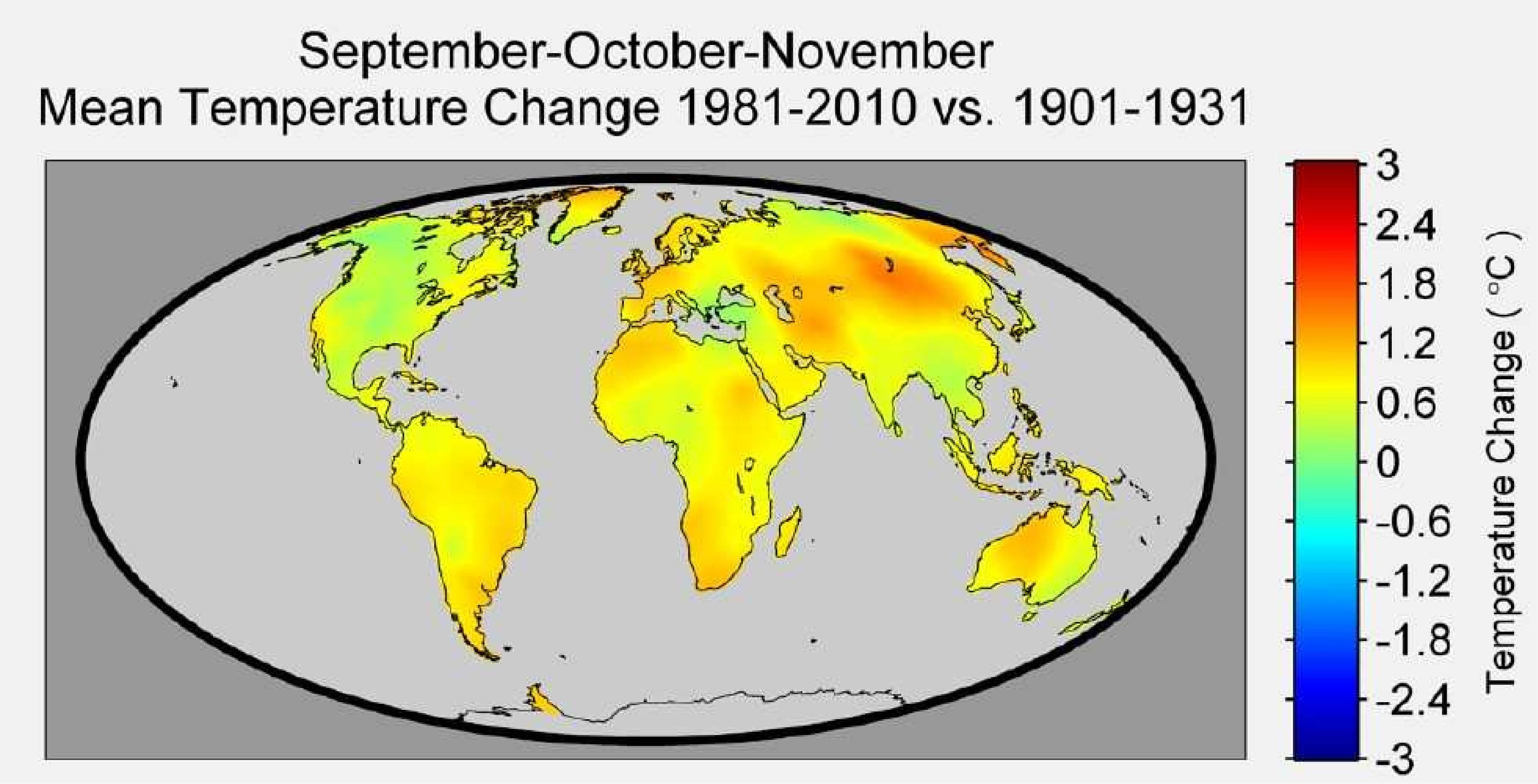
http://berkeleyearth.org/

Verano



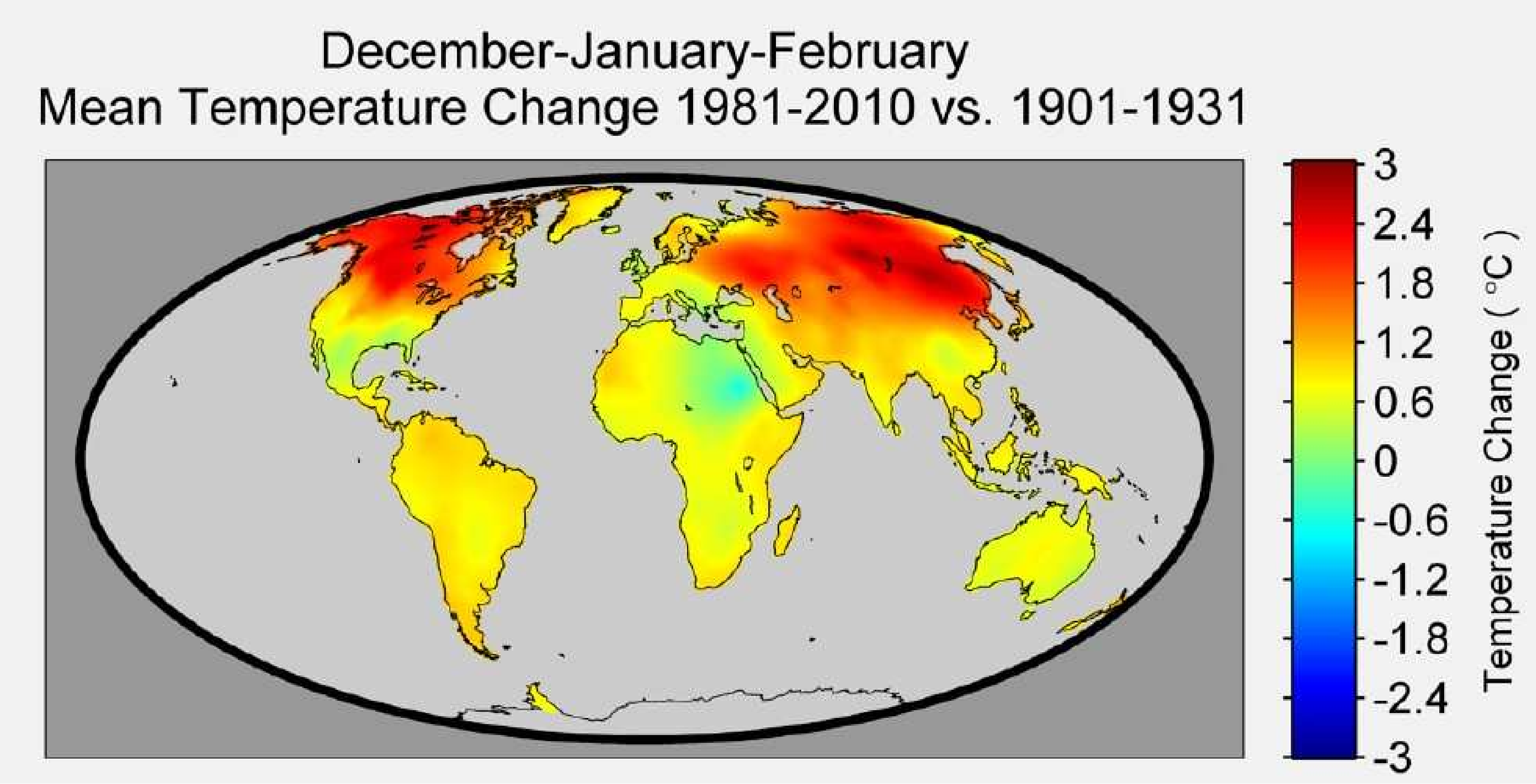
http://berkeleyearth.org/

Otoño



http://berkeleyearth.org/

Invierno

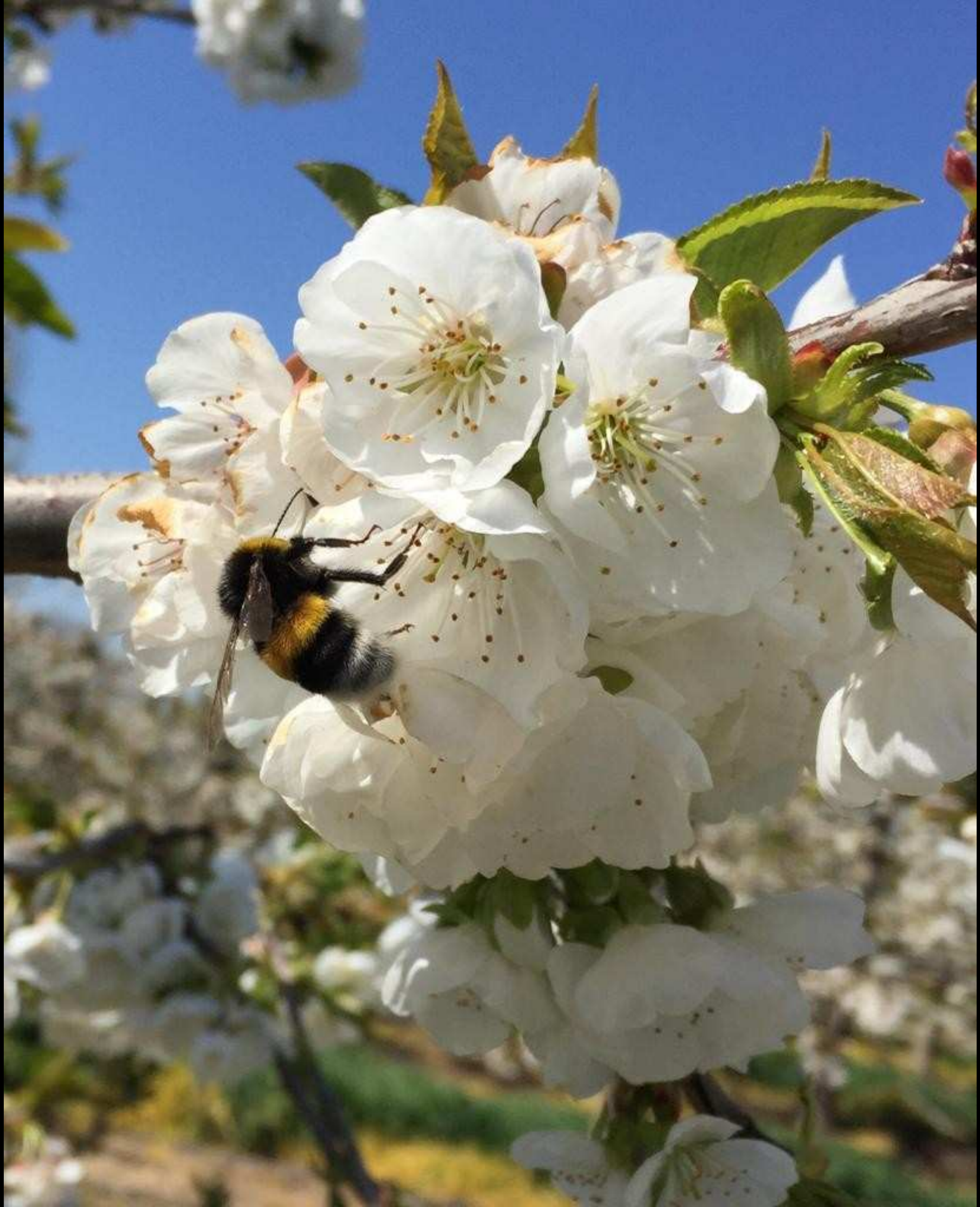


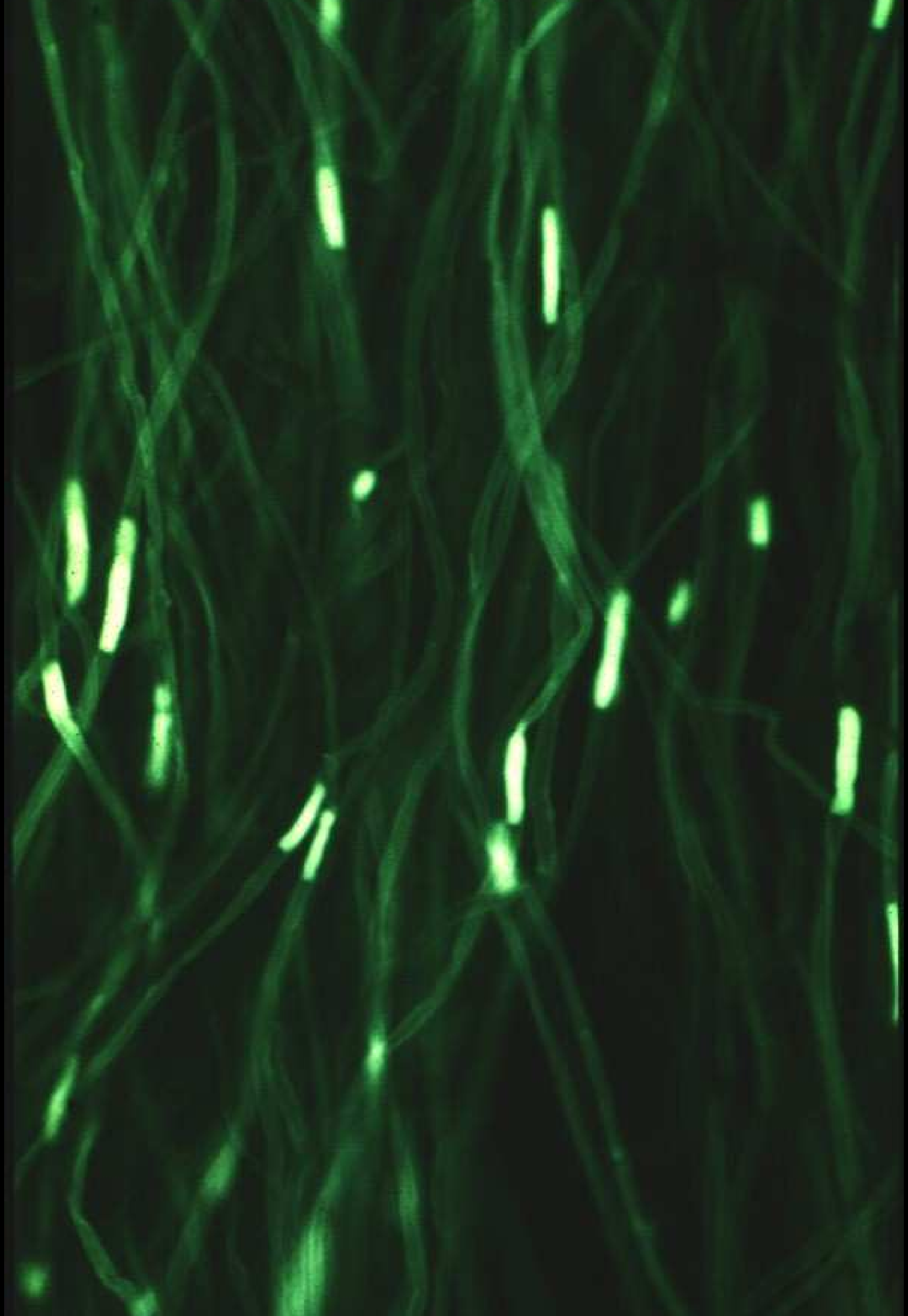
http://berkeleyearth.org/

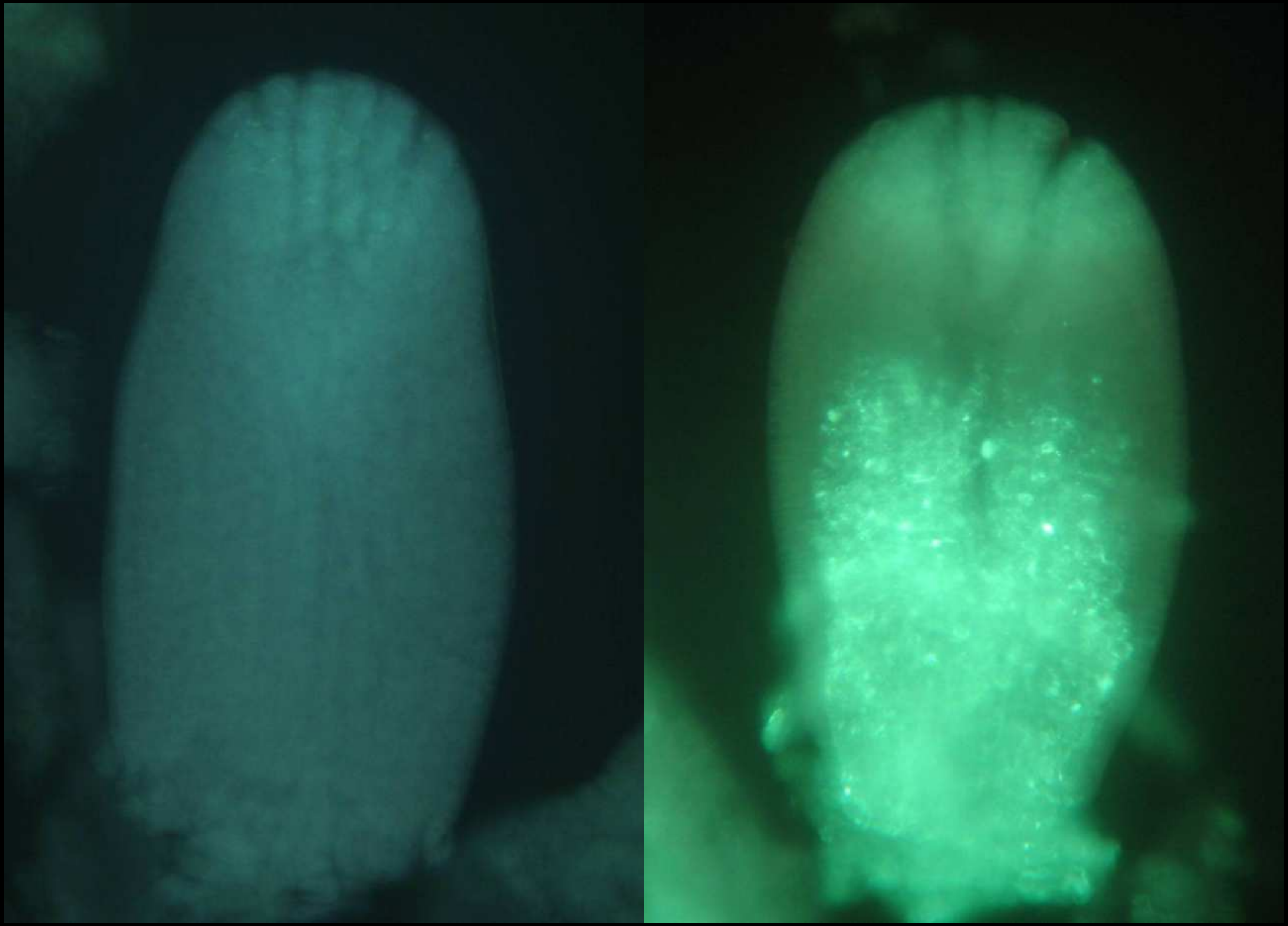
GOBIERNO DE ARAGON

cita CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Fruto: ciclo reproductivo — Cambio climático — Problemática en frutales







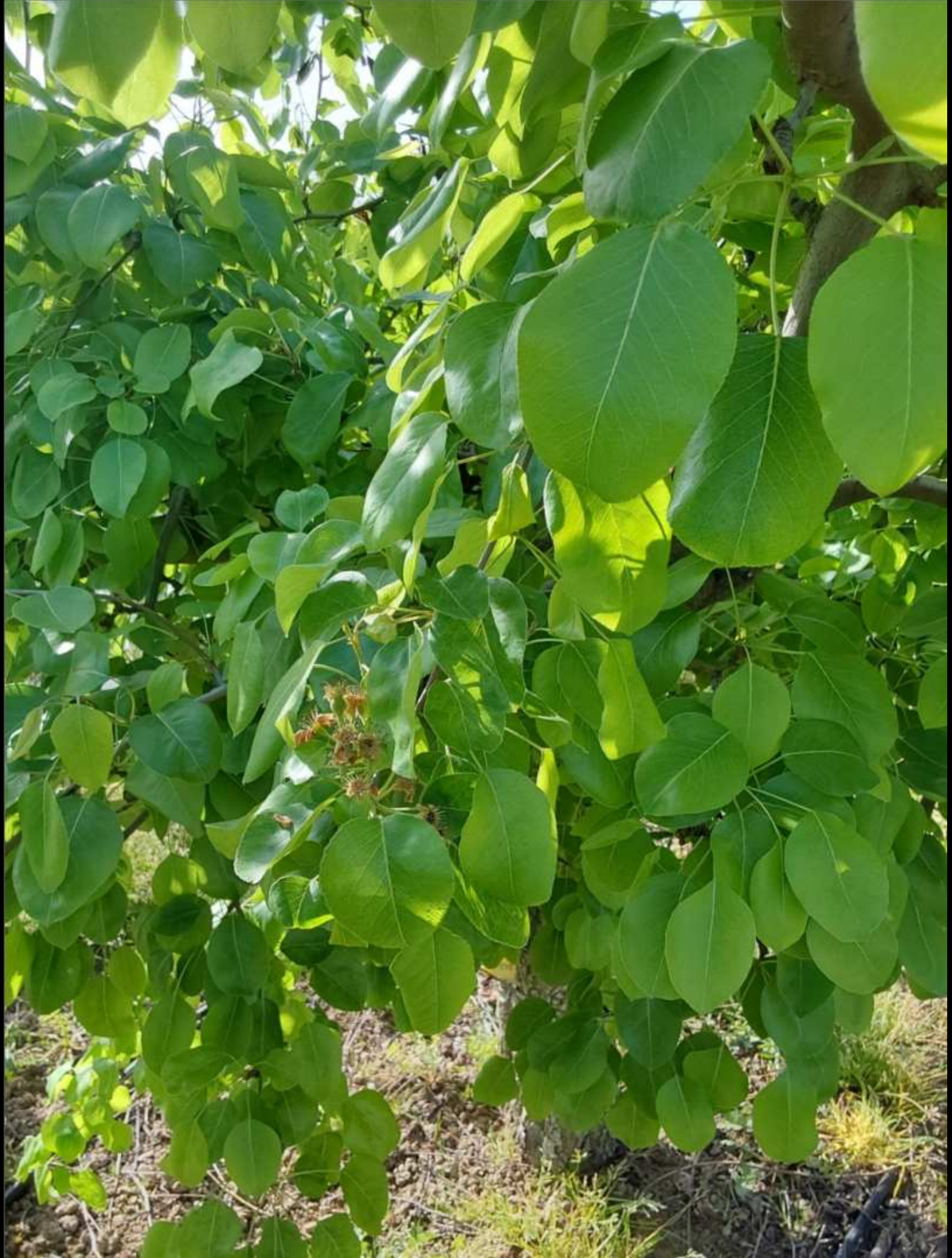
Daños por heladas en yemas cerradas

Albaricoquero, 4 semanas antes de floración

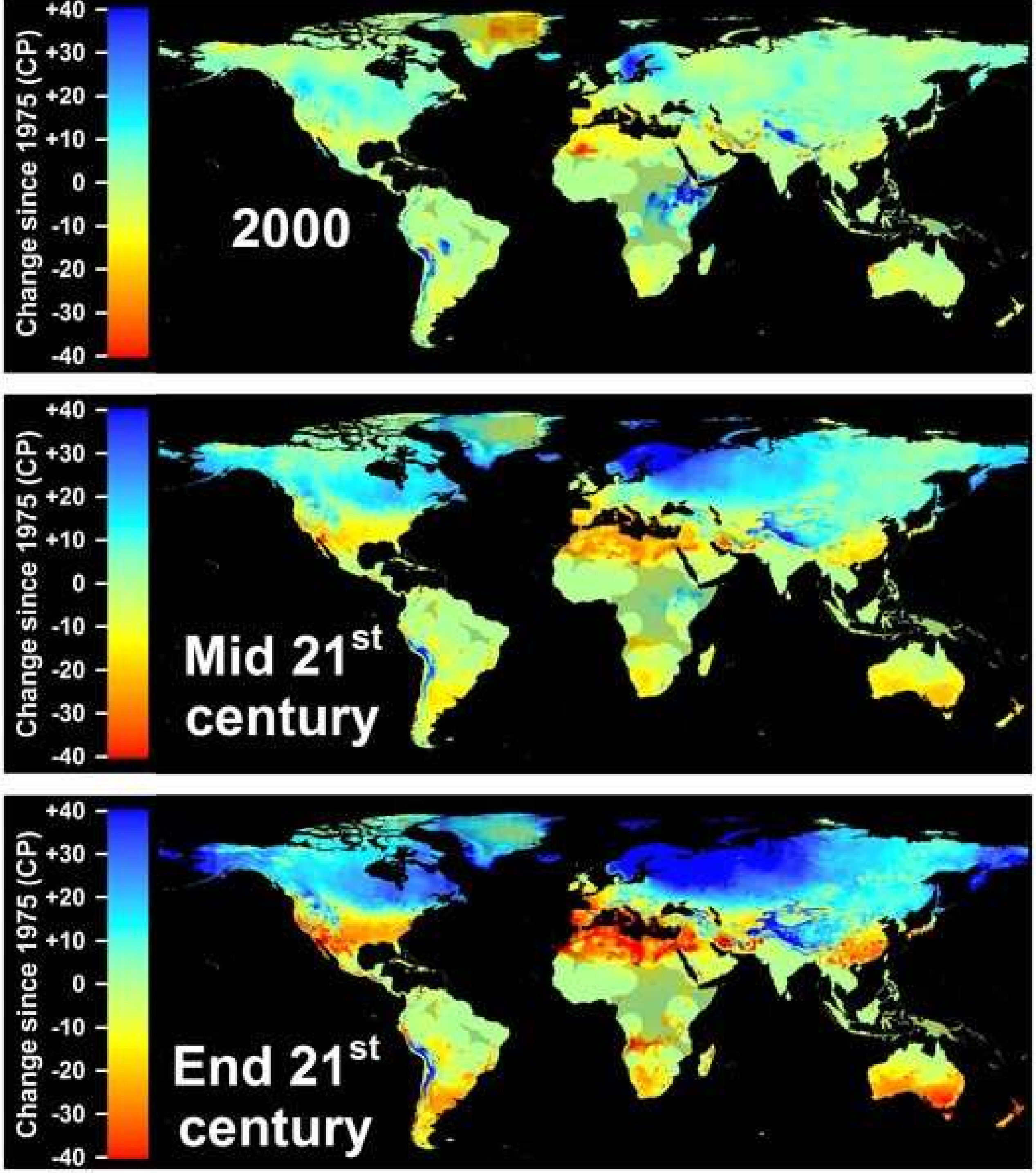
(Rodrigo ,Julián & Herrero, 2005)

Daños por heladas en frutos cuajados

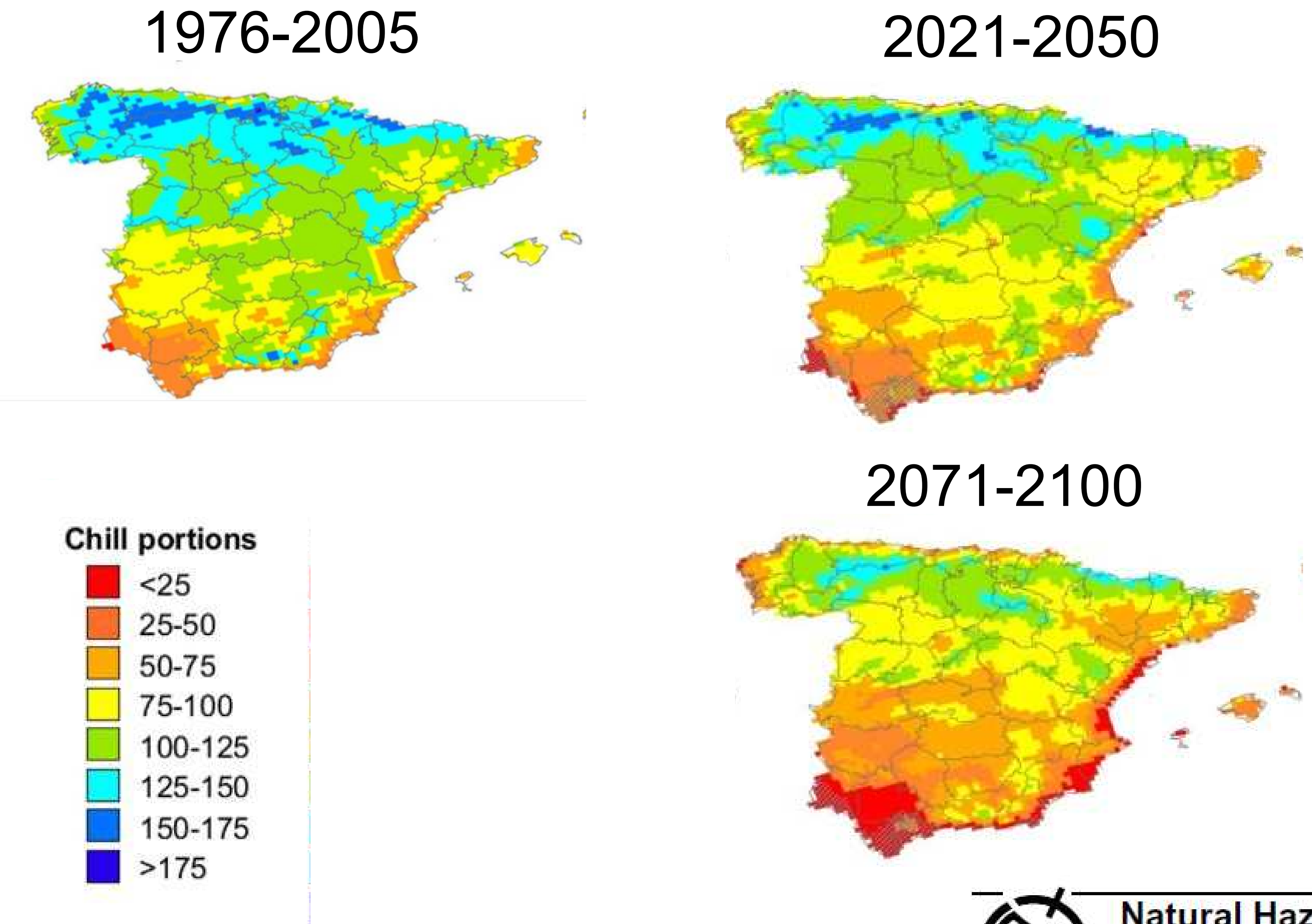



glo XXI

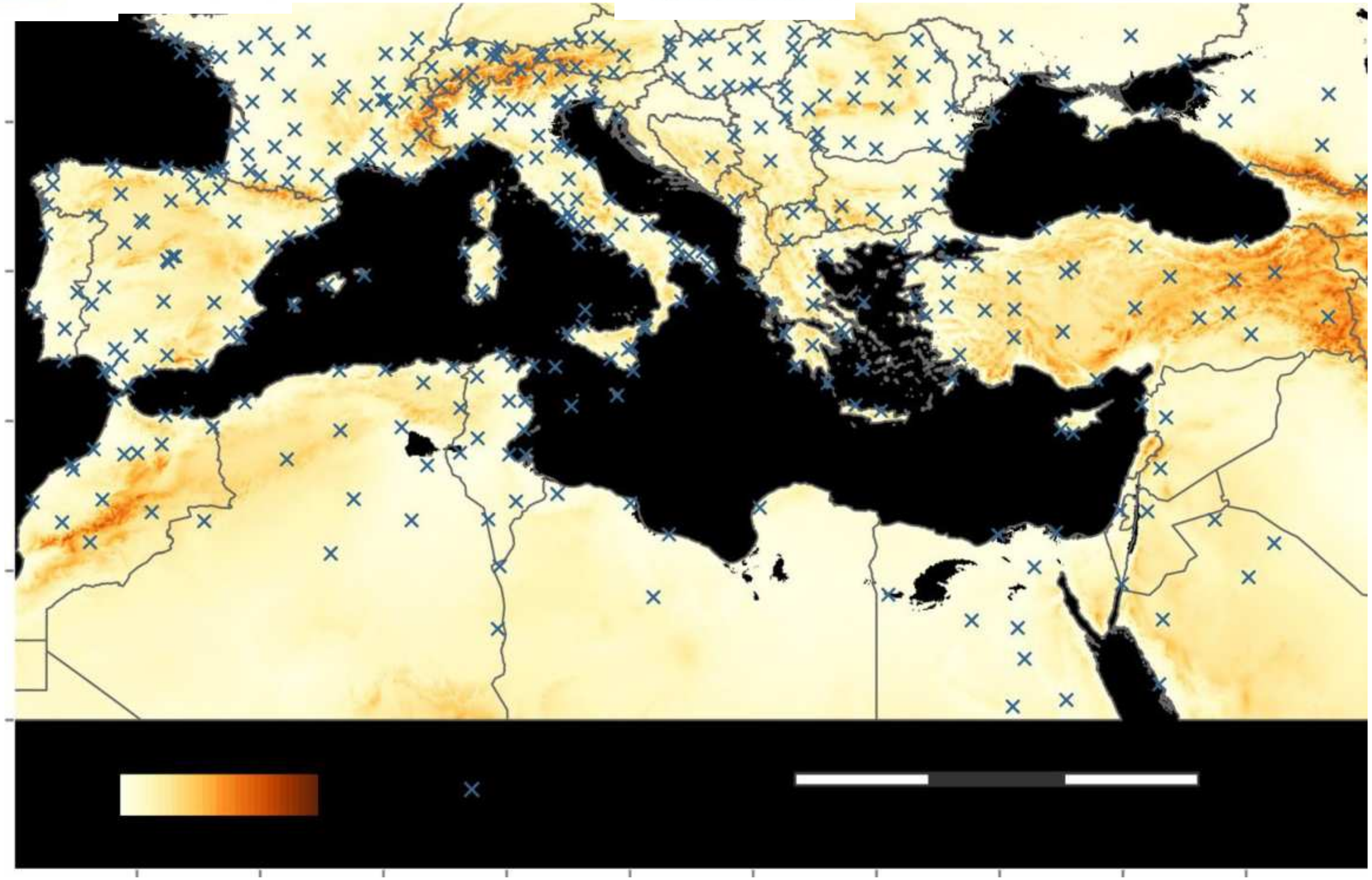


Change since 1975 (CP)
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30
-40
2000
Change since 1975 (CP)
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30
-40
Mid 21st century
Change since 1975 (CP)
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30
-40
End 21st century



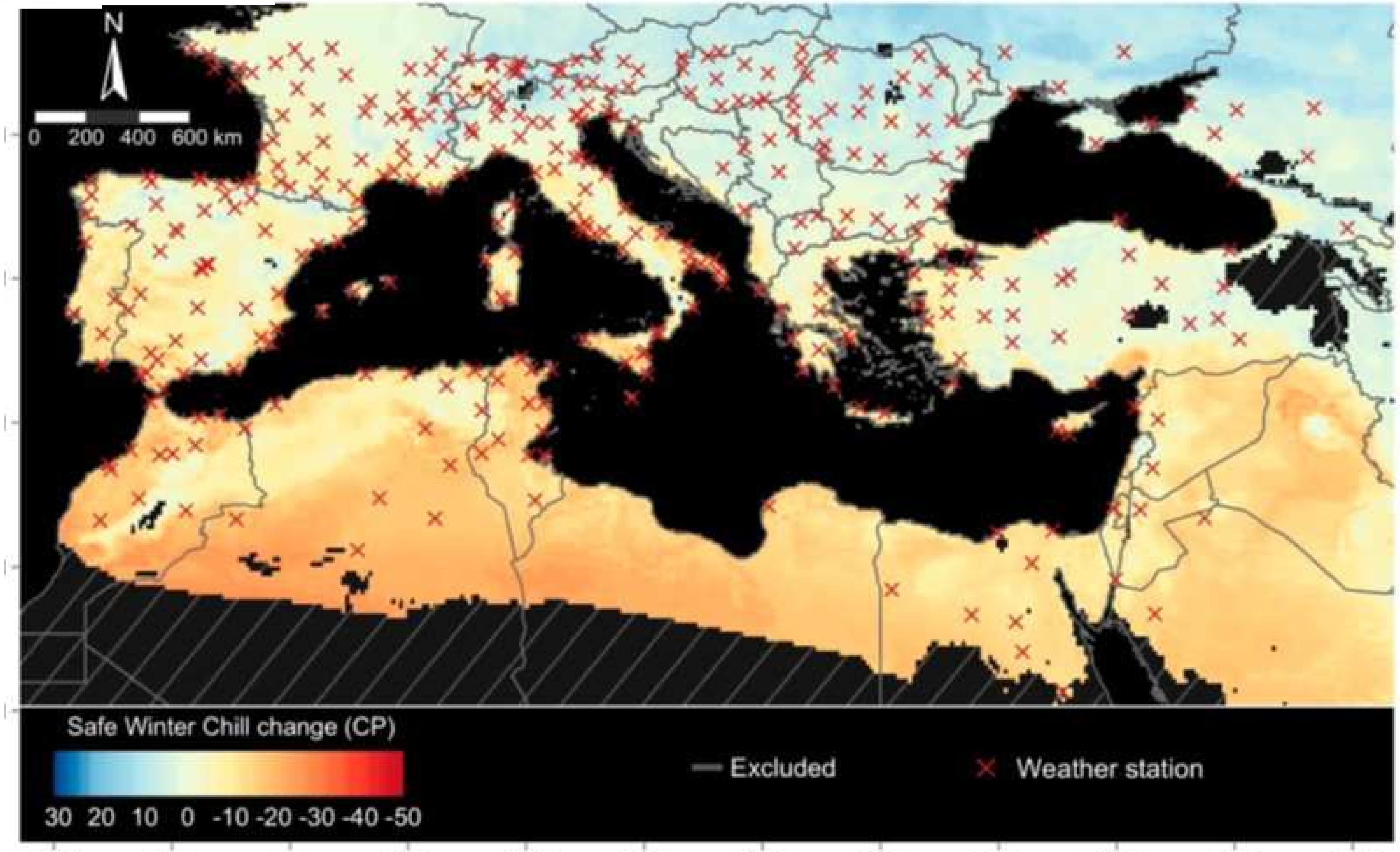
Rodríguez, A., Pérez-López, D., Sánchez, E., Centeno, A., Gómara, I., Dosio, A., Ruiz-Ramos, M.. (2019). Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss 19, 1087-1103.

Natural Hazards and Earth System Sciences



Fernández E, Mojahid H, Fadón E, Rodrigo J, Ruiz D, Egea JA, Ben Mimoun M, Kodad O, El Yaacoubi A, Ghrab M, Egea J, BenMoussa H, Borgini N, Elloumi O, Luedeling E (2023). Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. Regional Environmental Change 23, 7.

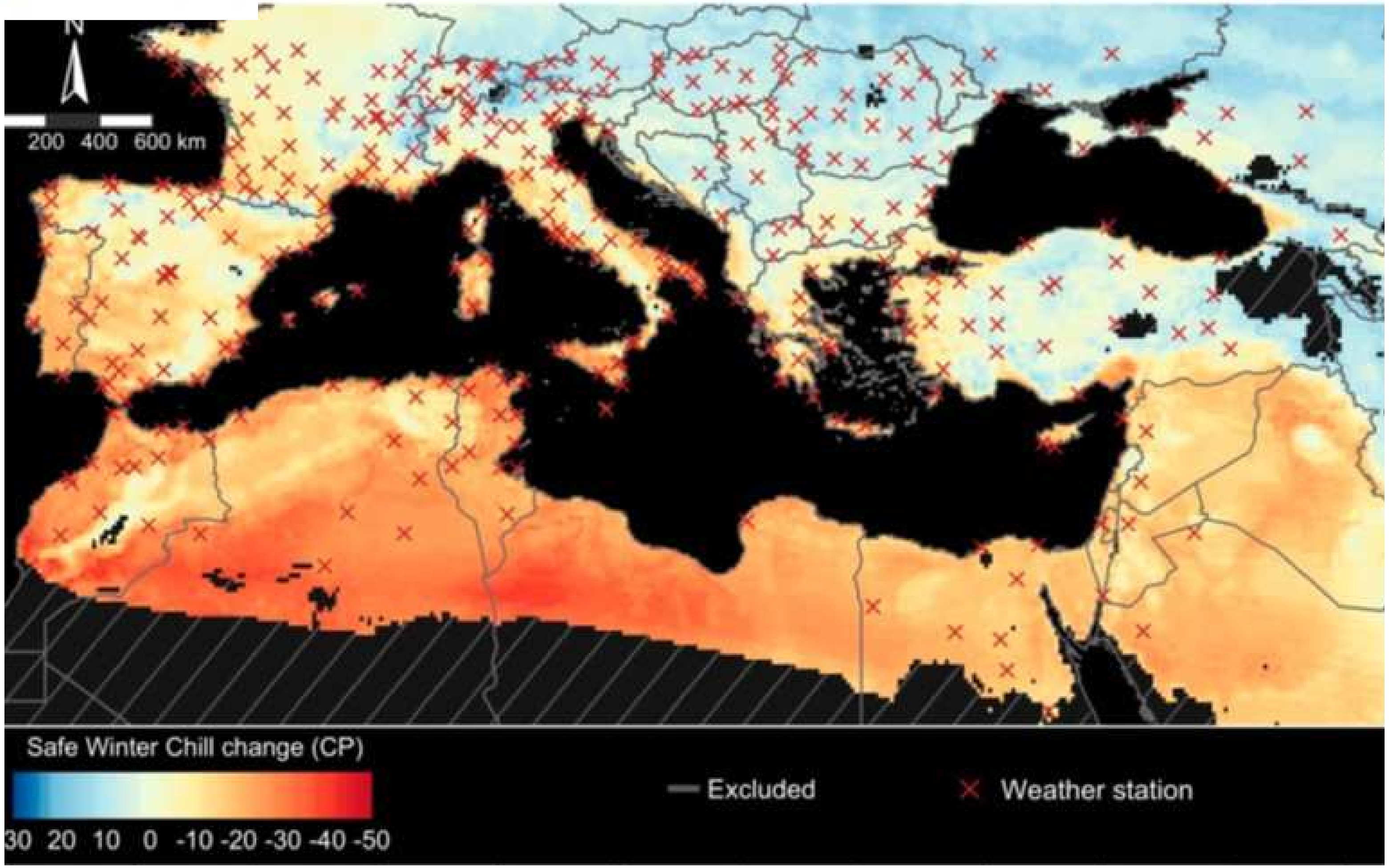
RCP8.5 - 2050 intermediate



Fernández E, Mojahid H, Fadón E, Rodrigo J, Ruiz D, Egea JA, Ben Mimoun M, Kodad O, El Yaacoubi A, Ghrab M, Egea J, BenMoussa H, Borgini N, Elloumi O, Luedeling E (2023). Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. Regional Environmental Change 23, 7.

PRIMA AdaMedOr

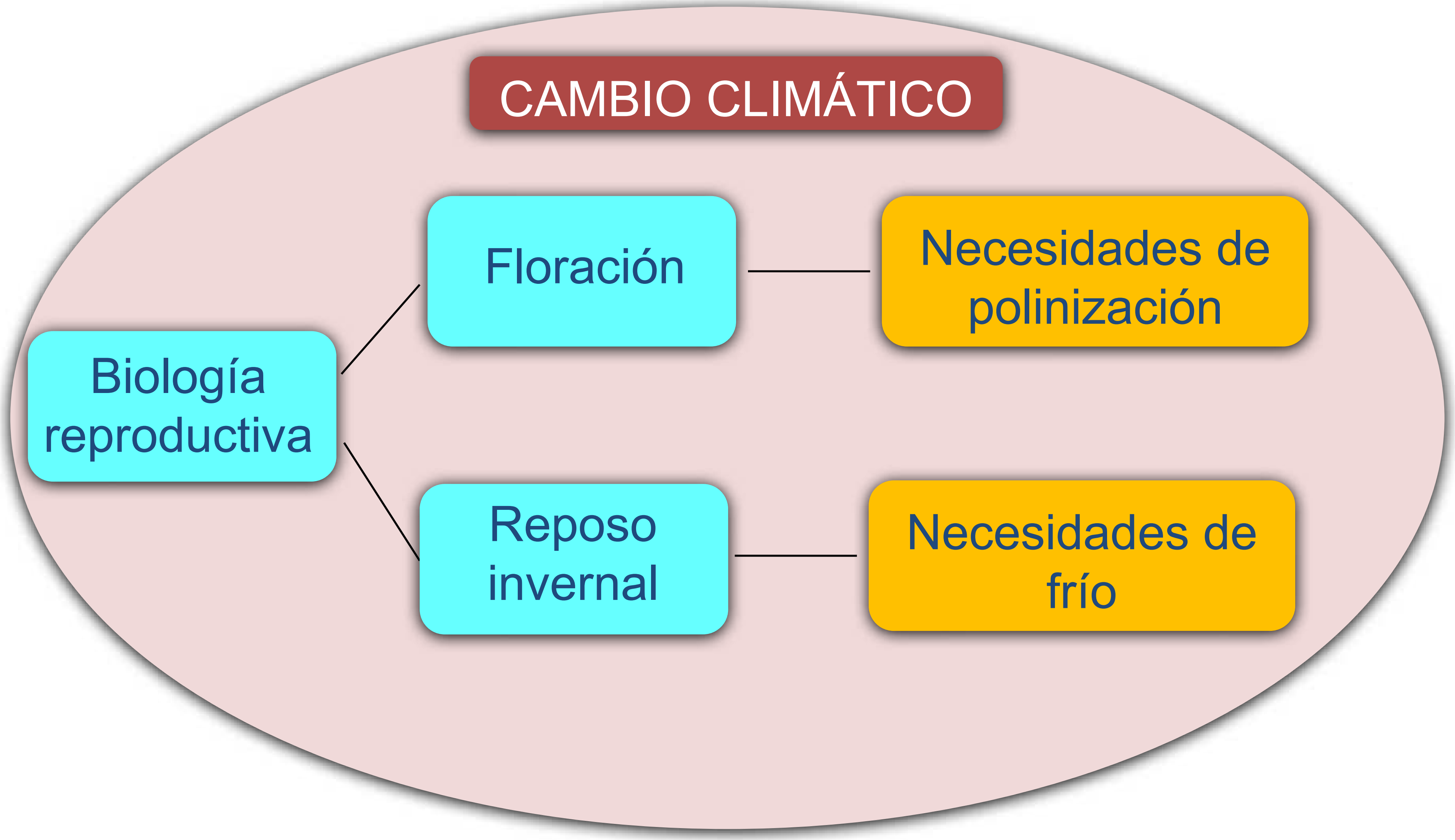
RCP8.5 - 2085 intermediate



Fernández E, Mojahid H, Fadón E, Rodrigo J, Ruiz D, Egea JA, Ben Mimoun M, Kodad O, El Yaacoubi A, Ghrab M, Egea J, BenMoussa H, Borgini N, Elloumi O, Luedeling E (2023). Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. Regional Environmental Change 23, 7.

Conclusiones

- El calentamiento global puede afectar todas las fases del ciclo reproductivo de los frutales
- Impacto negativo en la cosecha
- Cambio de variedades por mejores adaptadas
  - Necesidades agroclimáticas de variedades
  - Conocer las condiciones futuras de cada zona
- Futuro: ¿cambio de cultivo frutal?
- Futuro: ¿abandono de cultivo frutal?


CAMBIO CLIMÁTICO
Biología reproductiva
Floración
Reposo invernal
Necesidades de polinización
Necesidades de frío

Necesidades de polinización

- Insuficiente frío invernal: comportamiento anómalo de floración
- Menor frío invernal: Retraso/adelanto de floración en las variedades polinizadoras
- Desconocimiento de necesidades de polinización de las nuevas variedades y de muchas de las ya existentes

Reposo (Dormancy)

- Desconocimiento del proceso biológico
- Insuficiente frío invernal: comportamiento anómalo de floración y falta de producción
- Menor frío invernal: Retraso de floración en las variedades más exigentes en frío
- …pero adelanto de floración en las menos exigentes
- Expansión a nuevas zonas (más cálidas)
- Desconocimiento de necesidades de frío de la inmensa mayoría de variedades

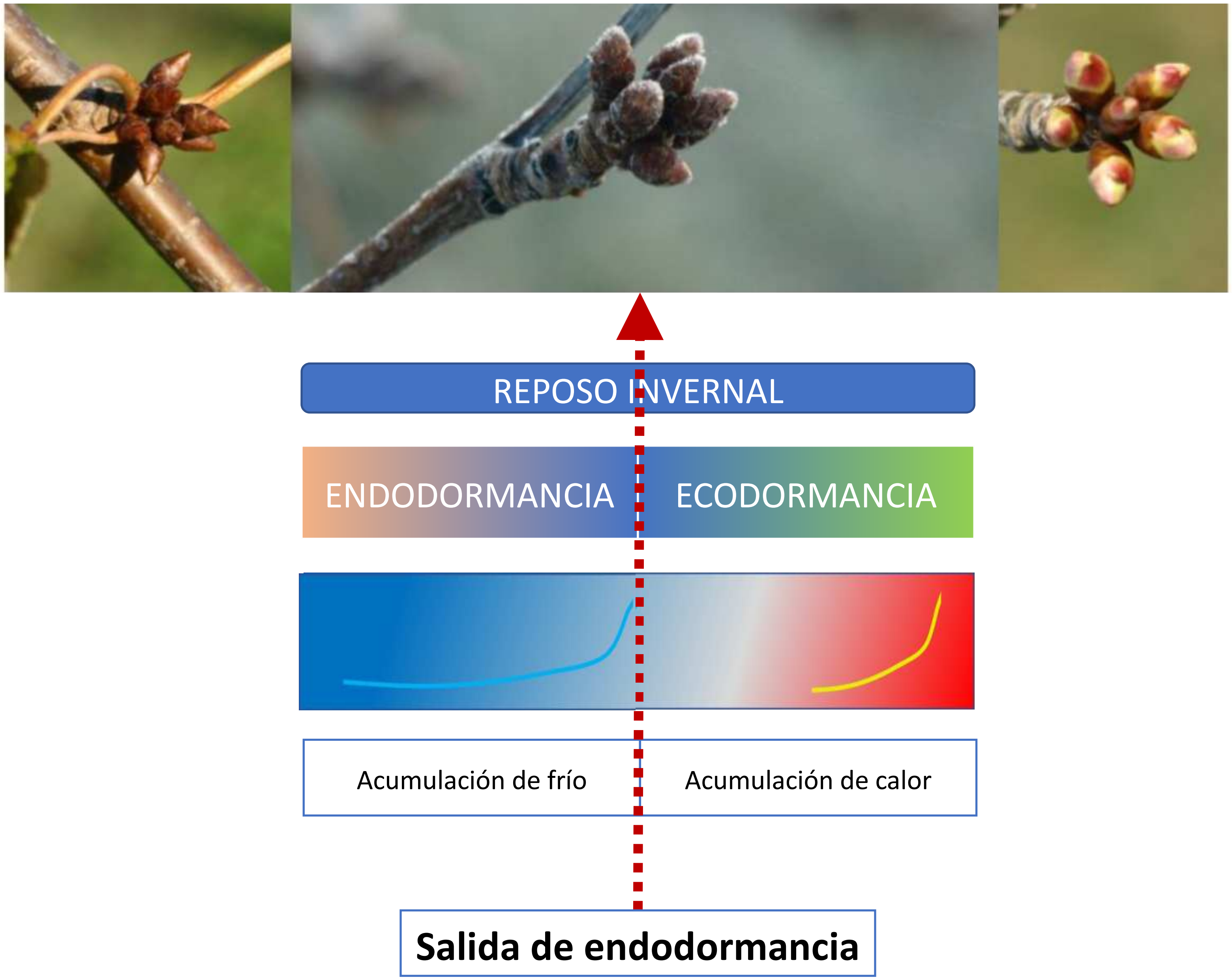
cita

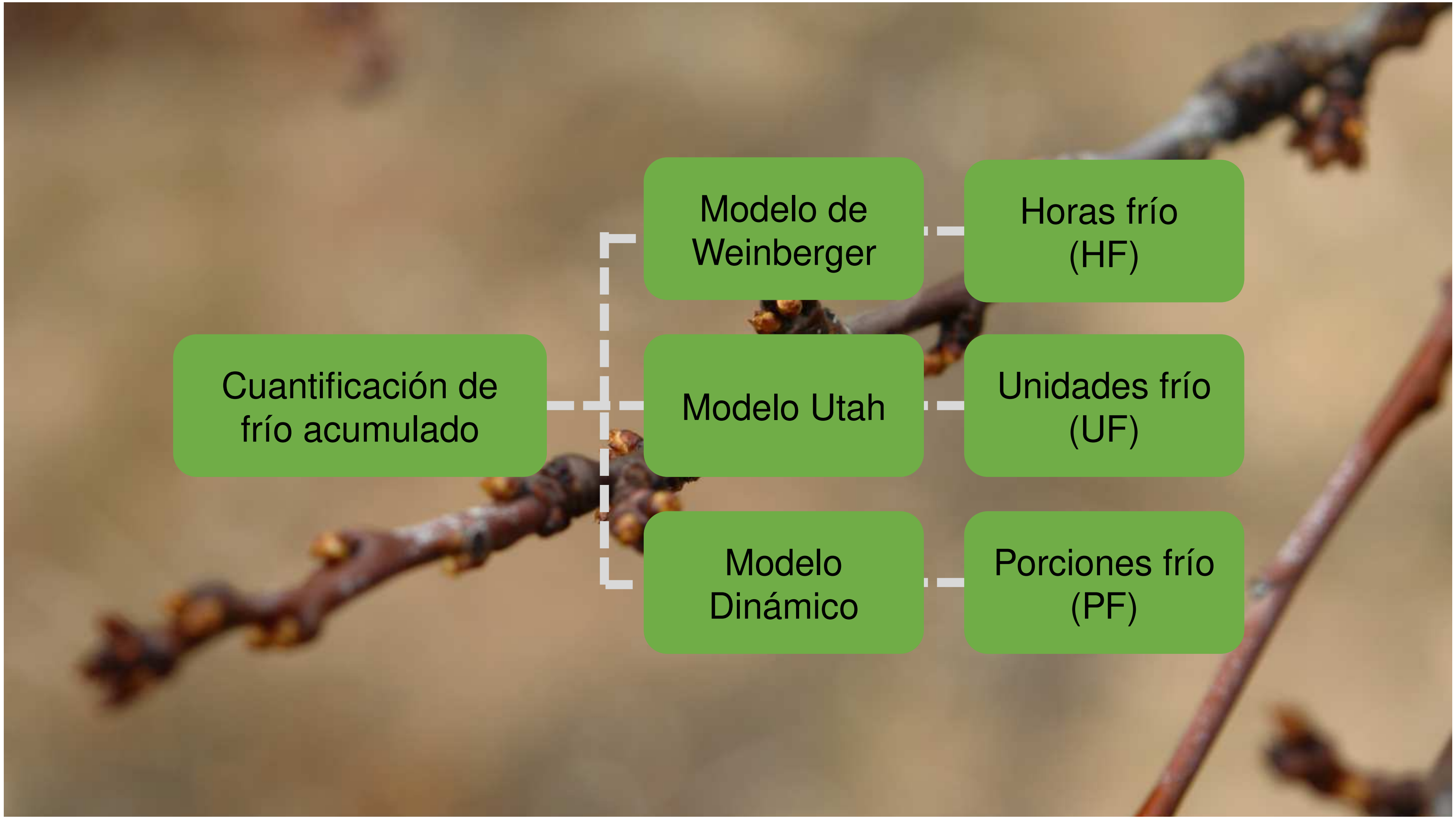
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

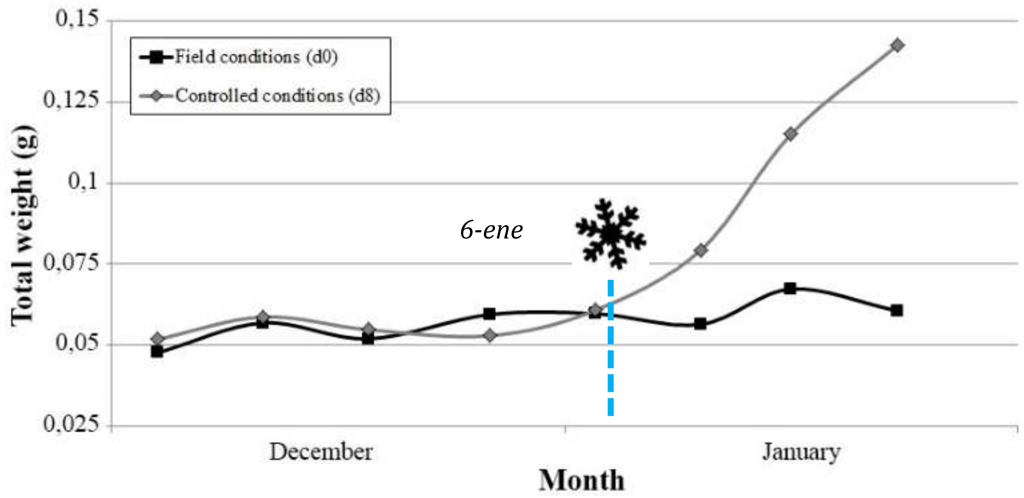
Muchas gracias

- Determinación de necesidades de frío de variedades

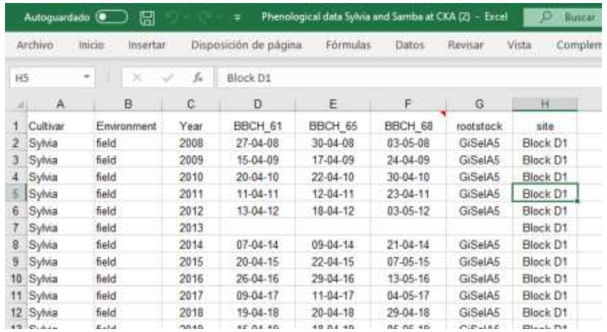

REPOSO INVERNAL
ENDODORMANCIA
ECODORMANCIA
Acumulación de frío
Acumulación de calor
Salida de endodormancia


Cuantificación de frío acumulado
Modelo de Weinberger
Modelo Utah
Modelo Dinámico
Horas frío (HF)
Unidades frío (UF)
Porciones frío (PF)

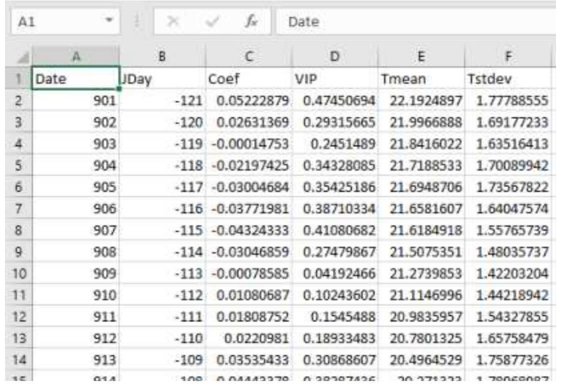
Determinación del reposo: metodología experimental



Determinación del reposo:
Análisis estadístico de datos de fenología



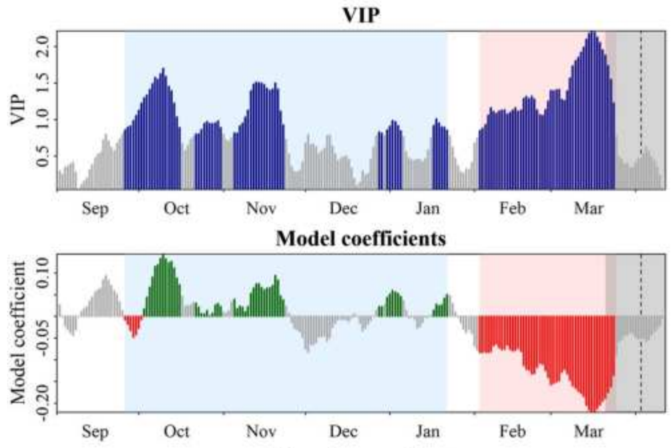
Cultivar	Environment	Year	BBCH_61	BBCH_65	BBCH_68	rootstock	site
Sylvia	field	2008	27-04-08	30-04-08	03-05-08	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2009	15-04-09	17-04-09	24-04-09	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2010	20-04-10	22-04-10	30-04-10	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2011	11-04-11	12-04-11	23-04-11	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2012	13-04-12	18-04-12	03-05-12	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2013					Block D1
Sylvia	field	2014	07-04-14	09-04-14	21-04-14	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2015	20-04-15	22-04-15	07-05-15	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2016	26-04-16	29-04-16	13-05-16	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2017	09-04-17	11-04-17	04-05-17	GiSelA5	Block D1
Sylvia	field	2018	19-04-18	20-04-18	29-04-18	GiSelA5	Block D1



Date	JDay	Coef	VIP	Tmean	Tstdev
901	-121	0.05222879	0.47450694	22.1924897	1.77788555
902	-120	0.02631369	0.29315665	21.9966888	1.69177233
903	-119	-0.00014753	0.2451489	21.8416022	1.63516413
904	-118	-0.02197425	0.34328085	21.7188533	1.70089942
905	-117	-0.03004684	0.35425186	21.6948706	1.73567822
906	-116	-0.03771981	0.38710334	21.6581607	1.64047574
907	-115	-0.04324333	0.41080682	21.6184918	1.55765739
908	-114	-0.03046859	0.27479867	21.5075351	1.48035737
909	-113	-0.00078585	0.04192466	21.2739853	1.42203204
910	-112	0.01080687	0.10243602	21.1146996	1.44218942
911	-111	0.01808752	0.1545488	20.9835957	1.54327855
912	-110	0.0220981	0.18933483	20.7801325	1.65758479
913	-109	0.03535433	0.30868607	20.4964529	1.75877326

Regresión PLS

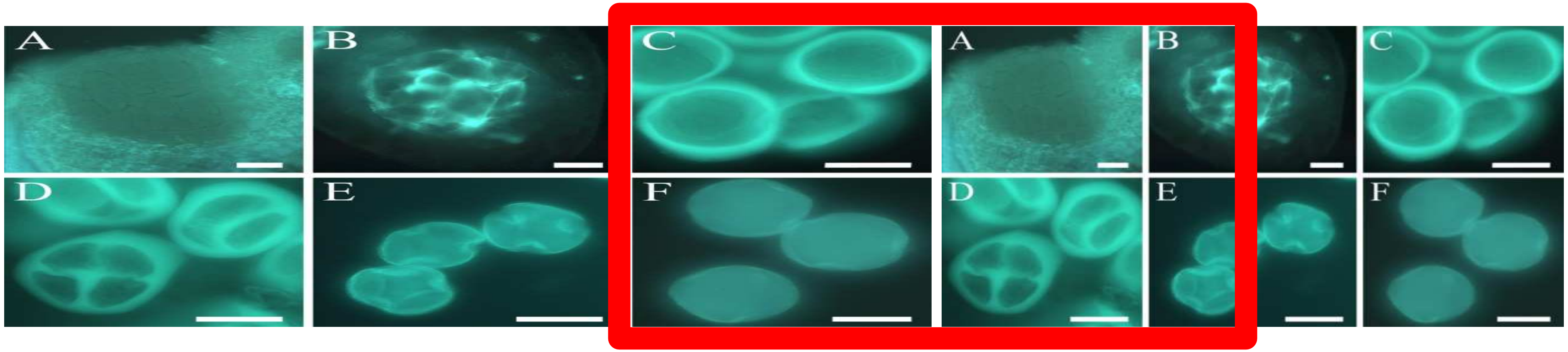
Mínimos cuadrados

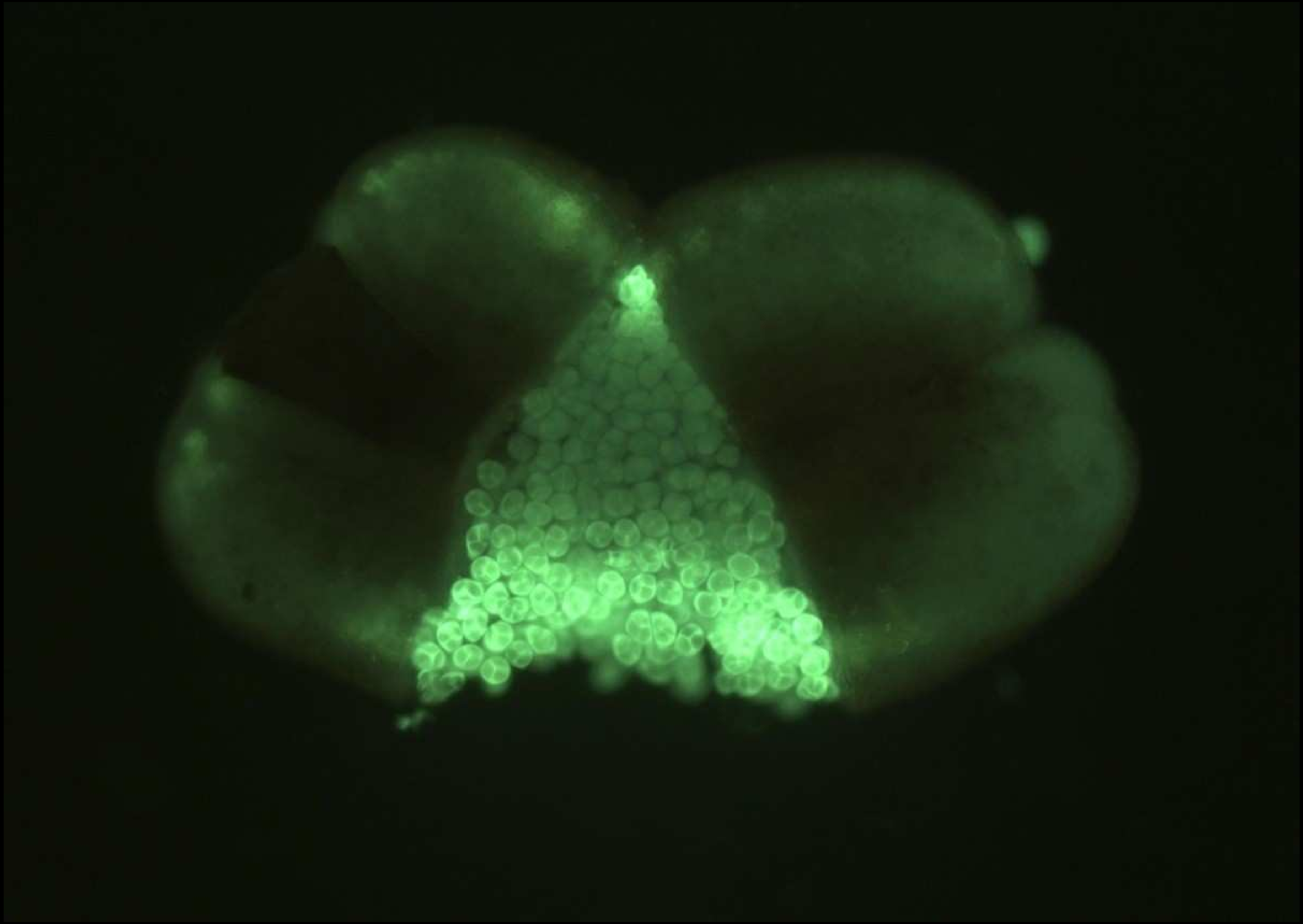


➢ **4. Meiosis del polen**

20 variedades x 7 años

Pared de callosa alrededor de célula madre del polen



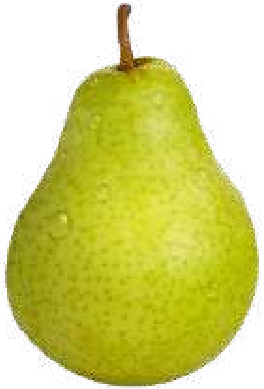


GOBIERNO DE ARAGON

cita CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN





Necesidades de frío

Variedad	Porciones de frío	Horas Frío	Unidades de Frío
Bigred	57,1 ± 8	845 ± 77	1065 ± 173
Canino	49,1 ± 6	832 ± 30	943 ± 176
Colorado	51,9 ± 14	754 ± 199	951 ± 316
Corbato	54,8 ± 4	947 ± 76	1075 ± 117
Delice	61,4 ± 8	854 ± 23	1159 ± 164
Fartoly	63,3 ± 9	889 ± 3	1136 ± 104
Gönci Magyar	64,5 ± 7	1087 ± 21	1284 ± 228
Luizet	57,5 ± 7	990 ± 15	1143 ± 214
Mitger	54,8 ± 4	947 ± 76	1075 ± 117
Moniqui 1006	57,5 ± 7	990 ± 15	1143 ± 214
Moniqui 2113	59,5 ± 10	1014 ± 19	1182 ± 269
Paviot	57,5 ± 7	990 ± 15	1143 ± 214

S4-O4. Fadón, S. Herrera, T. Ionut y J. Rodrigo (2023). Determinación de necesidades de frío de variedades de albaricoquero usando la meiosis del polen como biomarcador del reposo. Actas Horticultura (en prensa)

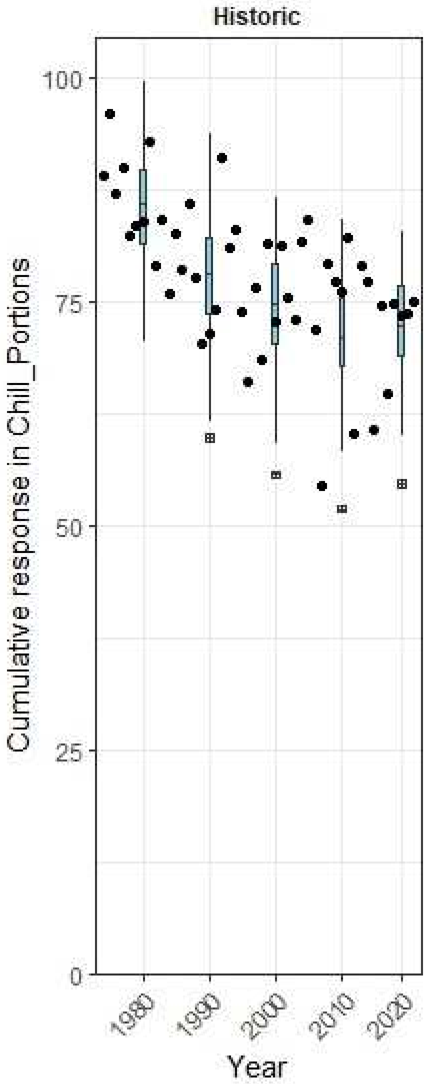
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Muchas gracias

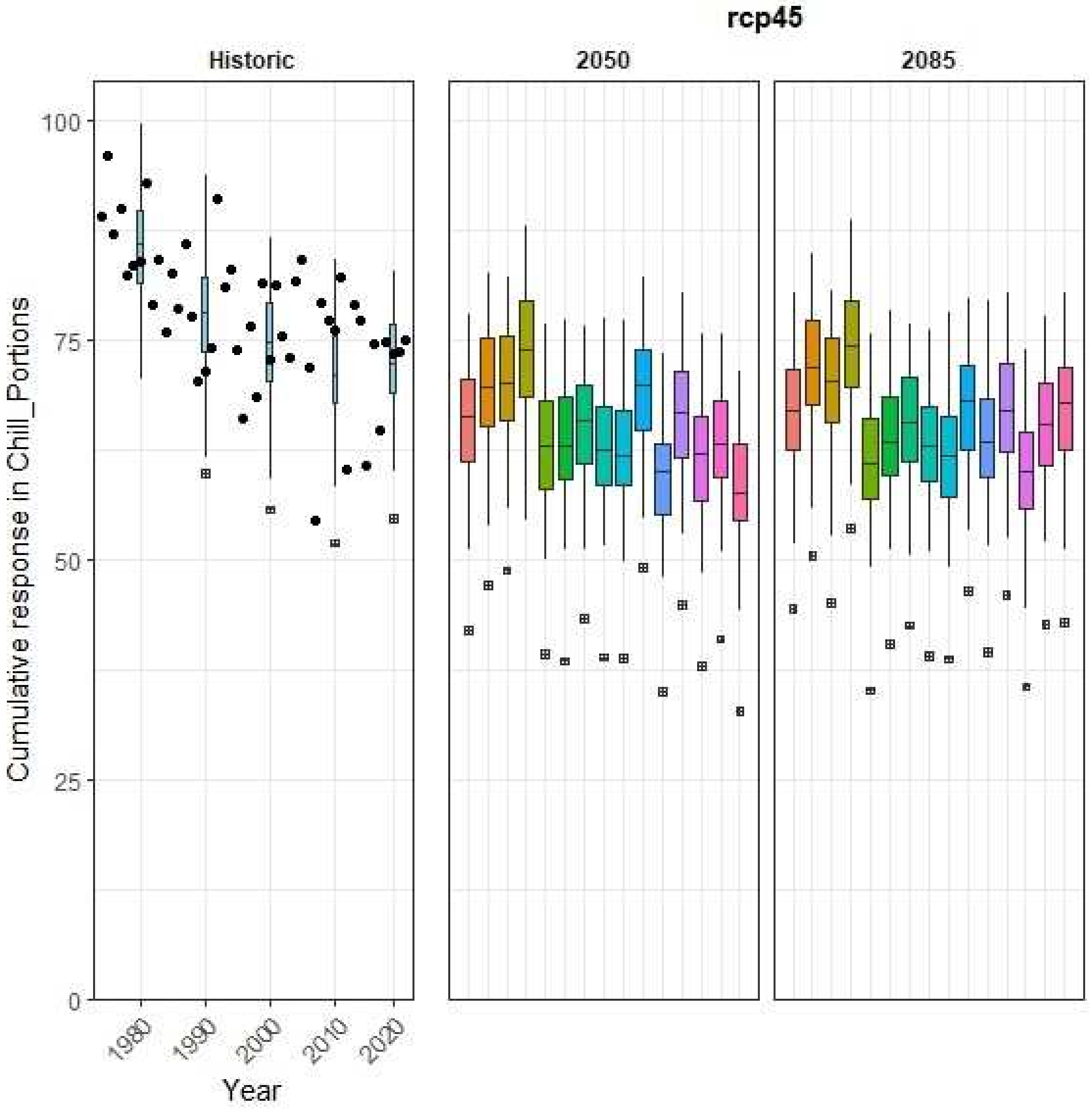


Situación actual: Disminución del frío invernal

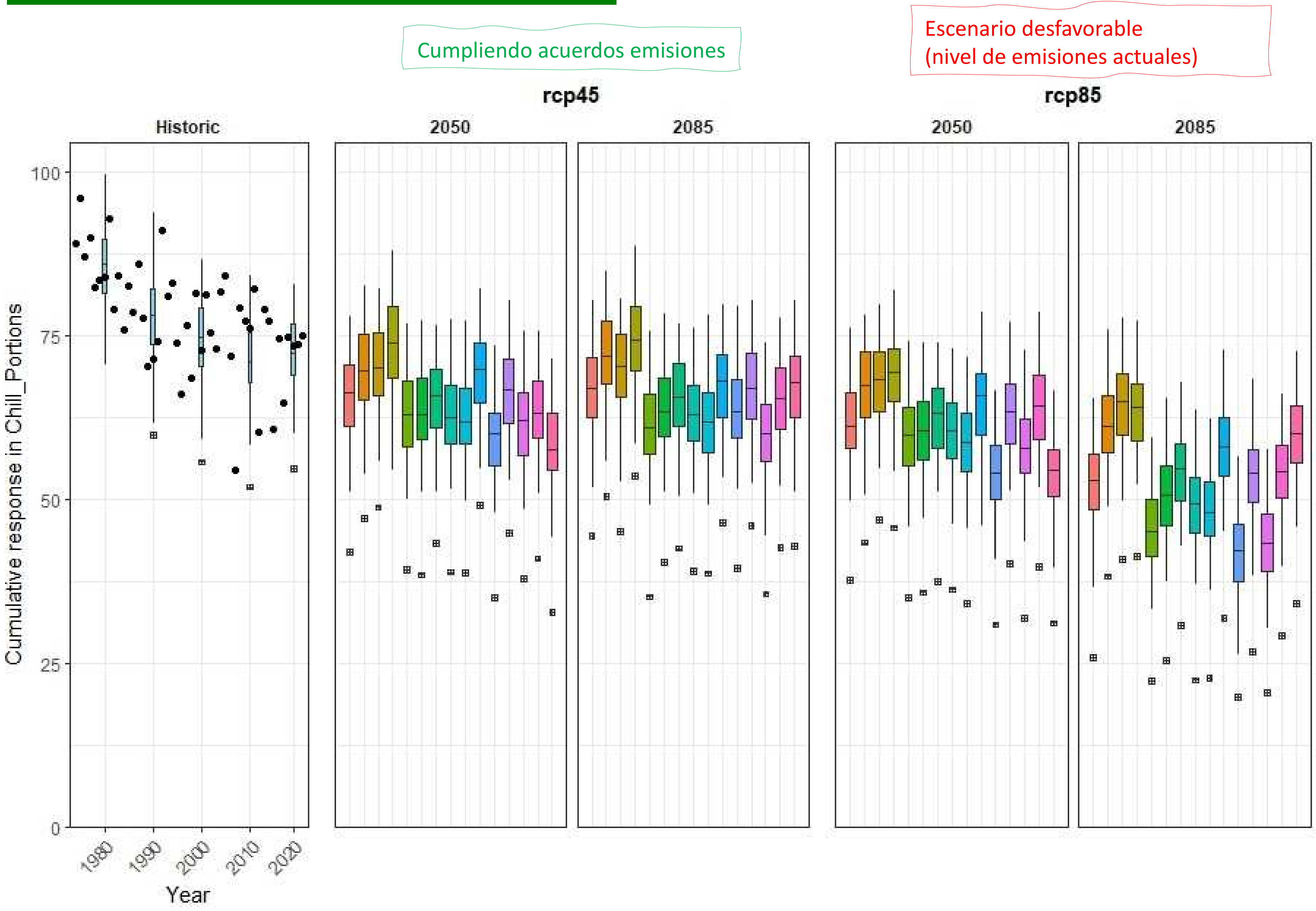


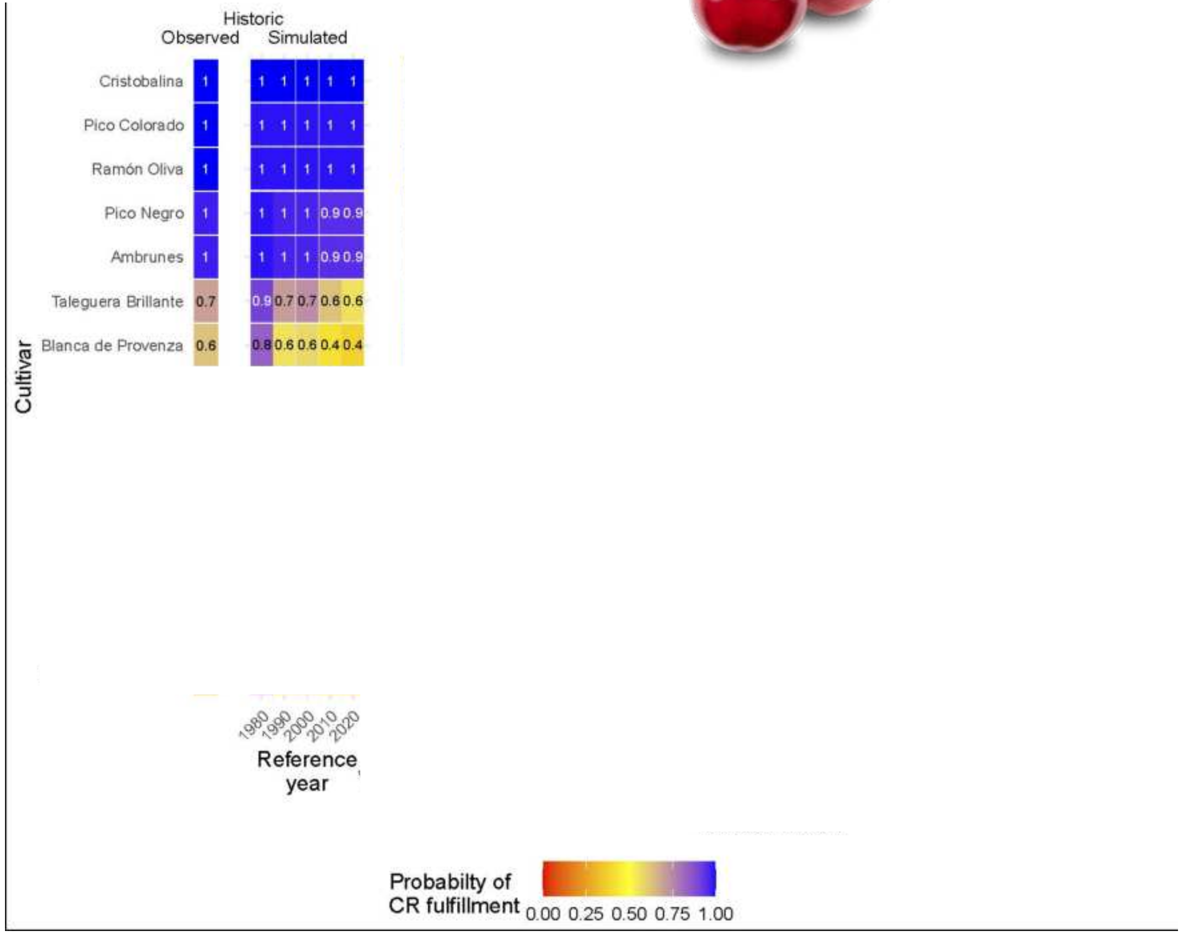
Situación futura en distintos escenarios

Cumpliendo acuerdos emisiones

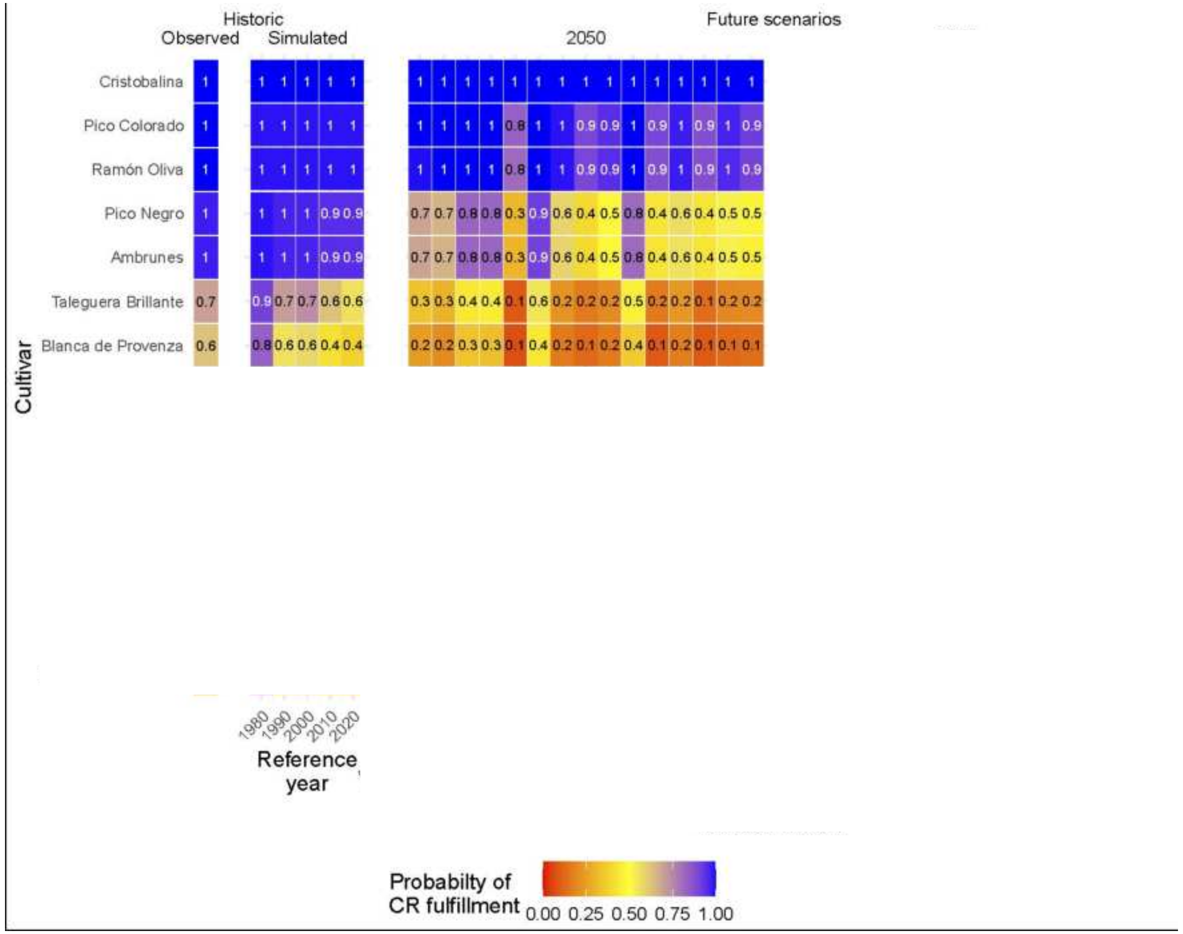


Situación futura en distintos escenarios

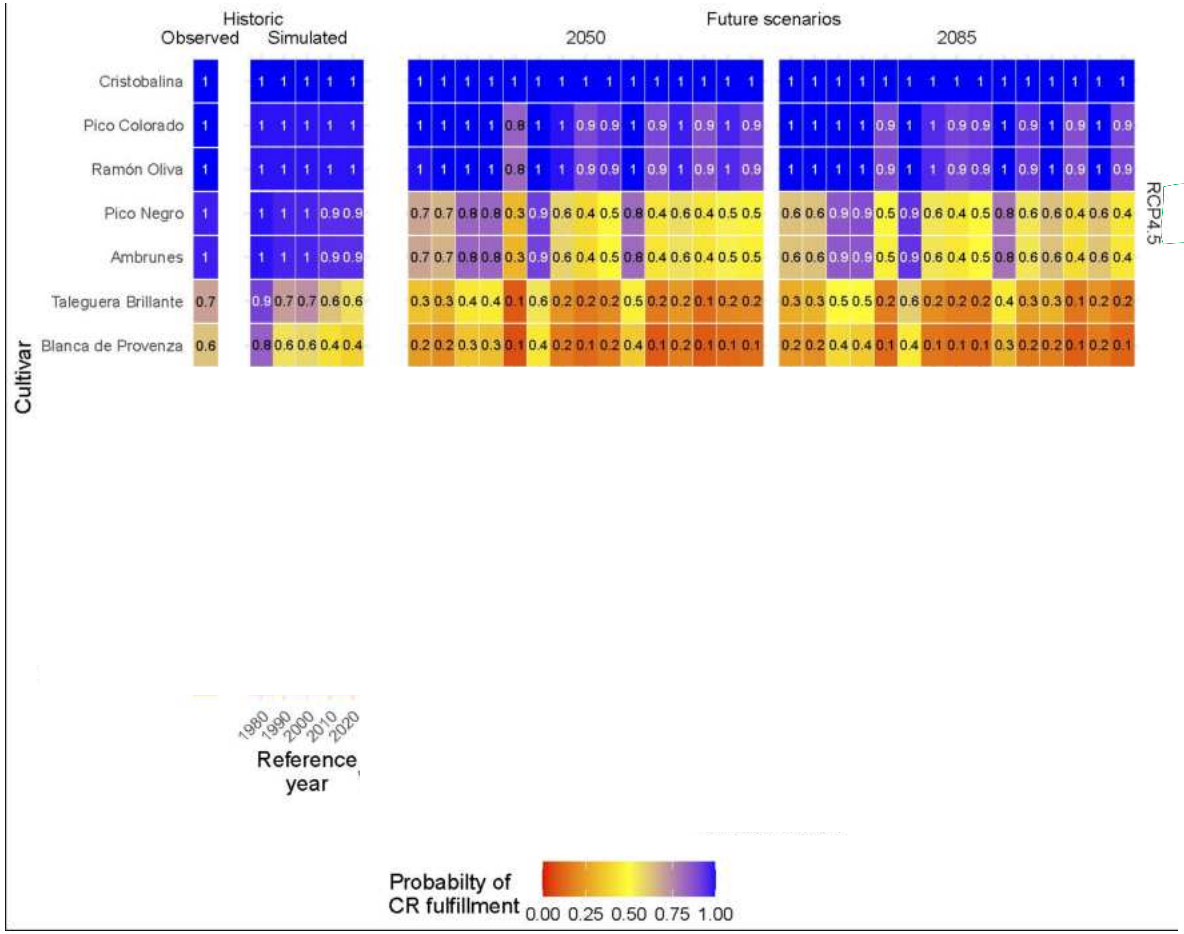




Fadón E., Fernández, E., Luedeling E., Rodrigo J. (2023). Agroclimatic requirements and adaptation potential to global warming of Spanish landraces of sweet cherry (Prunus avium L.). European Journal of Agronomy 145 (2023), 126774.

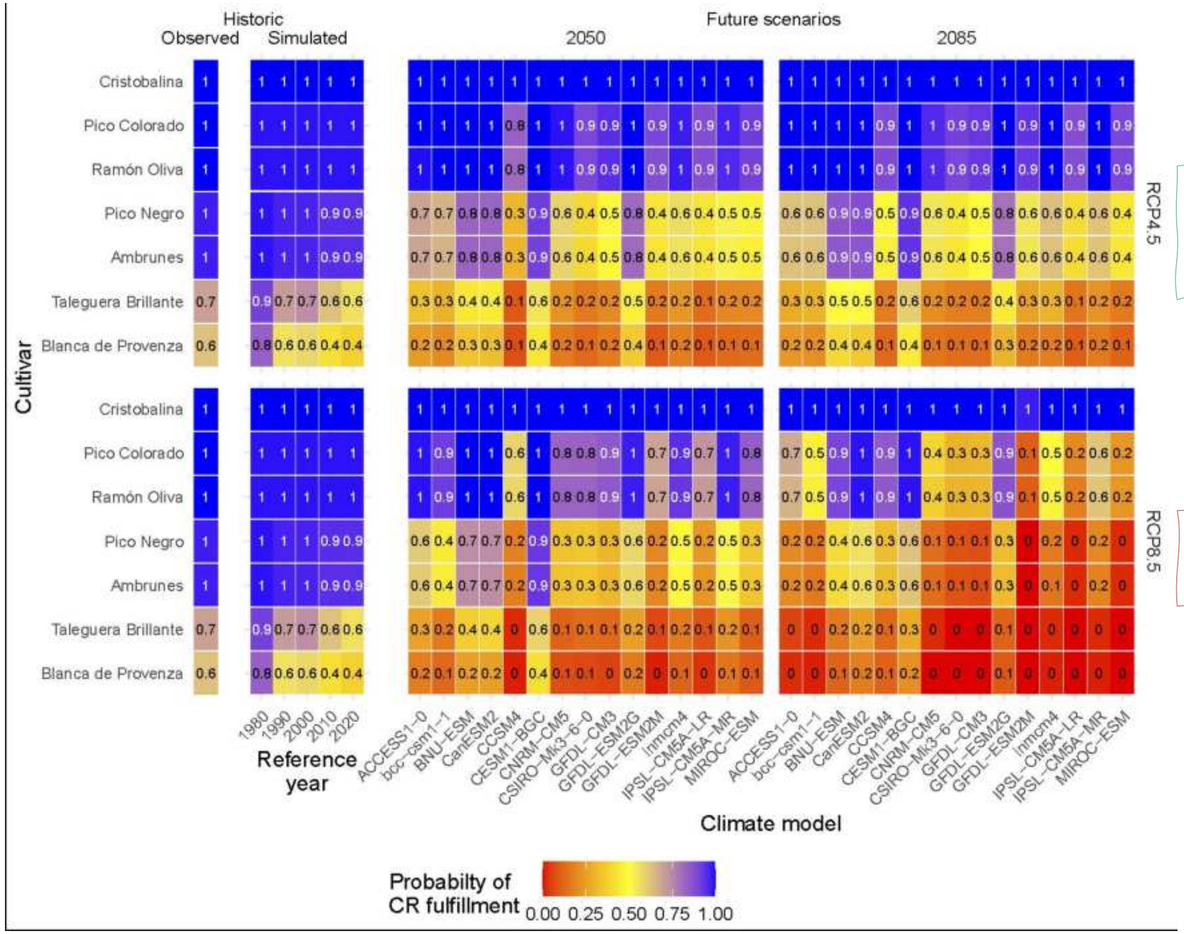


Fadón E., Fernández, E., Luedeling E., Rodrigo J. (2023). Agroclimatic requirements and adaptation potential to global warming of Spanish landraces of sweet cherry (Prunus avium L.). European Journal of Agronomy 145 (2023), 126774.



Cumpliendo acuerdos emisiones

Fadón E., Fernández, E., Luedeling E., Rodrigo J. (2023). Agroclimatic requirements and adaptation potential to global warming of Spanish landraces of sweet cherry (Prunus avium L.). European Journal of Agronomy 145 (2023), 126774.



Escenario intermedio (cumpliendo acuerdos emisiones)

Escenario desfavorable (nivel de emisiones actuales)

Fadón E., Fernández, E., Luedeling E., Rodrigo J. (2023). Agroclimatic requirements and adaptation potential to global warming of Spanish landraces of sweet cherry (Prunus avium L.). European Journal of Agronomy 145 (2023), 126774.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

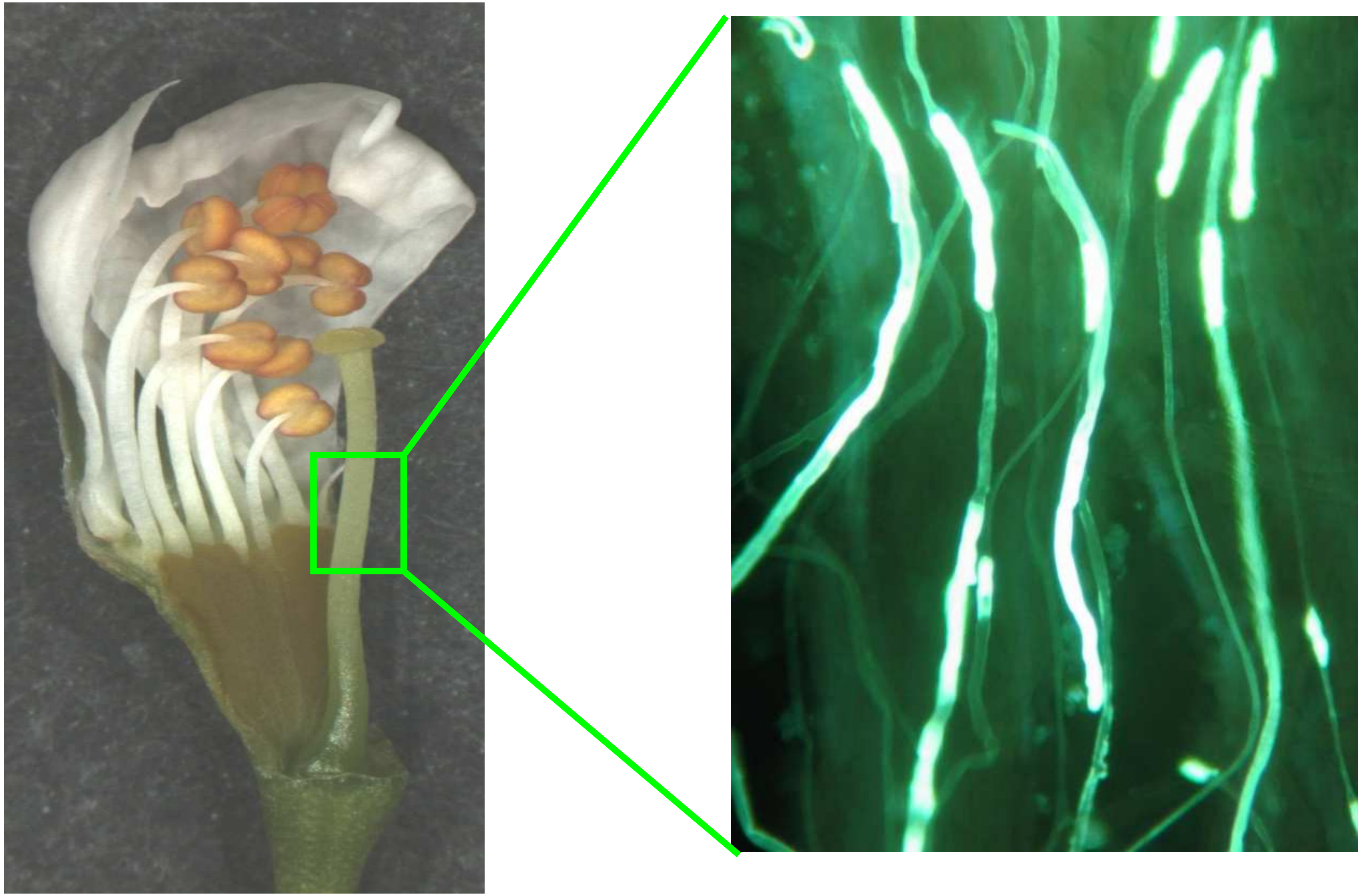
Muchas gracias

Necesidades de polinización

- Insuficiente frío invernal: comportamiento anómalo de floración
- Menor frío invernal: Retraso/adelanto de floración en las variedades polinizadoras
- Desconocimiento de necesidades de polinización de las nuevas variedades y de muchas de las ya existentes

- Estudio de las necesidades de polinización

Variedad autocompatible



Variedad autoincompatible

GOBIERNO DE ARAGON

cita

Variedades Autocompatibles				
Aprix33	Dorada	Golden Sweet	Mirlo Blanco	Rojo Pasión
Aprix9	Fantasme	Gonci Magiar	Mirlo naranja	Rouge Cot
Aprix116	Faralia	Harval	Mitger	Rubilis
aprix20	Farbaly	Kalao	Mogador	Rubista
ASF0404	Farbela	Katy	Murciana	Sandy Cot
ASF0409	Farclo	Kioto	Oscar	Sherpa
Berdejo	Fardao	Ladycot	Palstein	Soledane
Bergecot	Farfia	Lido	Paviot	Swired
Bigred	Farial	Lorna	Pepito del Rubio	Tadeo
Canino	Farius	Luizet	Playa Cot	Tomcot
Charisma	Farlis	Medflo	Pricia	Victor-1
Corbato	Fartoly	Mediabel	Primidi	Water
Delice cot	Flavorcot	Mediva	Swired	Westley
Early Queen	Flopria	Memphis		

Herrera, Lora, Hormaza y Rodrigo (2020)

Variedades Autoincompatibles				
AC1	Durobar	JNP	Orange Red	Sunnycot
Almabar	Farely	Kosmos	Pandora	Sweetcot
ASF0401	Feriacot	Lillycot	Perle Cot	Tsunami
ASF0402	Flashcot	Magic Cot	Pinkcot	Vainilla
ASF0405	Flodea	Maya cot	Priabel	Veecot
Aurora	Goldbar	Medaga	Primaya	Vitilo
Bergarouge	Goldrich	Megatea	Robada	Wondercot
CA-26(09)	Goldstrike	Moniquí	Samourai	9/86
Cheyenne	Harcot	Monred	Spring Blush	
Colorado	Hargrand	Monster	Stark E. Orange	
Cooper Cot	Henderson	Muñoz	Stella	
Cyrano	Holly Cot	Ninja	Sunglo	

Herrera, Lora, Hormaza y Rodrigo (2020)

VARIEDADES de CIRUELO JAPONÉS AUTOCOMPATIBLES
Friar Casselman Laetitia Rubirosa Santa Rosa Simka Zanzi Sun

VARIEDADES de CIRUELO JAPONÉS AUTOINCOMPATIBLES	
Angeleno Black Diamond Black Gold Black Star Blackamber Earliqueen ….	Fortune Golden Globe Golden Japan Golden Plum Larry Ann Songold TC Sun …
Ambra Black Beaut Champion Eldorado Frontier …	Green Sun Howard Sun Queen Ann Queen Rosa Sweet August …

Guerra y Rodrigo (2015)

VARIEDADES de CEREZO AUTOINCOMPATIBLES				
	Corum	Kavics	Prime Giant	Star
0900-Ziraat	Cristalina	King	Primulat (Ferprime)	Starkin Hardy Giant
Aida	Duroni 3	Kordia	Rainier	Stark's Gold
Ambrunés	Earlise	Lala Star	Ramón Oliva	Sue
Belge	Early Van Compact	Lambert	Regina	Sumbola
Bigi sol (Early Bigi)	Fercer (Arcina)	Lamida	Reverchon	Summit
Bing	Ferdiva	Larian	Rita	Sylvia
Black Star	Ferdouce	Margit	Rocket	Techlovan
Blanca de Provenza	Fermina	Marmotte	Royalton	Tieton
Brooks	Ferrovia	Marvin (Niran, 4-70)	Ruby	Ulster
Burlat	Fertard	Merchant	Sam	Van
Canada Giant	Fertille	Moreau	Samba (Sumste)	Vanda
Cashemire	Folfer	Napoleon	Satin (Sumele)	Vega
Chelan	Garnet	Nimba	Satonishiki	Vera
Chinook	Gil-Peck	Pico Colorado	Schneiders	Vic
Colney	Hartland	Pico Negro	Somerset	Vignola
Coralise (Gardel)	Hedelfinger	Precoce Bernard	Sonnet	Viscount

Rodrigo, Negueroles y Wunsch (2019)

GOBIERNO DE ARAGON

cita
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

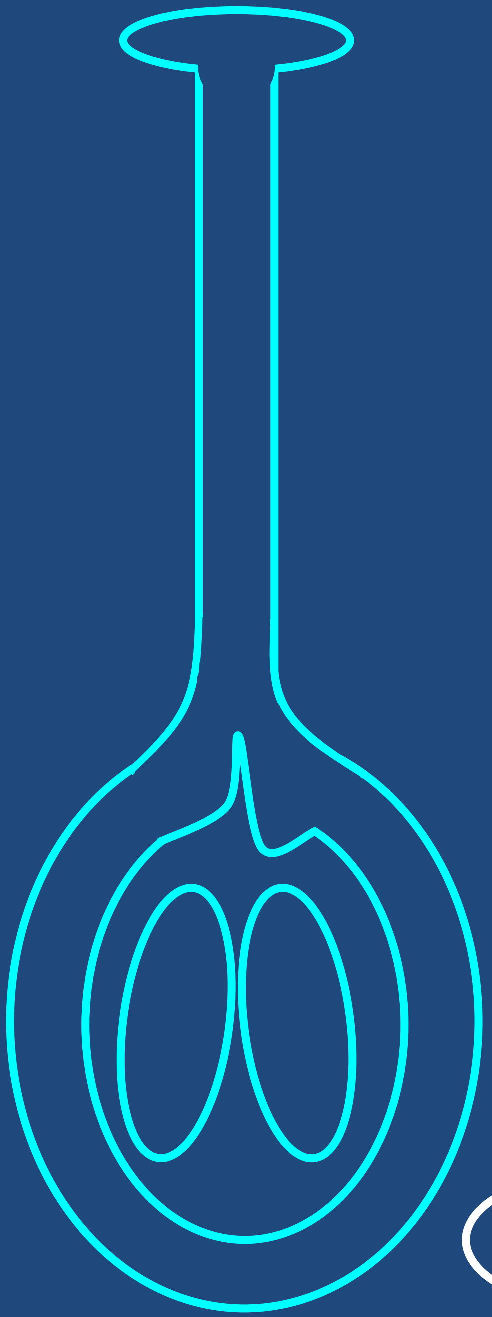
VARIEDADES de CEREZO AUTOCOMPATIBLES		
13-S-3-13	Lapins	Sonata
Alex	New Star	Sovereign
Babelle	Red Pacific	Staccato
Benton	Royal Helen	Starblush
Black Gold	Royal Tioga	Stardust
Blaze Star	Sabrina	Starletta
Celeste	Sandor	Sumesi
Compact Stella	Sandra Rose	Sunburst
Early Star	Santina	Sweet Aryana
Frisco	Selah	Sweet Early
Grace Star	Sentennial	Sweet Saretta
Index	Skeena	Sweetheart
		Symphony

Rodrigo, Negueroles y Wunsch (2019)

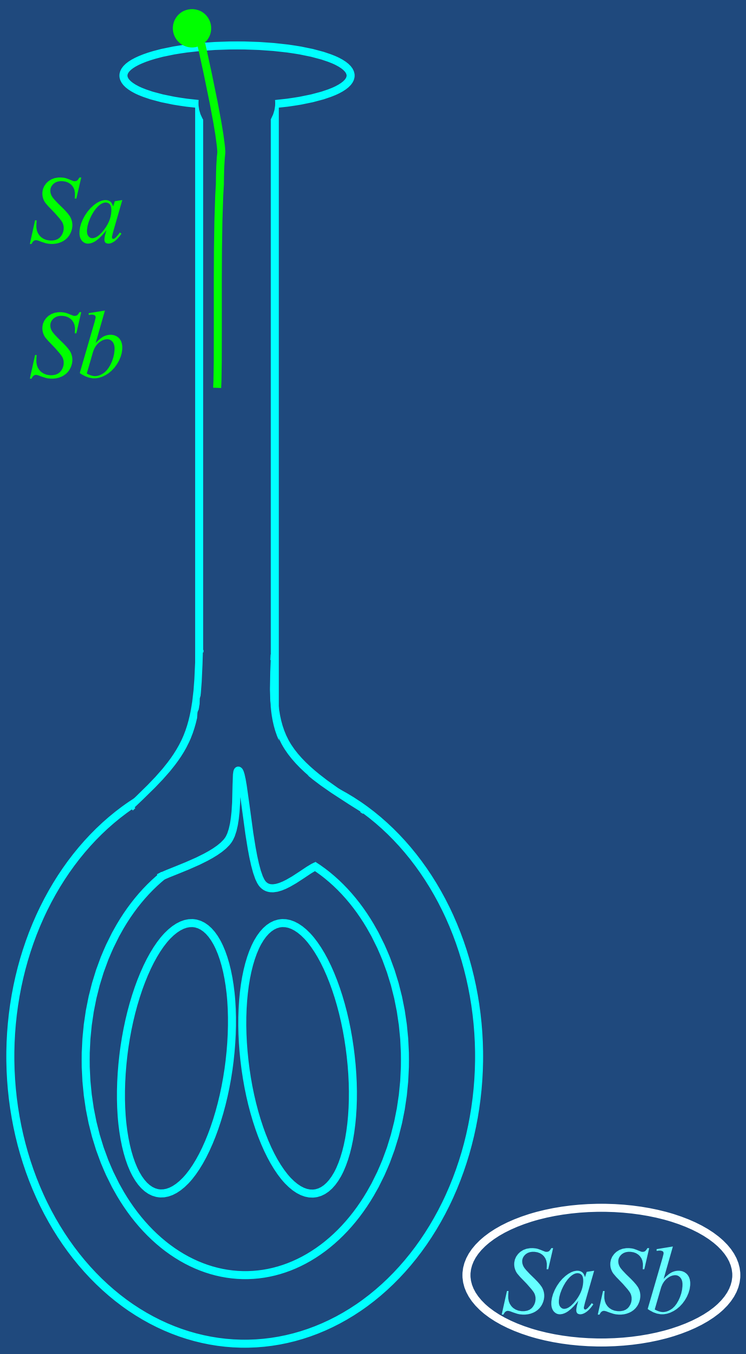
NECESIDADES DE POLINIZACIÓN

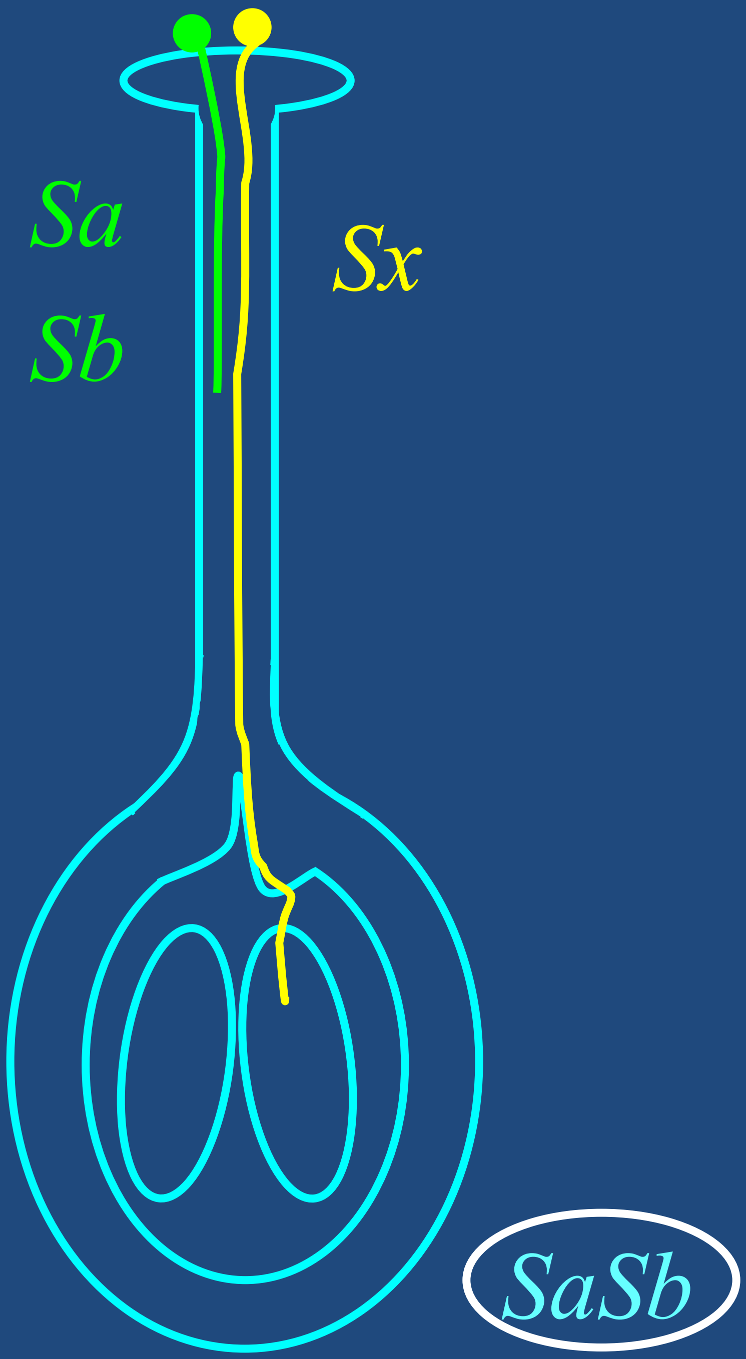
Autocompatibilidad

Relaciones de incompatibilidad

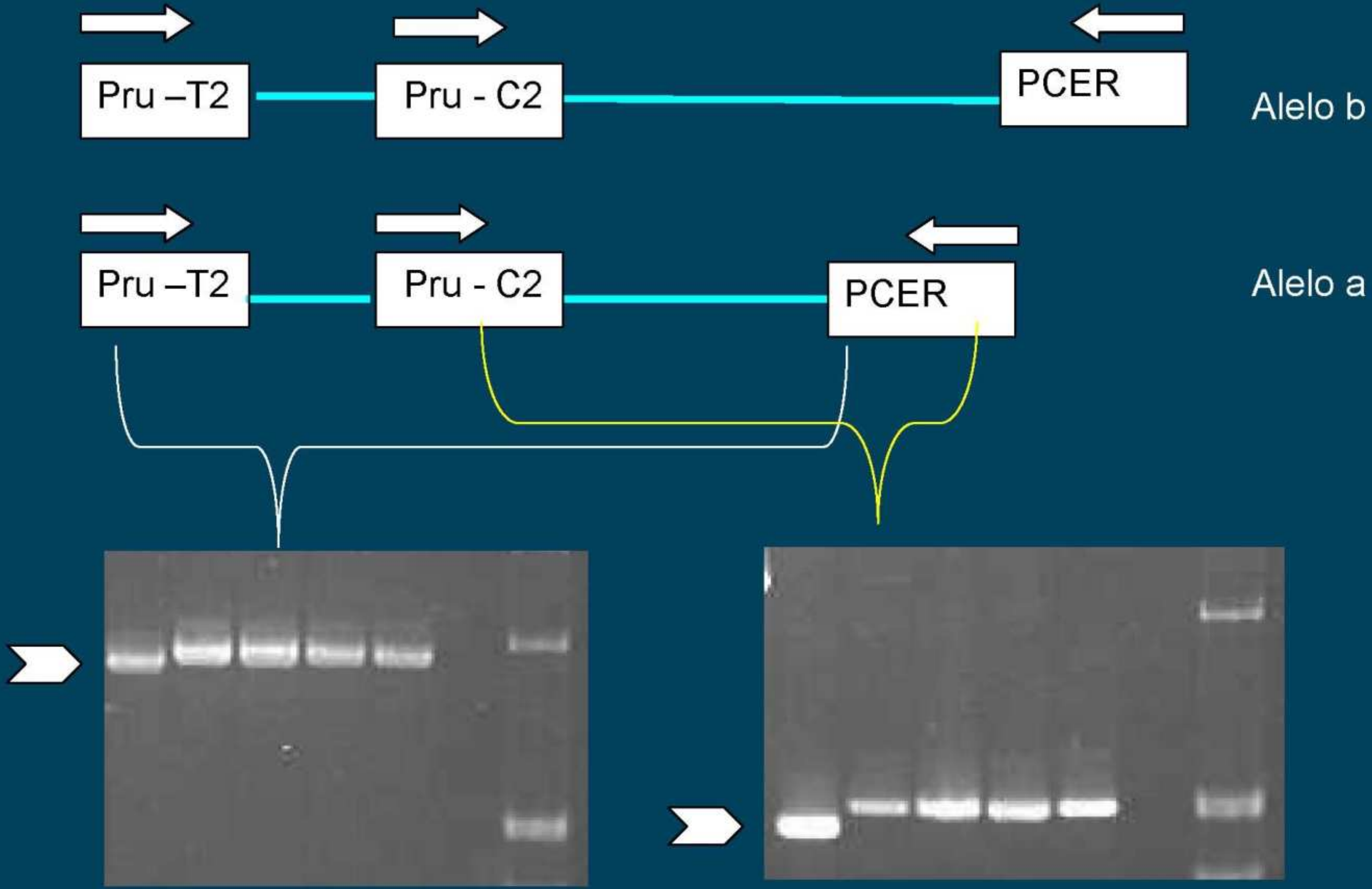


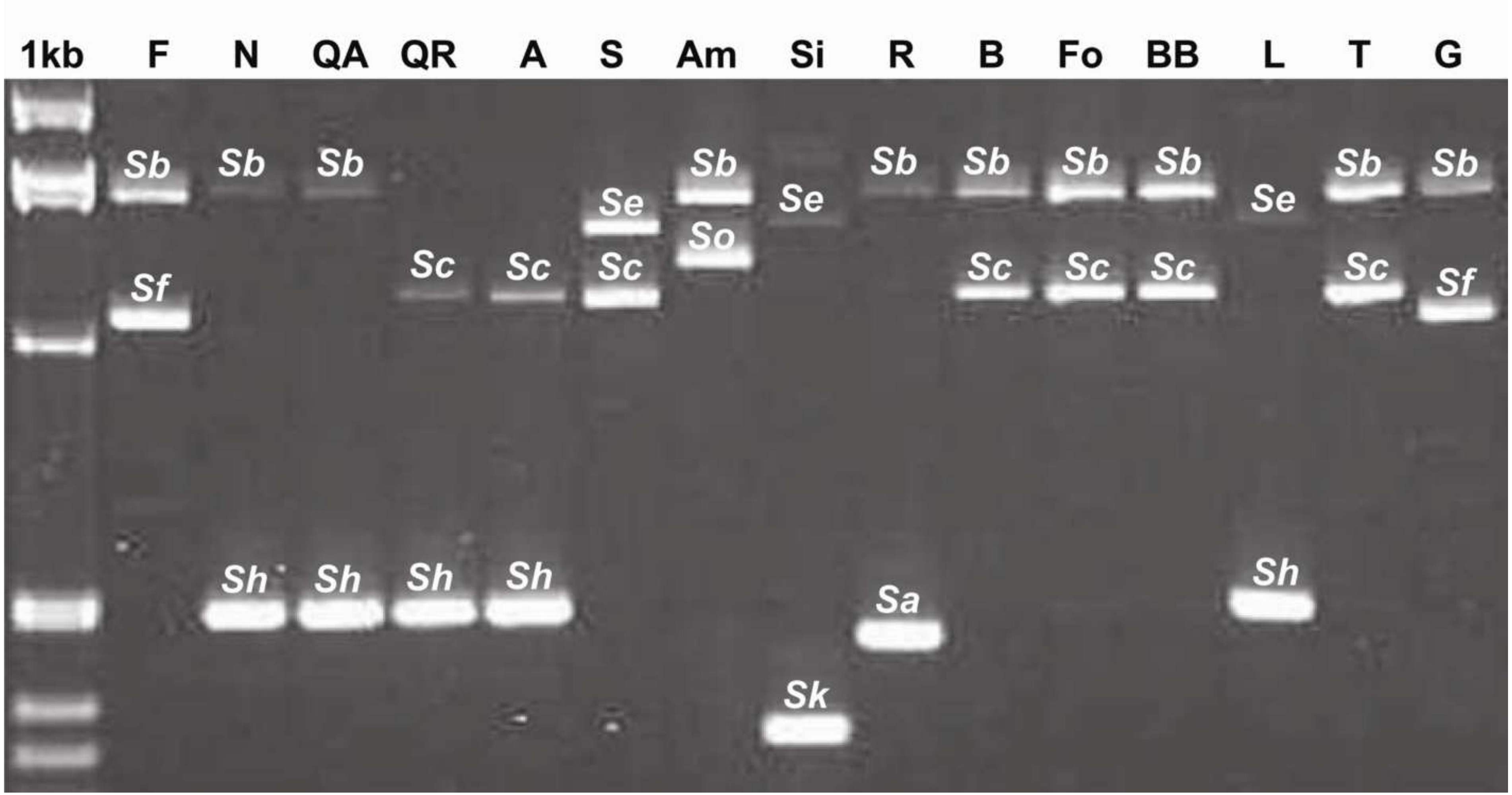
SaSb

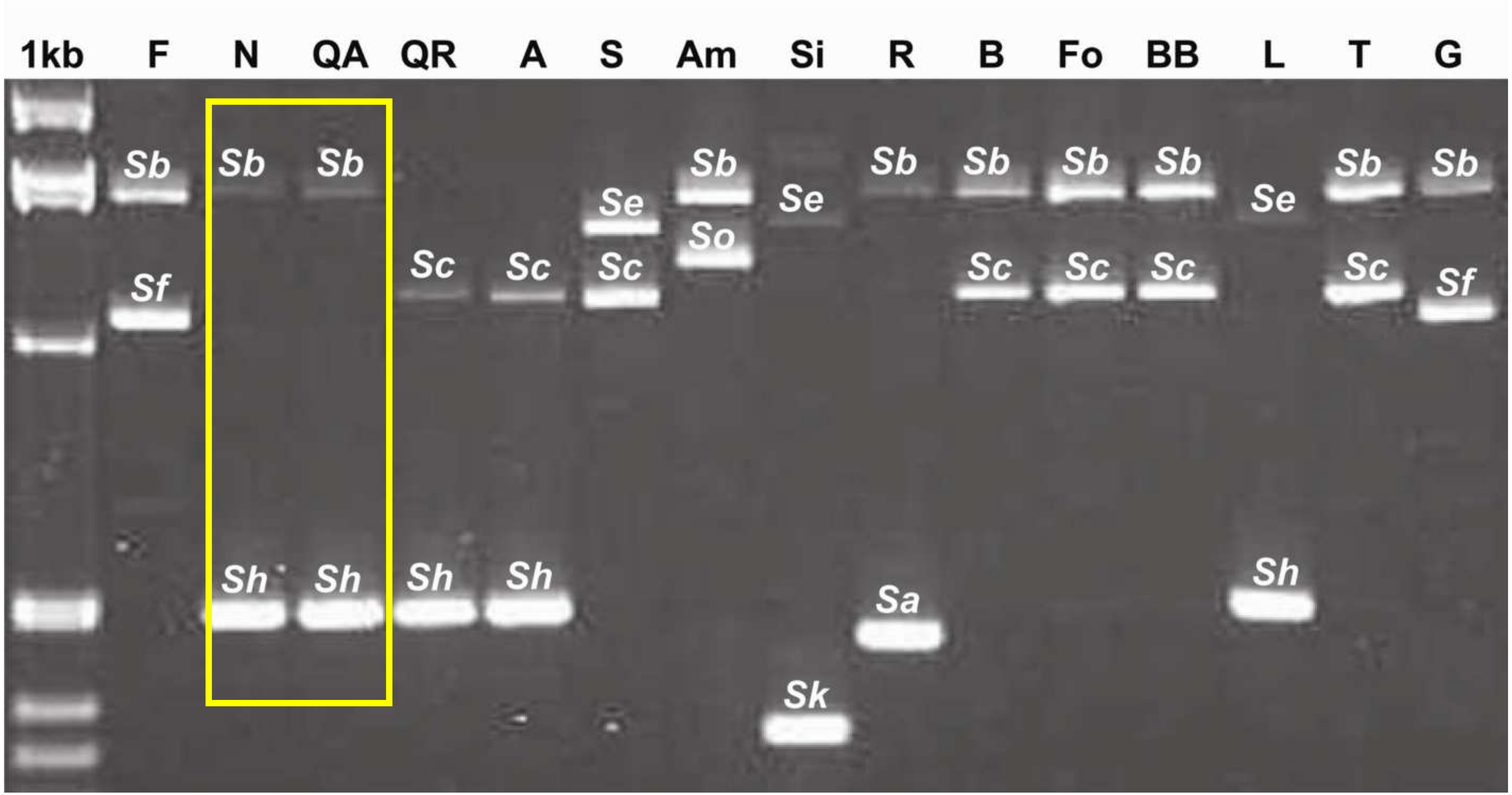

Sa
Sb
SaSb


Sa
Sb
Sx
SaSb

Determinación del tamaño de los alelos




1kb F N QA QR A S Am Si R B Fo BB L T G
Sb Sb Sb Sb Sb Sb Sb Sb Sb Sb
Se Se Se
So
Sf Sc Sc Sc Sc Sc Sc Sc Sf
Sh Sh Sh Sh Sh
Sa
Sk


1kb F N QA QR A S Am Si R B Fo BB L T G
Sb Sb Sb Se Sb Se Sb Sb Sb Sb Se Sb Sb
Sf Sc Sc Sc So Sc Sc Sc Sc Sf
Sh Sh Sh Sh Sa Sh
Sk

GOBIERNO DE ARAGON

cita
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

G.I.	Genotipo *S*	Variedades
I	*SaSb*	*606, Red Beaut, Sordum, Burmosa*
II	*SbSc*	*Blackamber, Black Beaut, Delbartazur, Fortune, Golden Plumza, Green Sun*, Laroda, October Sun, TC Sun, Zanzi Sun, Golden Globe, Golden Plum, Early Sun, SPR3318, SGPR3726, 3556, 3726*
III	*SbSf*	*Frontier, Golden Globe*, AU Amber, AU Road Side*
IV	*SbSh*	*Eldorado, Freedom, Friar*, Hiromi Red, Larry Ann, Nubiana, Owen T, Queen Ann, Songria 10, E137, E316, PR34*
VII	*ScSh*	*Angelenex, Angeleno, Queen Rosa, Ruby Crunch, Gaia, Sweet August, 30-an-7, Royal Diamond, Ruby Queen, 3485*
VIII	*SeSh*	*Black Diamond, Black Gold, Black Late, Diamex, Earliqueen, Extremagold, John W., Laetitia, Showtime, Souvenir, 26-bd-10, PR9, 3571, 3530, 3575*
IX	*SfSg*	*Golden Japan*
X	*ShSk*	*31-SG-6, Golden Plum, Howard Sun, Songold, 3611, 3989*
XI	*ScSe*	*Autum Giant, Black Splendor, Casselman, Royal Zee, Royal Garner, Santa Rosa, Champion, Rubirosa, Sybarite, AU Rosa, E326, 3527*
XII	*SbSe*	*Pioneer, Saphire, Black Jewell, Freya, SGPR551, Sparkly*
XIII	*SeSf*	*Black Star, Primetime, Morris*
XIV	*SaSc*	*87-91, Crimson Glo*
XV	*SgSh*	*30-AN-7, Rubi Sweet*
XVI	*SfSk*	*Kelsey*, Wickson*
XVII	*SbSo*	*Ambra, Olinda*
XVIII	*SaSf*	*Ozarkpremier*
XIX	*SbSd*	*Formosa*
XX	*SbSk*	*3442*
XXI	*SeSk*	*Simka, Simon*
0		*Songria 15, Oishiwasesumomo , Red Heart,, October Red, Joana Red, Mitard, Abundance, Byron Gold, 3458*

Guerra y Rodrigo (2015)

GOBIERNO DE ARAGON

cita
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Cuadro 1. Alelos S de las principales variedades de albaricoquero y clasificación en grupos de incompatibilidad (G.I.).

Grupos de incompatibilidad (G.I.)	Alelos S	Variedades
I	S_1S_2	'Castleton', 'Goldrich', 'Hargrand', 'Lambertin–1'
II	S_1S_9	'Perle Cot', 'Pinkcot'
III	S_2S_6	'Avirine' (Bergarouge), 'Moniqui'
IV	S_2S_7	'Ouardi', 'Priana'
V	S_2S_8	'Holly Cot', 'Sweet Cot'
VIII	S_6S_9	'Cheyenne', 'Feria Cot', 'Orangered', 'Stark Early Orange', 'Sunny Cot', 'Wonder Cot', 'Flash Cot'
XVIII	S_1S_3	'Cooper Cot', 'Perfection'
XIX	S_2S_3	'Maya Cot', 'Sun Glo'
XX	S_2S_9	'Goldstrike', 'Magic Cot'
XXI	S_3S_8	'Lilly Cot', 'Spring Blush'
XXII	S_3S_9	'Durobar' (Almadulce), 'Flodea', 'Henderson', 'Kosmos'
XXIII[1]	S_7S_9	'Goldbar'
XXIV[1]	S_1S_6	'Primaya'
Grupo 0		'Estrella' (S_1S_7), 'Harcot' (S_1S_4), 'Stella' (S_6S_{20}), 'Veecot' (S_2S_{20}), 'Velázquez' (S_3S_{20})
Variedades autocompatibles		'Alba', 'Aprix 20', 'Aprix 33', 'Aprix 9', 'Apriqueen', 'Arquer', 'Bebecou', 'Bellana', 'Berdejo', 'Bergecot', 'Bergeron', 'Búlida', 'Canino', 'Cebas Red', 'Charisma', 'Corbato', 'Cristali', 'Currot', 'Delice Cot', 'Dorada', 'Dulcinea', 'Fantasme', 'Faralia', 'Farbaly', 'Farbela', 'Farclo', 'Fardao', 'Farfia', 'Farhial', 'Farius', 'Farlis', 'Fartoli', 'Flopria', 'Galta Vermella Valenciana', 'GaltaRoja', 'Gandia', 'Ginesta', 'Gönci magyarkajszi', 'Hatif de Colomer', 'Katy', 'Kioto', 'Lady Cot', 'Lido', 'Lito', 'Loma', 'Luizet', 'Mauricio', 'Medflo', 'Mediabel', 'Mediva', 'Memphis', 'Milord', 'Mirlo Anaranjado', 'Mirlo Blanco', 'Mirlo Rojo', 'Mitger', 'Modesto', 'Mogador', 'Murciana', 'Ninfa', 'Oscar', 'Palabras', 'Palau', 'Palsteyn', 'Patterson', 'Paviot', 'Pepito del Rubio', 'Pisana', 'Playa Cot', 'Pricia', 'Primidi', 'Primorosa', 'Rambo', 'Real Fino', 'Regibus', 'Rojo Carlet', 'Rojo Pasión', 'Rouge Cot', 'Rouge de Roussillon', 'Roxana', 'Rubista', 'Sandy Cot', 'Sherpa', 'Soledane', 'Swired', 'Tadeo', 'Tilton', 'Tirynthos', 'Tom Cot', 'Trevatt', 'Victor 1'

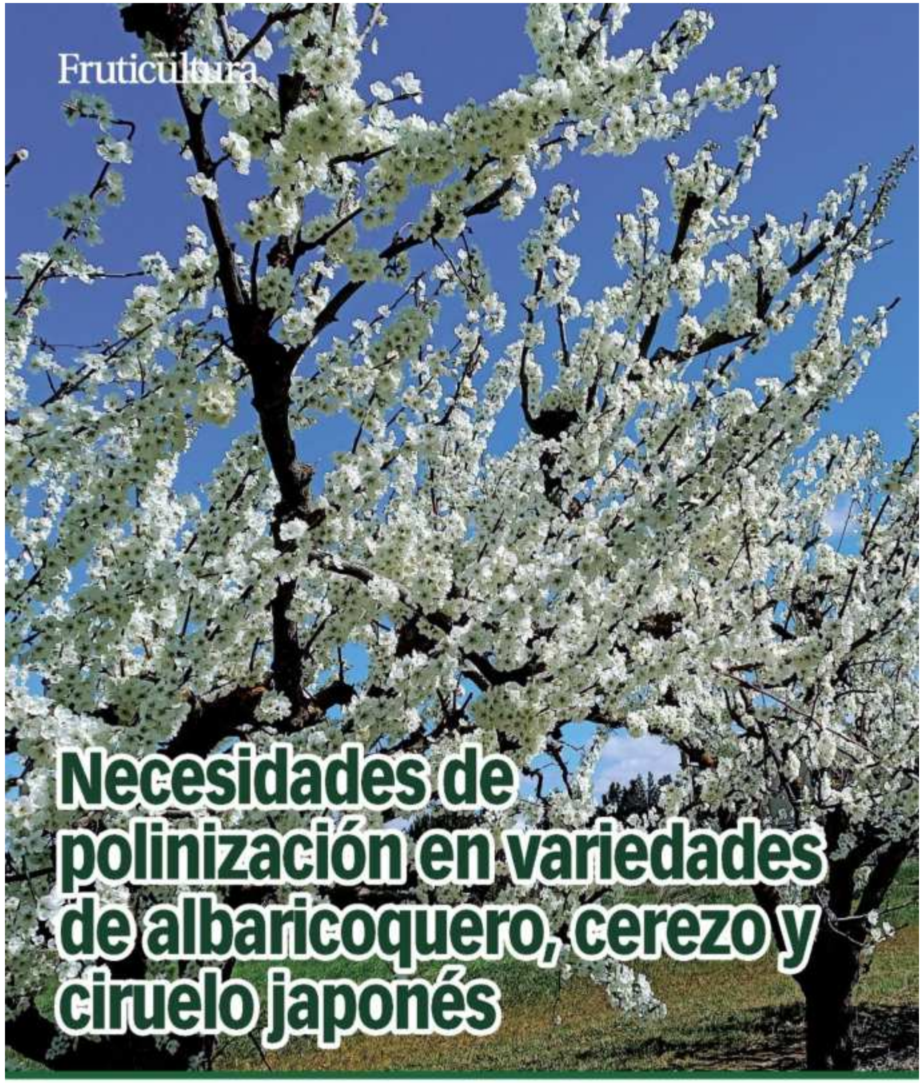
Herrera, Lora, Hormaza y Rodrigo (2020)

GOBIERNO DE ARAGON

cita

Grupo	Alelos	Variedades
I	S_1S_2	Canada Giant, Ferdouce, Summit, Starking Hardy Giant
II	S_1S_3	Cristalina, Gil-Peck, Lamida, Van, Van Spur, Early Van Compact, Prime Giant, Samba (Sumste), Vera, Ruby, Tigre
IX	S_1S_4	Chinook, Rainier, Sylvia, Garnet, Viscount
XVIII	S_1S_9	Brooks, Marvin 4-70, Earlise
IV	S_2S_3	Sue, Vega, Coralise
XIII	S_2S_4	Sam, Vic, Spalding, Corum, Royalton, 13S.3.13
XXIII	S_2S_6	Arcina (Fercer)
XXIV	S_2S_z	Talegeura Brillante
III	S_3S_4	Bing, Lambert, Napoleon, Sommerset, Star, Belge, Marmotte
VII	S_3S_5	Hedelfinger
VI	S_3S_6	Hartland, Ambrunesa, Duroni 3, Pico Negro, Cristobalina[1], Temprana de Sot[1]
XVI	S_3S_9	Burlat, Burlat C-1, Moreau, Precoce Bernard
XXII	S_3S_{12}	Ferrovia
XIX	S_3S_{13}[2]	Reverchon
XXV	S_3S_x	Vittoria
XVII	S_4S_6	Larian
X	S_6S_9	Ramon Oliva

Cachi, Wunsch, Negueroles y Rodrigo (2015)



Necesidades de polinización en variedades de albaricoquero, cerezo y ciruelo japonés

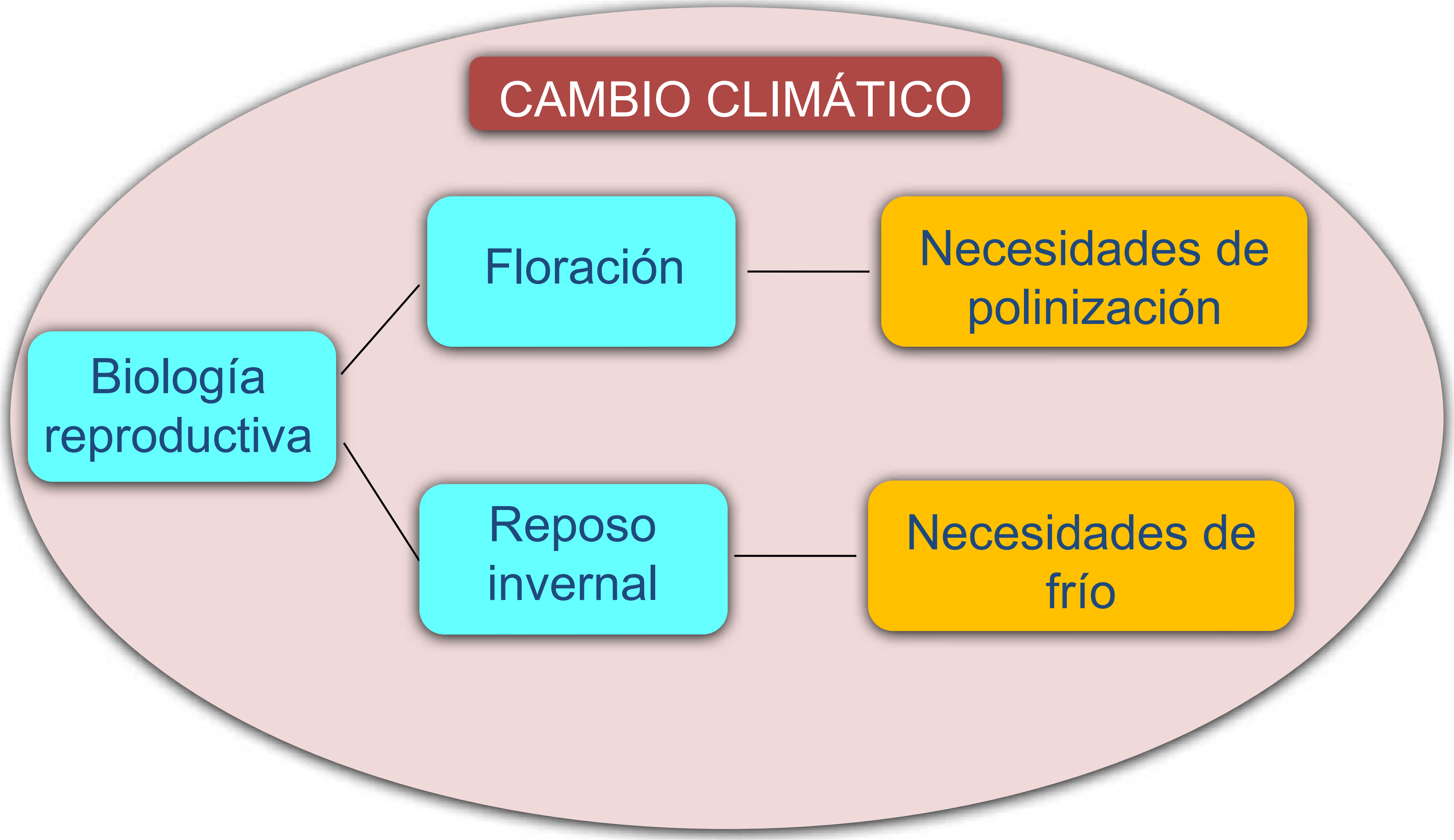
A. TORRES[1,2], M.E. GUERRA[3], A. HEDHLY[1,2], J. RODRIGO[1,2]

(1) Departamento de Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).
(2) Instituto Agroalimentario de Aragón–IA2 (CITA–Universidad de Zaragoza).
(3) Área de Fruticultura Mediterránea. CICYTEX–Centro de Investigación 'Finca La Orden–Valdesequera'.

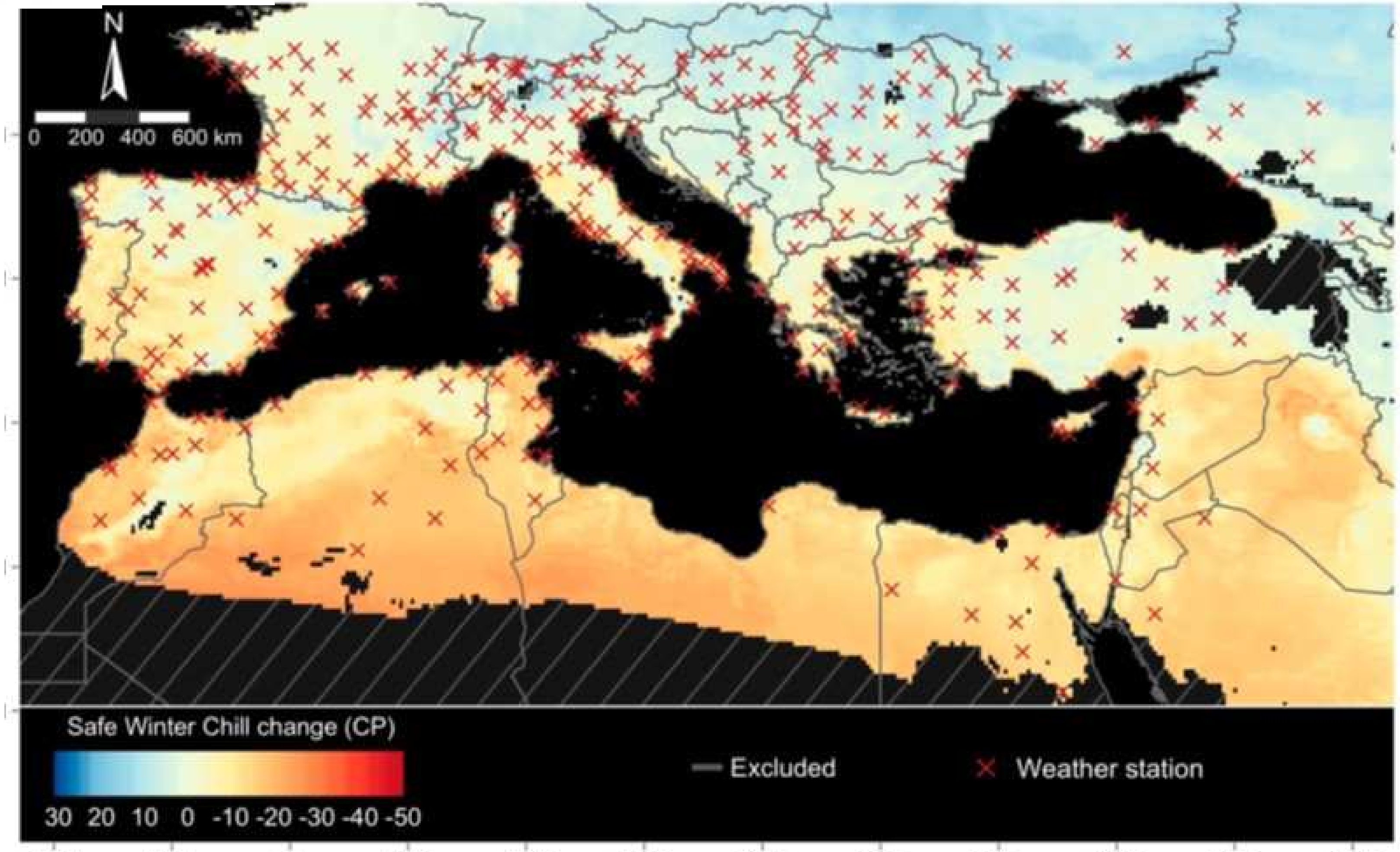
Cuadro 1. Grupos de incompatibilidad de variedades de cerezo y épocas de floración.

Grupo de In-compatibilidad	Geno-tipo	Floración temprana	Floración media	Floración tardía
I	S_1S_2		Canada Giant (Sumgita), Ferdouce, Starking Hardy Giant, Tulare	Summit
II	S_1S_3	Coral, Prime Giant, Royal Lee, Rosie, Royal Ansel (Royal Bailey), Redstone, Samba (Sumste), Vera	Black Star, Early Robin (Doty), Early Van Compact, Lala Star, Satin (Sumele), Sumbola, Van	Areko, Cristalina, Regina, Sonnet
III	S_3S_4	Somerset, Sweet Lorenz	Bing, Karina, Lambert, Napoleon (Monzón, Royal Ann), Sweet Valina, Ulster	Belge
IV	S_2S_3	Nimba	Coralise (Gardel), Sue, Vega	
VI	S_3S_6	Ambrunés	Fertille, Kordia, Pico Negro, Satonishiki, Stark's Gold (Dönissens Gelbe, Gold), Techlovan	Duroni 3, Ferdiva, Fertard
VII	S_3S_5			Hedelfinger
IX	S_1S_4	King, Royal Brynn, Royal Lynn	Ebony Pearl, Rainier, Sweet Gabriel	Sylvia
X	S_6S_9	Folfer	Penny, Ramón Oliva	
XIII	S_2S_4		Royalton, Vic	Sam
XIV	S_1S_5			Blanca de Provenza
XV	S_5S_6	Colney		
XVI	S_3S_9	Burlat, Chelan, SMS–280	Precoce Bernard, Tieton	Moreau
XVII	S_4S_6	Royal Hazel, Royal Tenaya (Royal Marie)	Larian	
XVIII	S_1S_9	Bigisol (Early Bigi), Earlise (Rivedel), Rocket	Brooks, Marvin (Niran, 4–70), Sweet Early (Panaro 1), Tamara	
XIX	S_3S_{13}		Reverchon	
XX	S_1S_6		Vanda	
XXI	S_4S_9	Cashemire	Merchant	
XXII	S_3S_{12}			0900–Ziraat, Ferrovia, Schneiders
XXIV	S_6S_{12}		Aida	
XXV	S_2S_6		Fercer (Arcina)	
XXVII	S_4S_{12}		Margit, Kavics	
XXXIII	S_1S_{14}		Fermina	
XXXIV	S_4S_{13}		Black Pearl	
XL	S_6S_{22}		Pico Colorado	
XLIII	S_2S_9	Primulat (Ferprime)		
0	S_5S_{22}	Rita		
Autocompatibles (polinizadores universales)		Early Star (Panaro 2), Lapins, Pacific Red, Royal Elaine, Royal Tioga, Royal Helen, Royal Edie, Sandor, Sweet Aryana, Sweet Valentine (Summac), Sweetheart, Sweet Georgia	Alex, Blaze Star, Celeste, Columbia (Benton), Compact Stella, Frisco, Grace Star, Index, New Star, Sandra Rose, Santina, Selah (Liberty bell), Skeena, Staccato (Summer Charm), Starkimson, Stella, Sumesi, Sunburst, Sweet Saretta, Symphony	Blackgold, Sonata, Stardust, Sweet Stephany

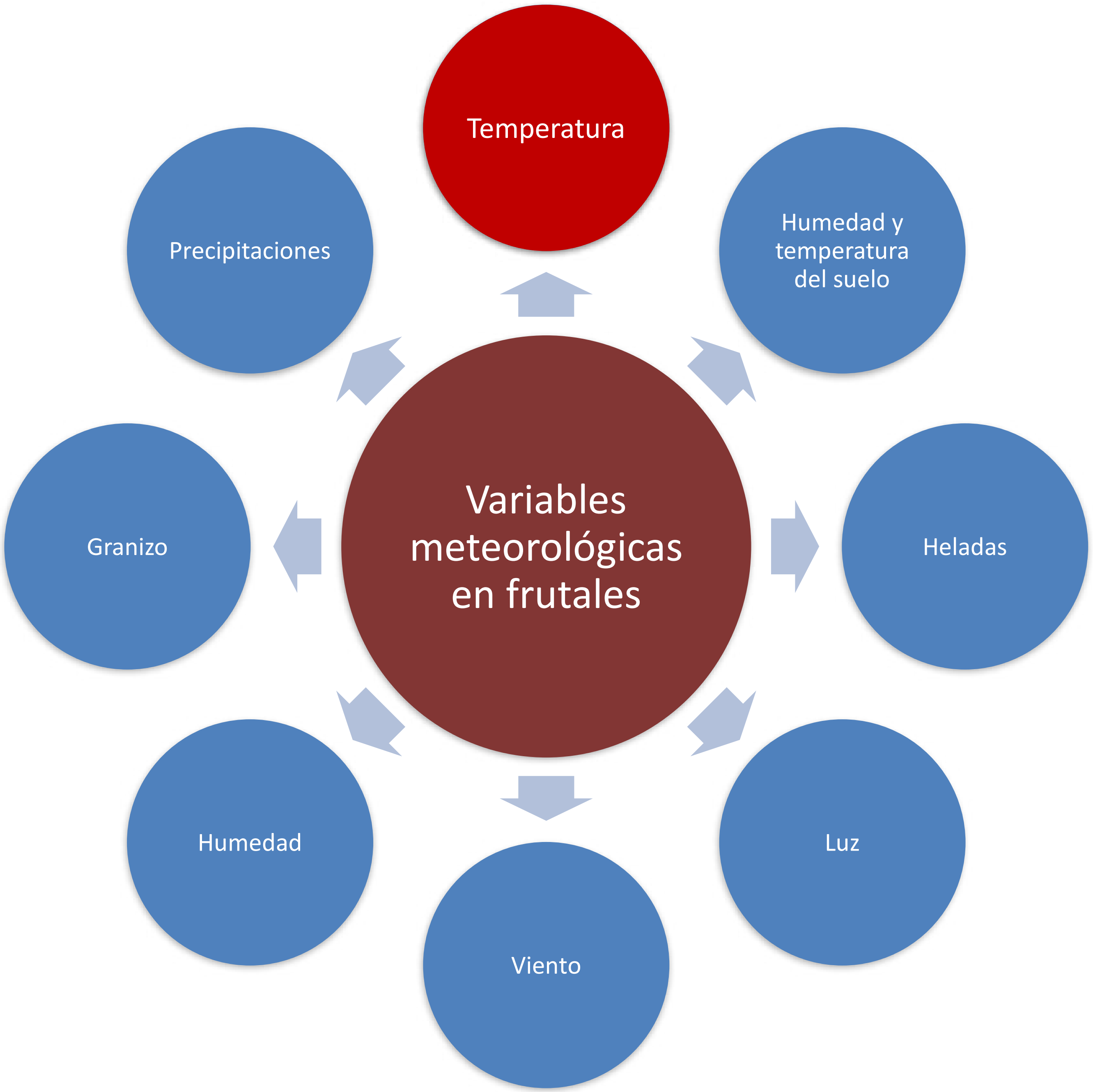
Rodrigo, Negueroles, Wünsch (2019)


CAMBIO CLIMÁTICO
Biología reproductiva
Floración
Reposo invernal
Necesidades de polinización
Necesidades de frío

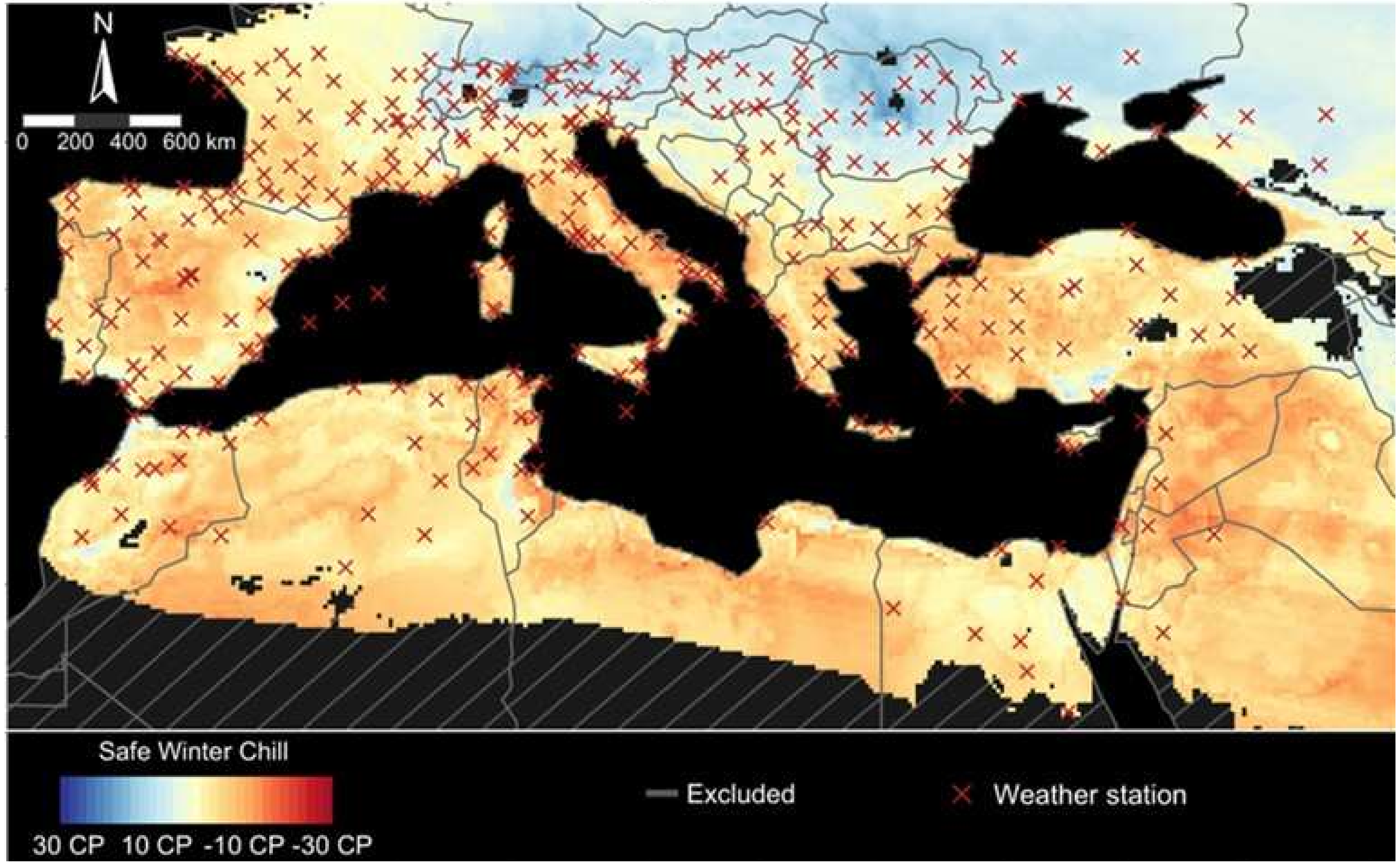
RCP8.5 - 2050 intermediate



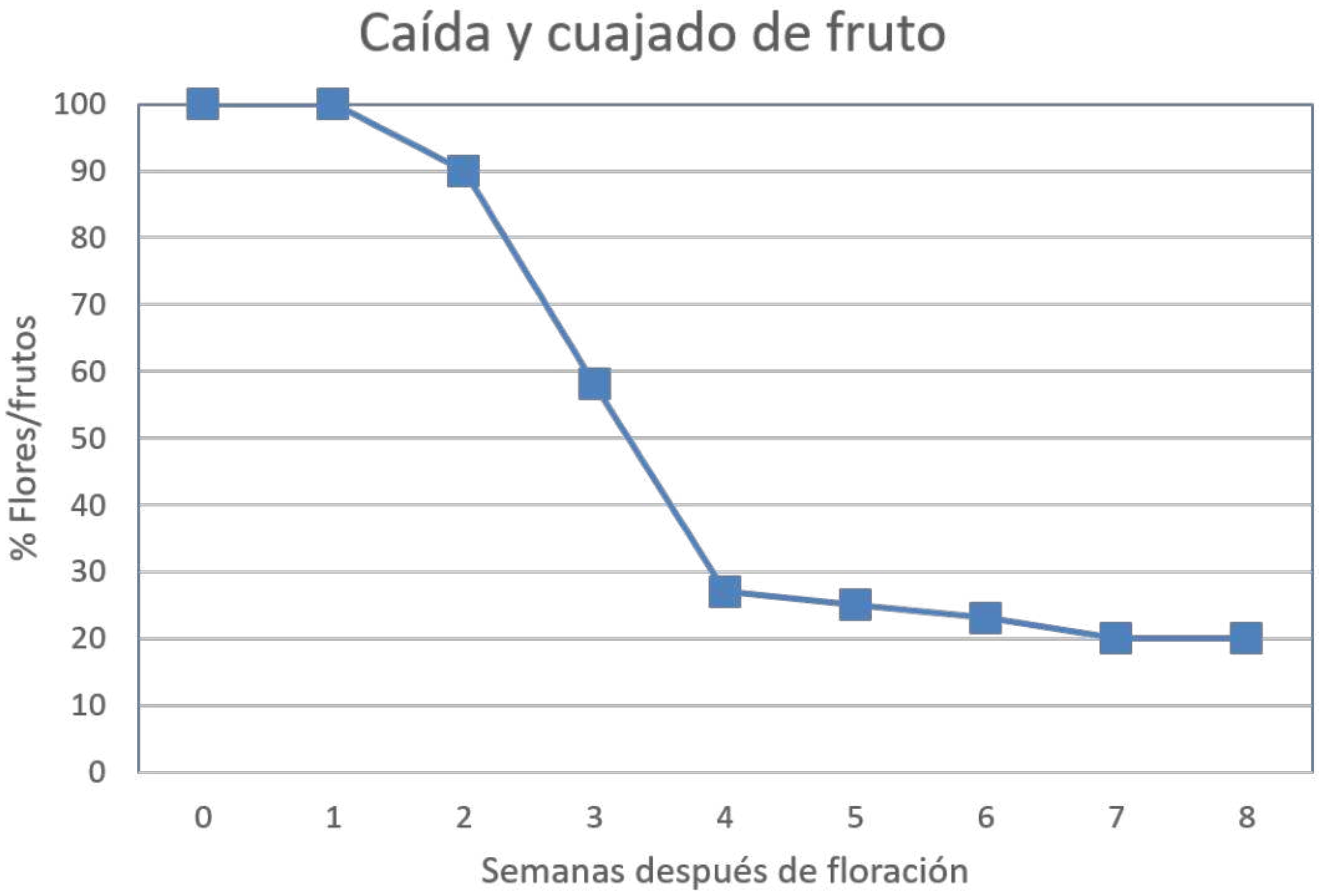
Fernández E, Mojahid H, Fadón E, Rodrigo J, Ruiz D, Egea JA, Ben Mimoun M, Kodad O, El Yaacoubi A, Ghrab M, Egea J, BenMoussa H, Borgini N, Elloumi O, Luedeling E (2023). Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. Regional Environmental Change 23, 7.


Temperatura
Humedad y temperatura del suelo
Heladas
Luz
Viento
Humedad
Granizo
Precipitaciones
Variables meteorológicas en frutales

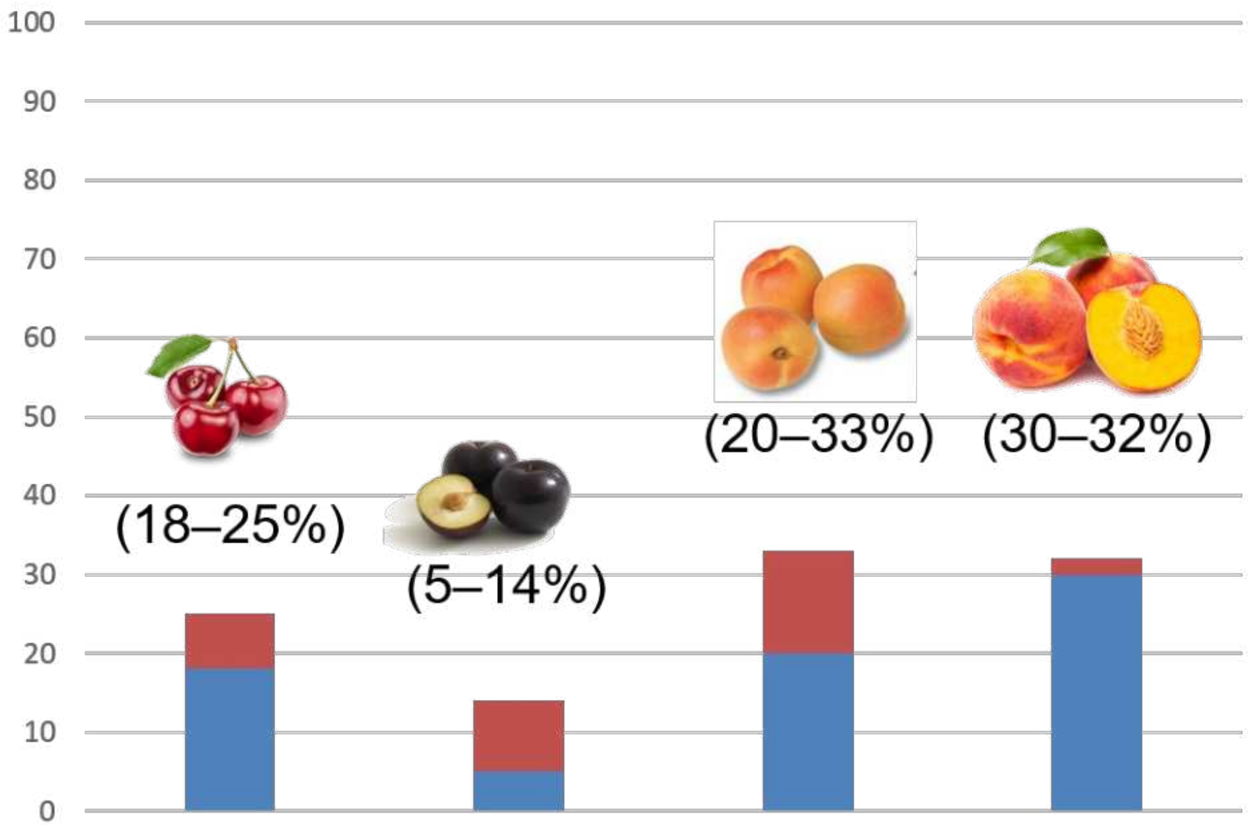
Disminución frío invernal 1975-2019



Fernández E, Mojahid H, Fadón E, Rodrigo J, Ruiz D, Egea JA, Ben Mimoun M, Kodad O, El Yaacoubi A, Ghrab M, Egea J, BenMoussa H, Borgini N, Elloumi O, Luedeling E (2023). Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. Regional Environmental Change 23, 7.


Caída y cuajado de fruto
% Flores/frutos
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Semanas después de floración

Cuajado de fruto (%)



(Guerra y Rodrigo, 2015)