



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Y SISTEMAS NATURALES  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

# CITRICOS: INFLUENCIA CLIMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LA REGIÓN

**Dra. Johanna Mártiz. Ing. Agr.**

**Julio Cornejo Ing. Agr. M.Sc.**

**AGROInvestigación**

Investigación y Desarrollo en Fruticultura

**El clima** juega un papel importante en el desarrollo y la maduración de la fruta, ya que los procesos metabólicos como el color de la fruta (Mesejo et al., 2022) o la acidez (Saini et al., 2019) dependen de la temperatura.

La **temperatura** es indudablemente el factor climático más importante que afecta el desarrollo, productividad y maduración de los frutos cítricos

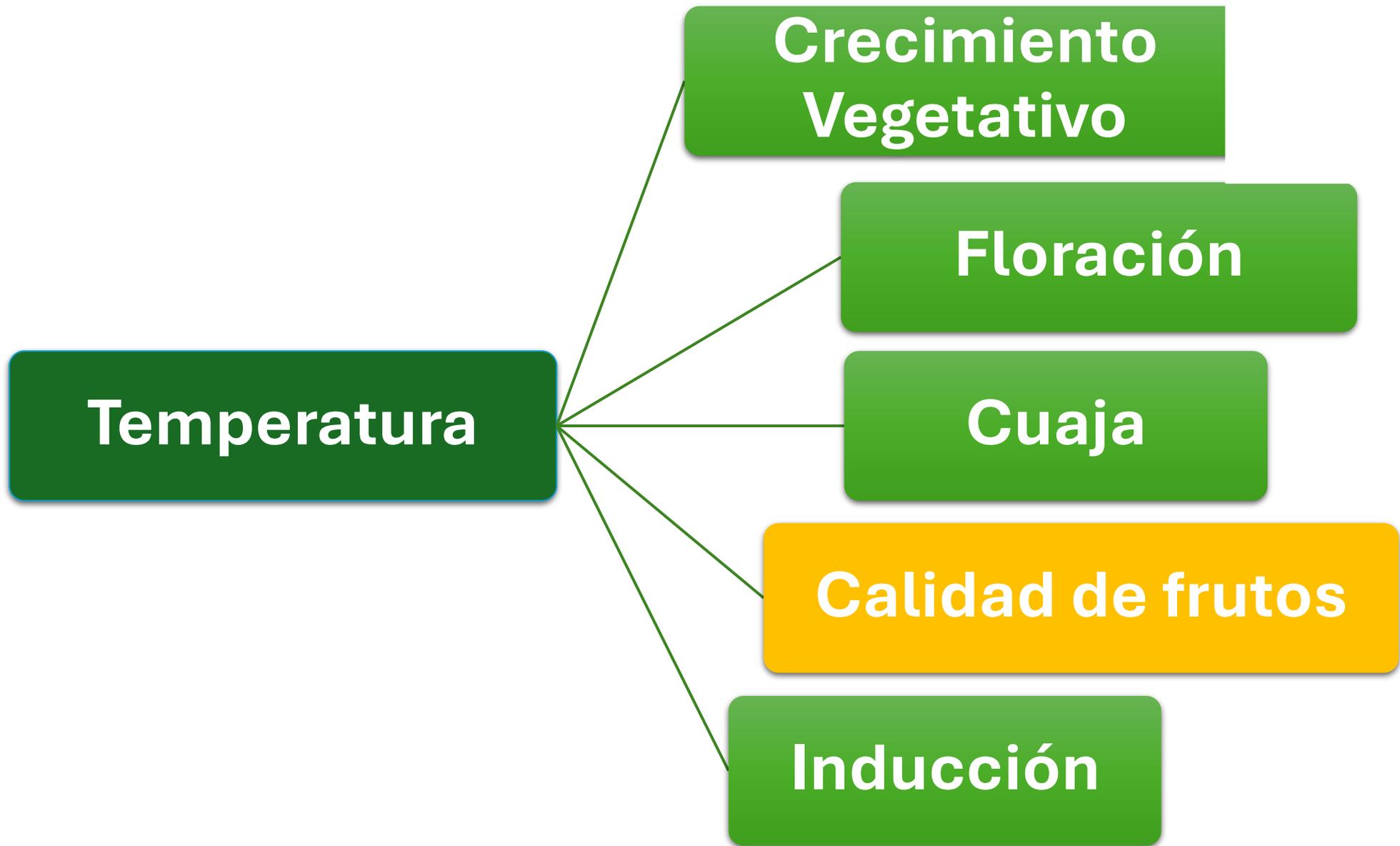
Goldschmidt, 1997, 2000

Kaleem et al, 2010

Reuther, 1973

Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996

Weeler et al, 2000.



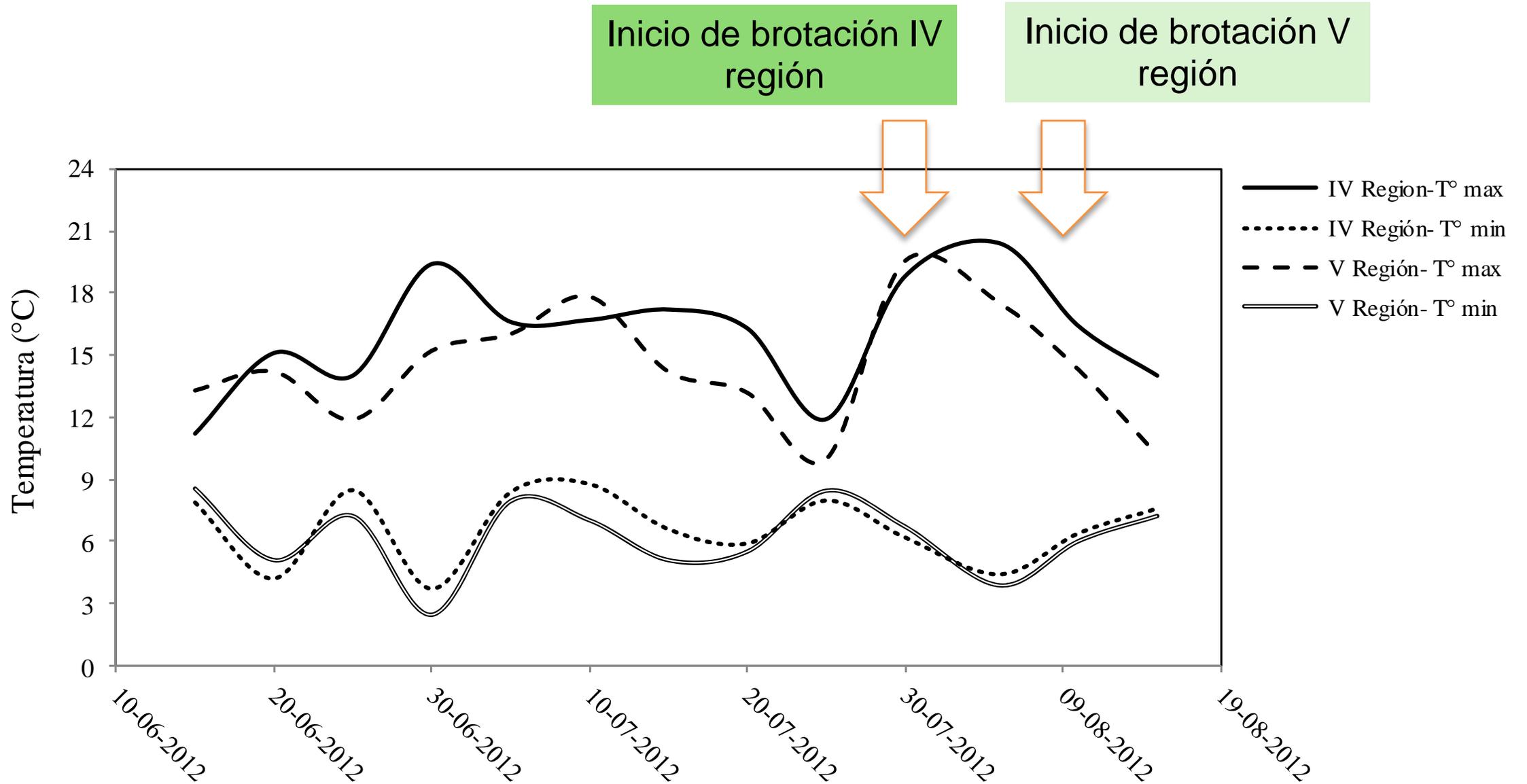
# Rol de la temperatura

## ***Estimula brotación***

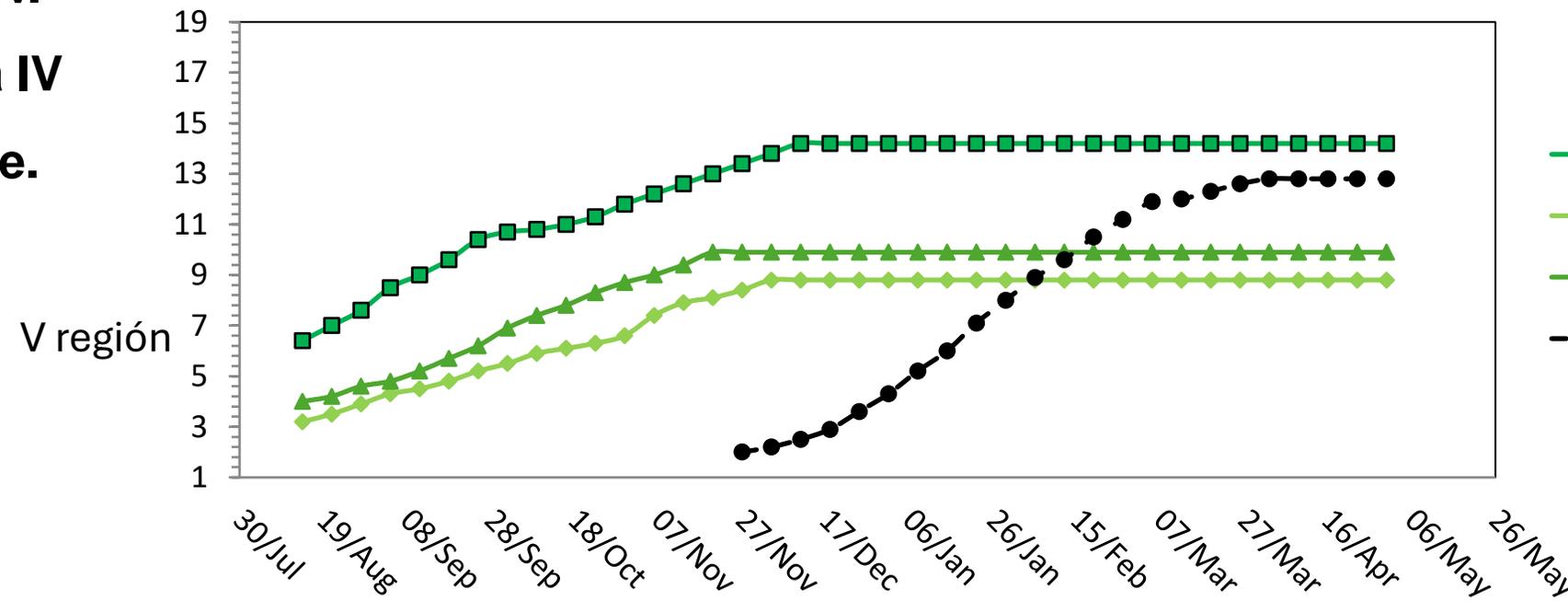
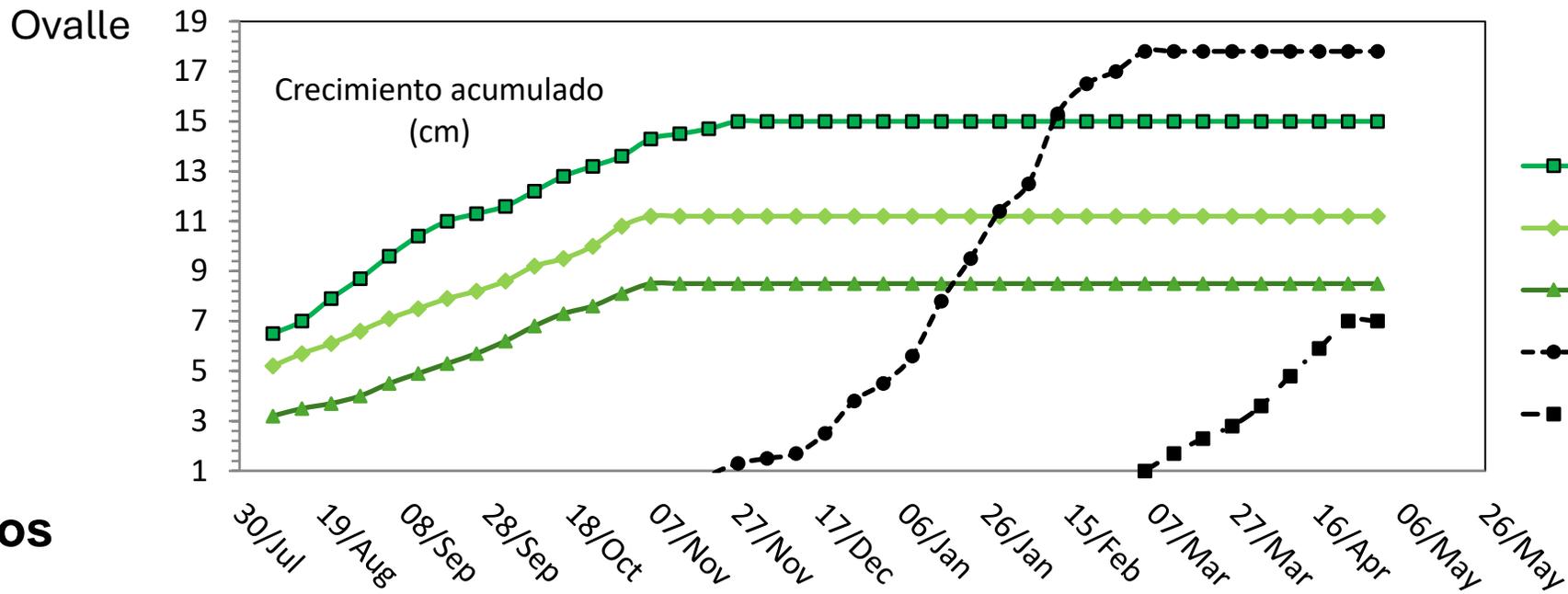
- ***Primavera*** T° 12°C y 20°C gran número de brotes con entrenudos cortos
- ***Verano*** menor número de brotes pero con entrenudos más largos (25°C y 35°C)

En regiones tropicales, el desarrollo vegetativo no se detiene

# Registro de temperaturas máximas y mínimas (°C) desde el 15 de junio (semana 25) hasta el momento de brotación de mandarino cv W. Murcott en Ovalle y La Calera.



**Crecimiento promedio acumulado de brotes emergidos en mandarino cv. W.Murcott en la IV y V región, Chile.**



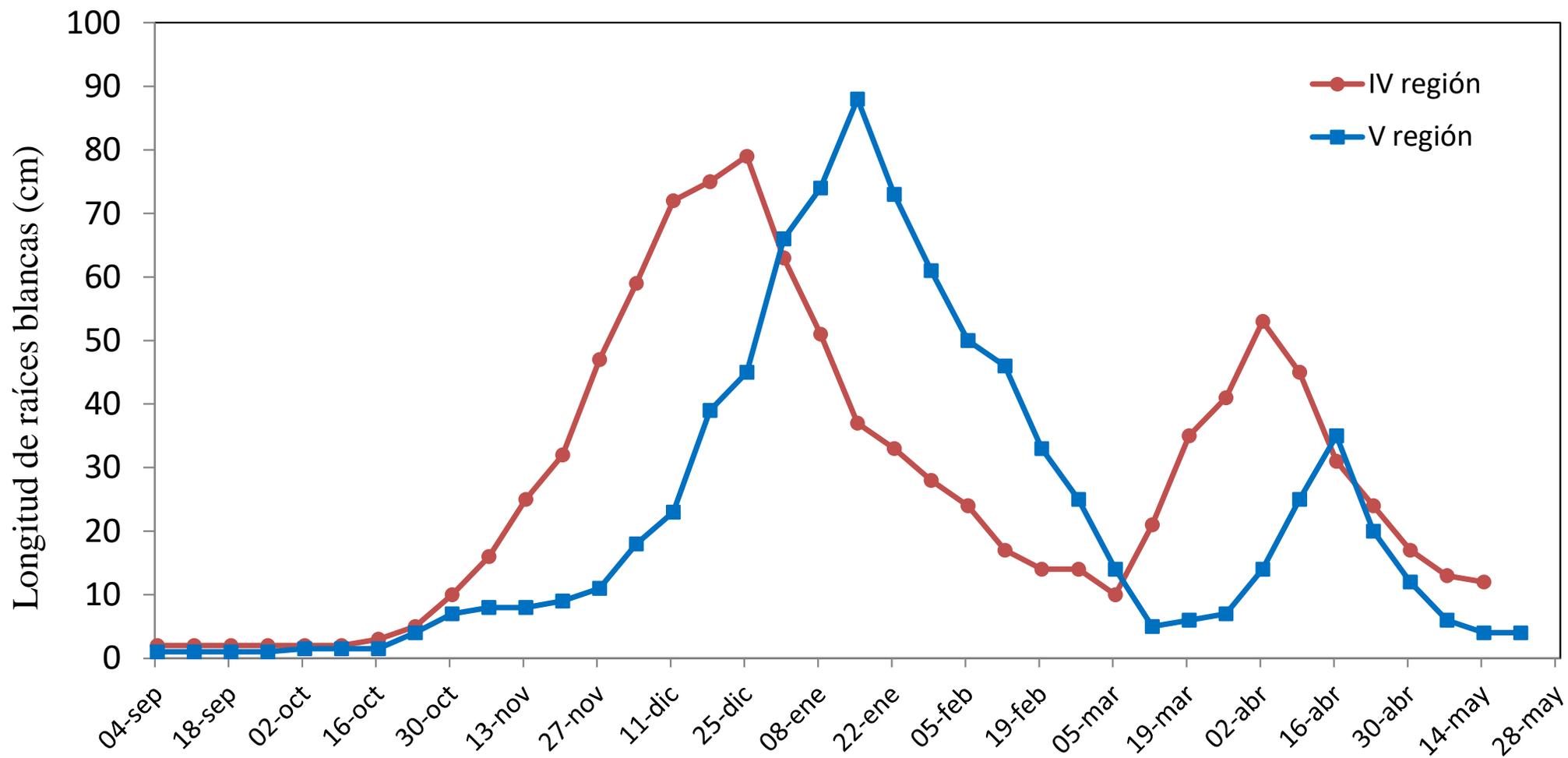


## **Afecta el desarrollo y actividad radicular**

T° 14 °C

Aunque tasa de crecimiento es bastante limitada por debajo de 18 °C

# Crecimiento de raíces blancas de mandarino cv. W. Murcott durante en las regiones IV y V, Chile.



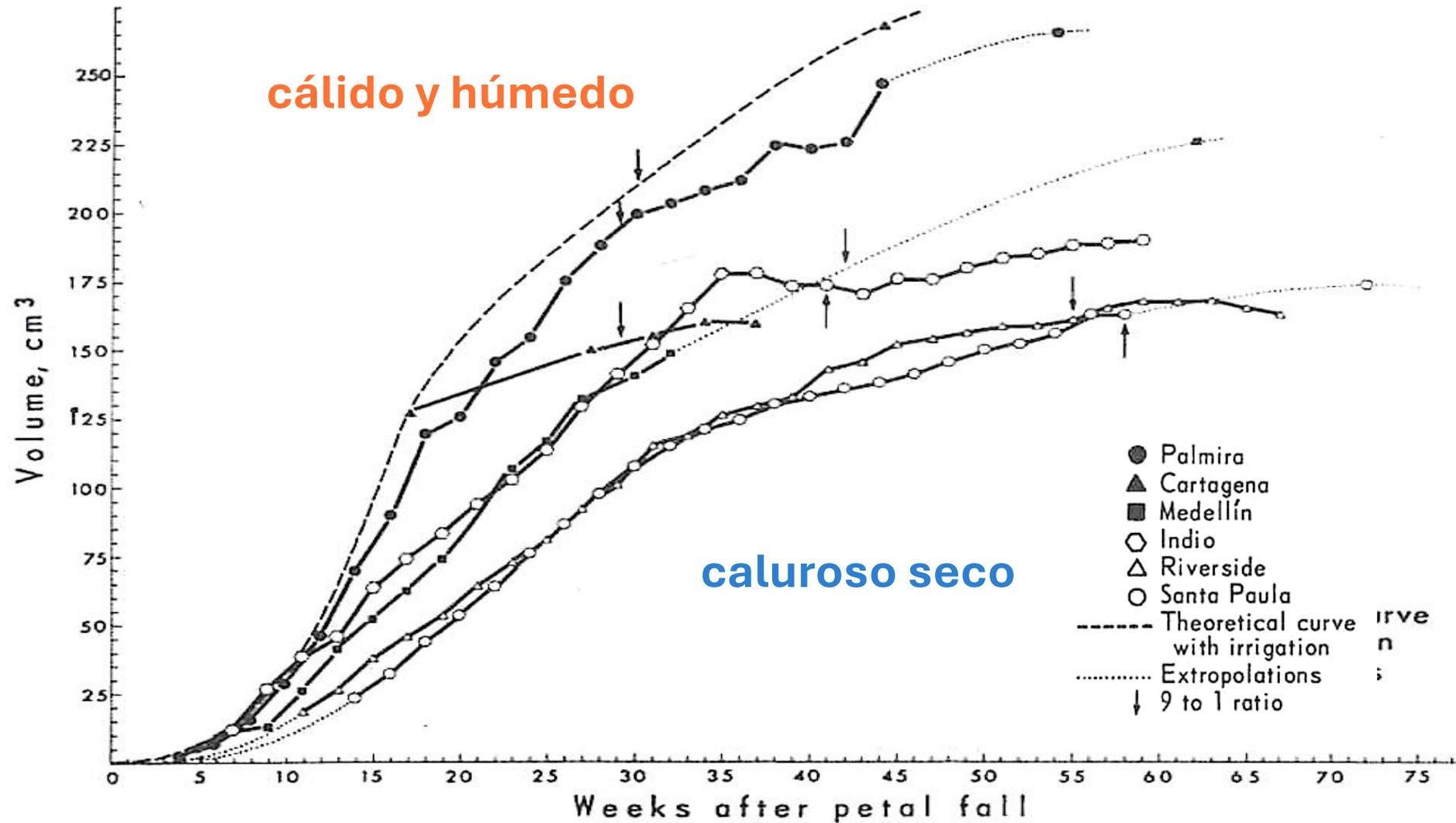
## **Regulación la inducción floral en climas subtropicales y mediterráneo**

La baja temperatura a finales del otoño o principios del invierno es el principal factor responsable de la inducción y la latencia de los brotes florales (Moss, 1969; Altman y Goren, 1978; Valiente y Albrigo, 2004; Southwick y Davenport, 1986; García-Luis et al., 1992).

## **Regulación de la cuaja**

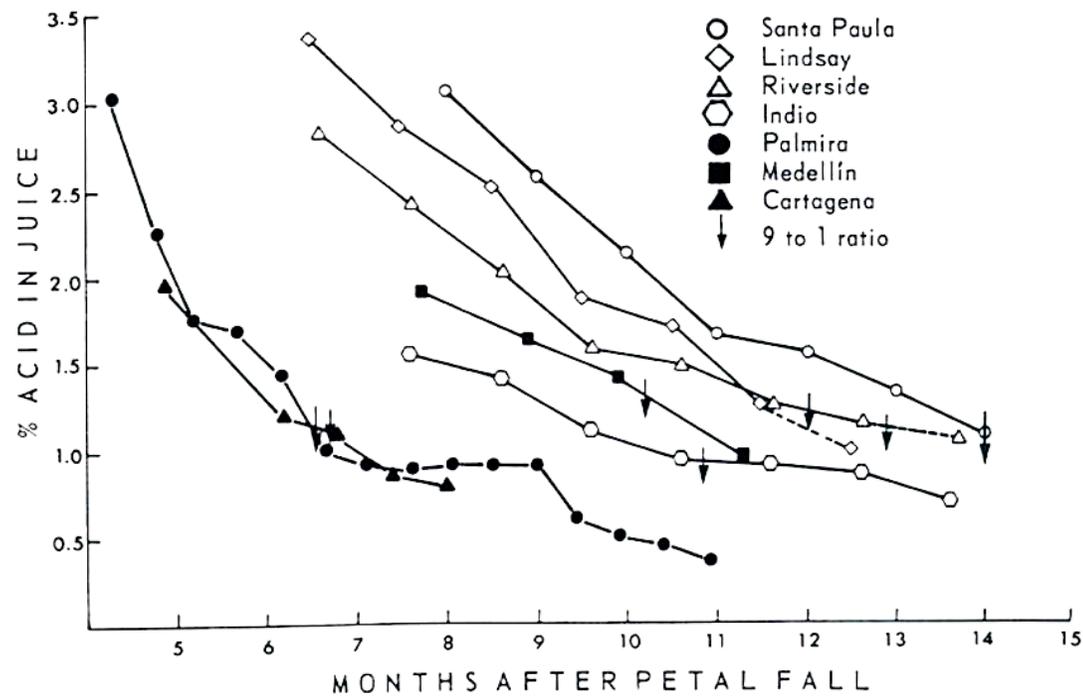
Altas temperaturas aumentan notablemente la abscisión de los frutitos (todos los estadíos de la fase I)

# Efecto de la temperatura sobre el crecimiento del fruto



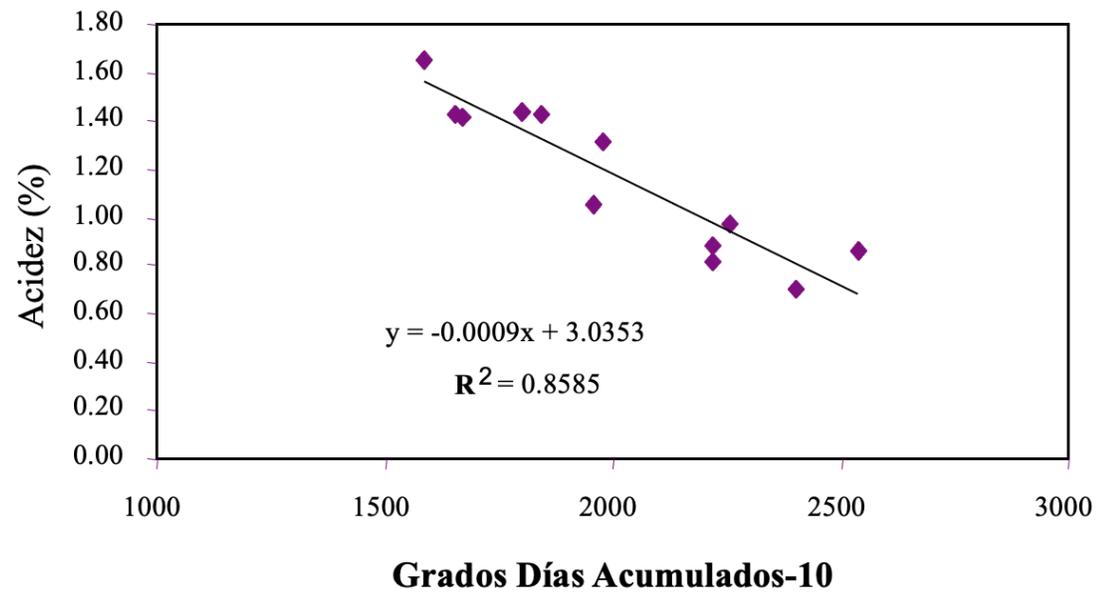
(Reuther & Rios-Castaño, 1969)

## Efecto de la temperatura sobre la maduración del fruto

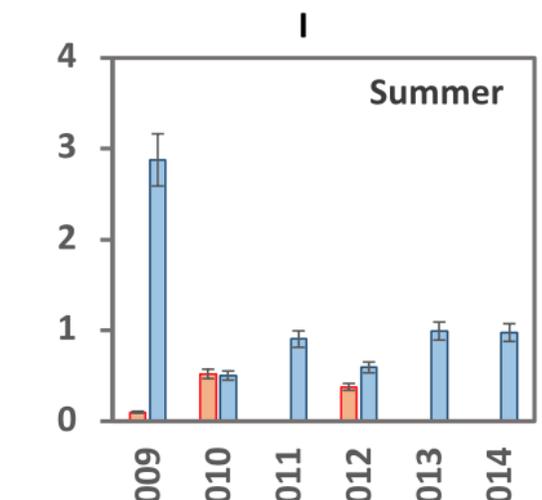
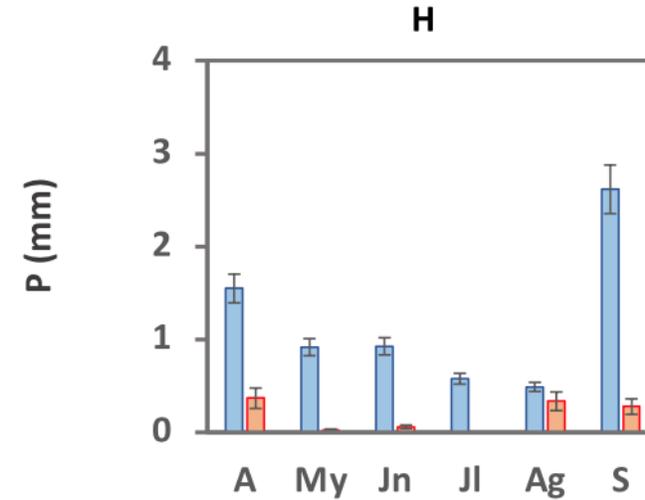
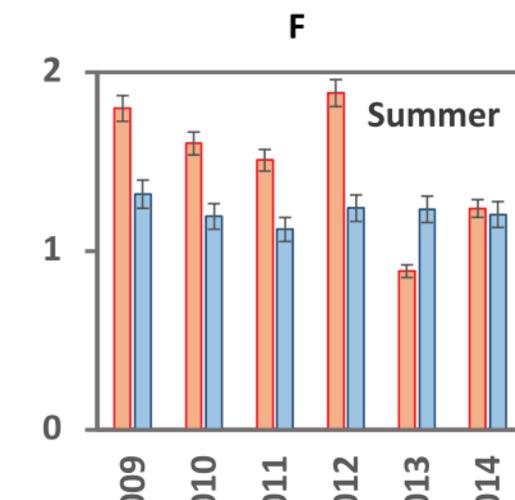
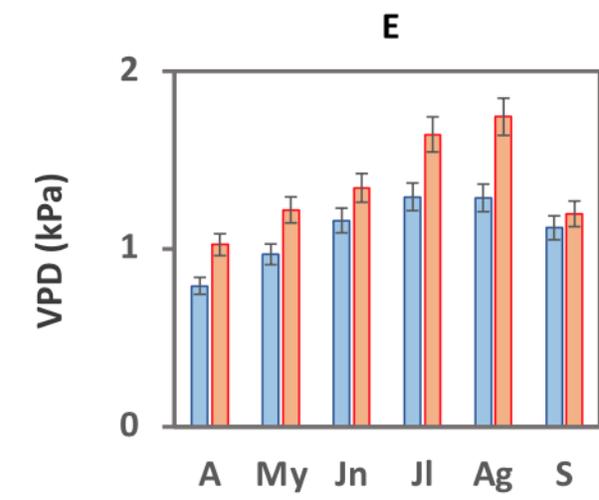
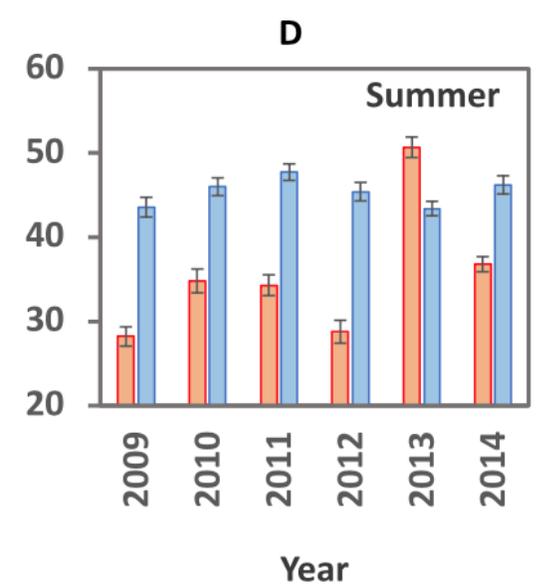
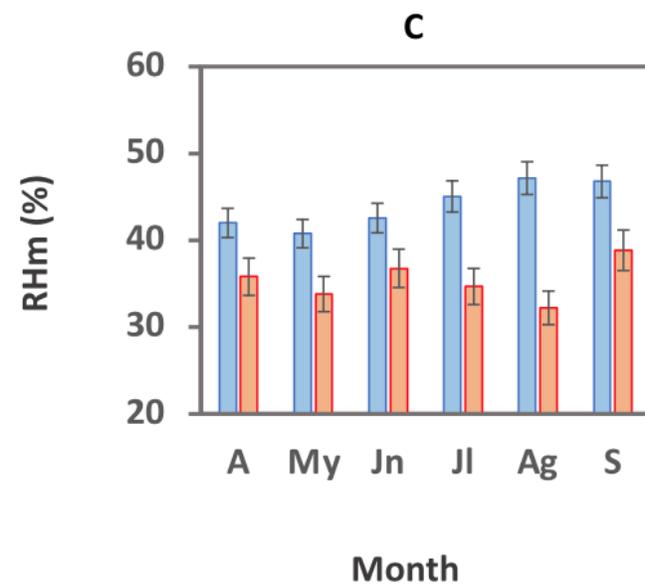
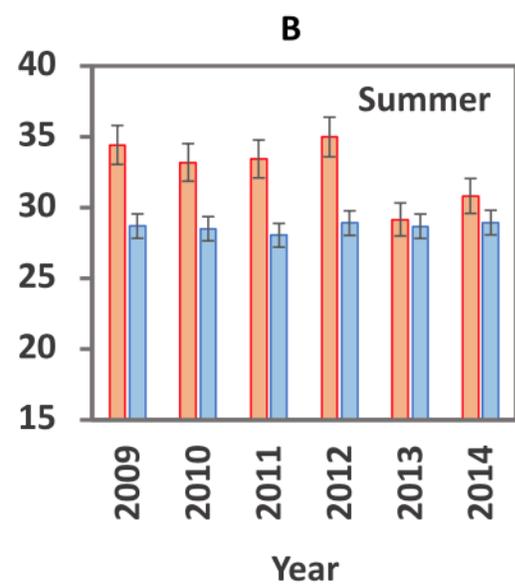
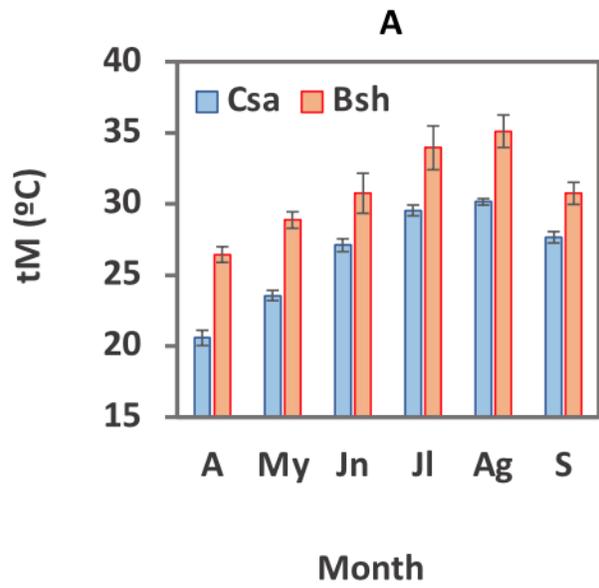


(Reuther & Rios-Castaño, 1969)

Figure 13. Comparison of the trends in total acid (calculated as anhydrous citric) concentration in the juice of 'Valencia' oranges in relation to advancing maturity. The petal fall dates are as given in Figure 9.



(Ortúzar et al, 2004)



(Mesejo et al, 2024)

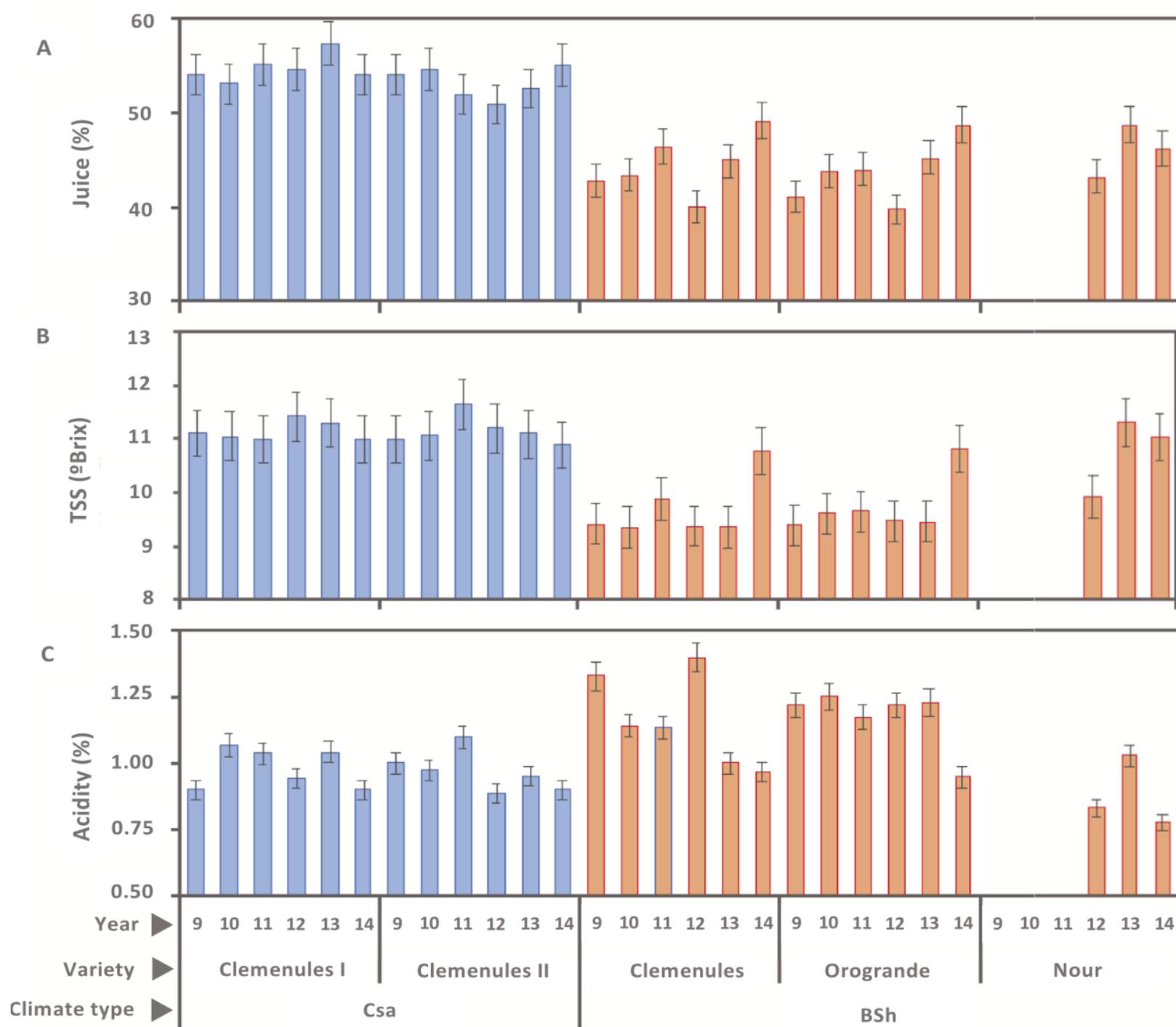
Valencia- España: Clima mediterráneo  
 Marruecos: Clima árido

(Mesejo et al, 2024)

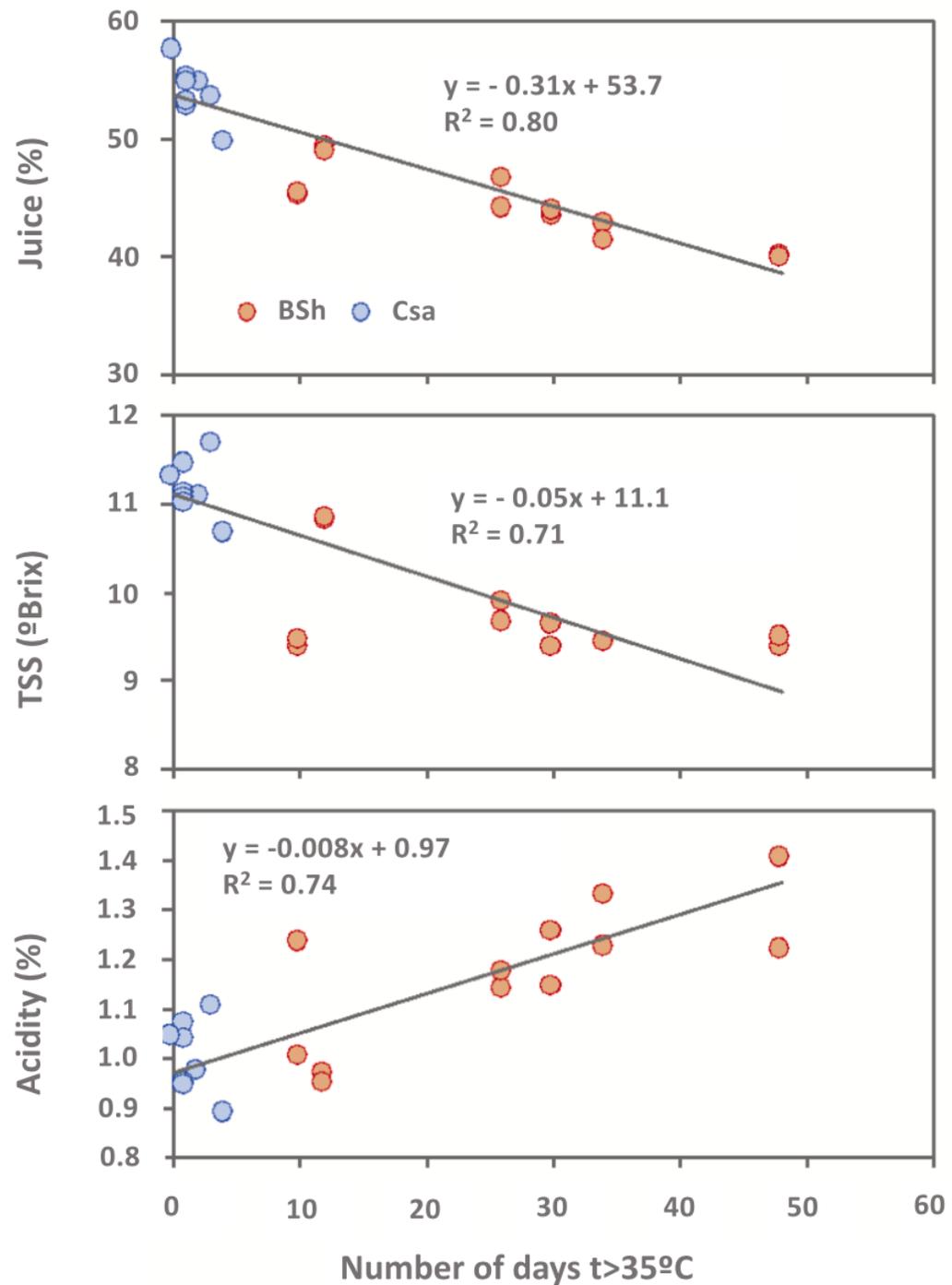
## Calidad frutal interna de clementinas cultivadas en climas árido y mediterráneo.

Las frutas se analizaron a principios de octubre (semanas 40-42 del año para los años 2009 - 2014), equivalente a abril HS. Cada valor es el promedio de 300.

Las barras verticales muestran el error estándar. Los números 9-14 indican los años 2009-2014.



Correlación lineal ( $y = ax+b$ )  
entre los parámetros de  
calidad de la mandarina  
Clementina en abril (y) y el  
número de días con  
temperatura superior a 35 °C  
durante el verano en los  
climas **mediterráneo (azul)** y  
**árido (naranja)**. La ecuación y  
la línea de tendencia incluyen  
todos los puntos.



**Altas Temperaturas**





$$GD = \frac{(T^{\circ} \text{máxima} + T^{\circ} \text{mínima})}{2} - 12,5.$$

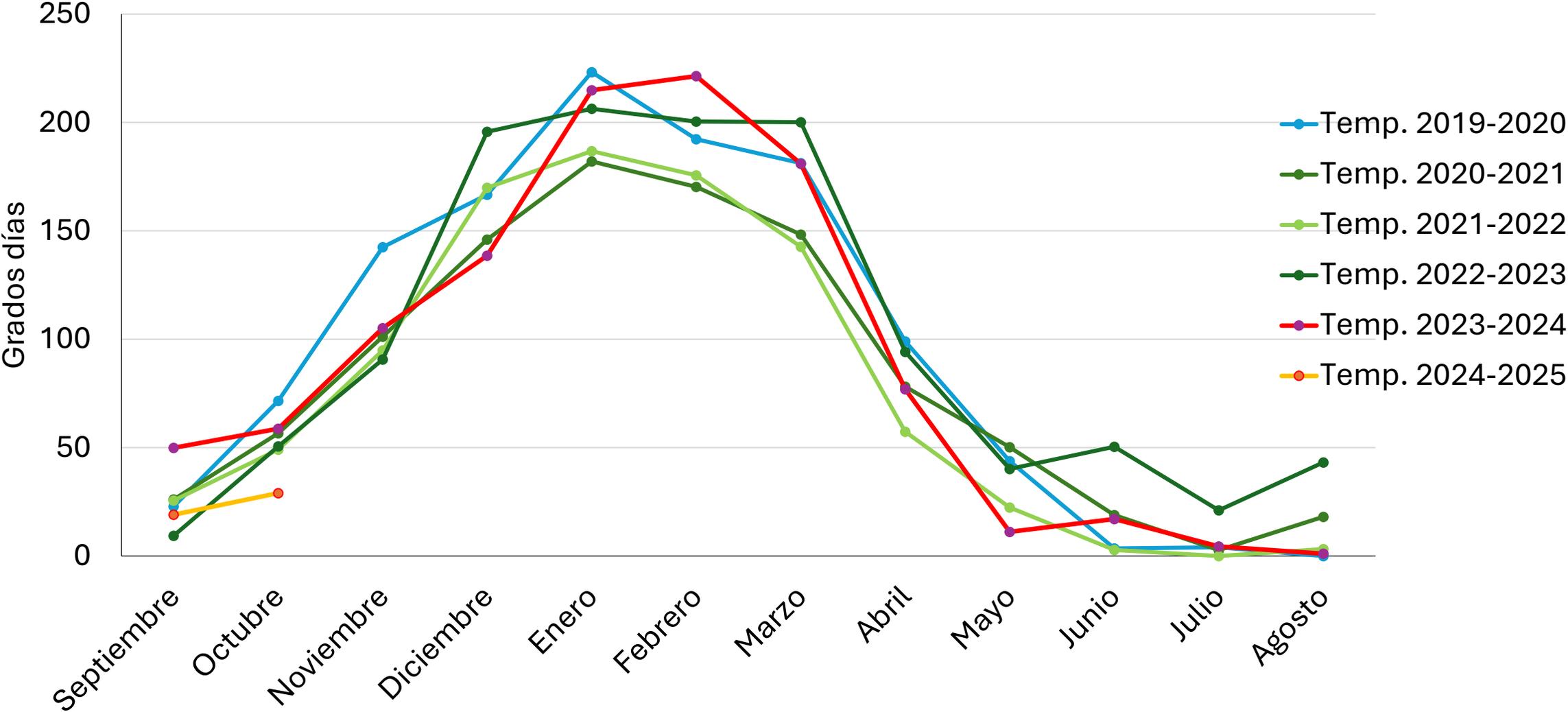
**Grados días de una temporada:  
Desde el 01 de septiembre → 30 de abril.**

# Acumulación de grados días por mes y temporada

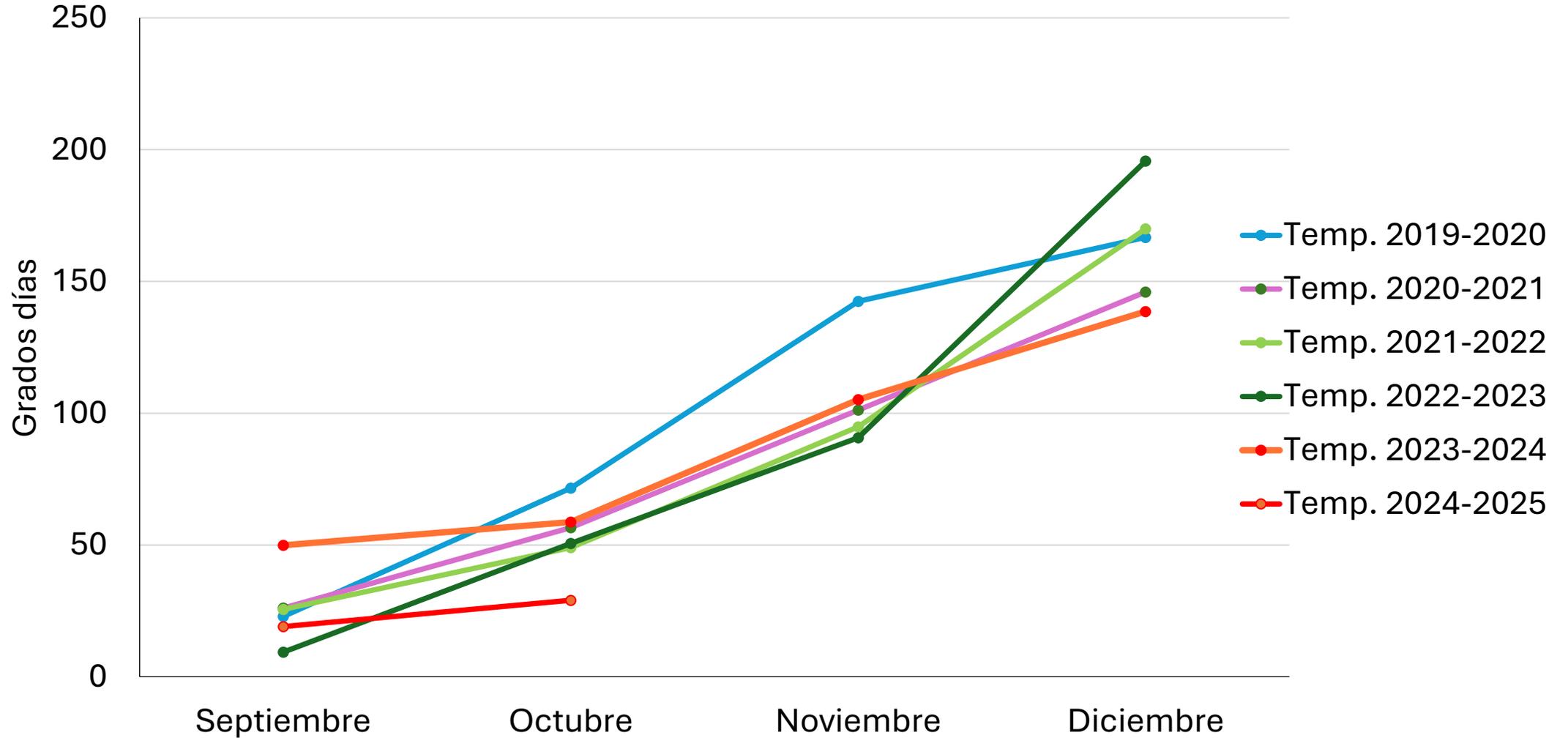
## Ovalle (Bajo)

Meses	Temporada 2019-2020	Temporada 2020-2021	Temporada 2021-2022	Temporada 2022-2023	Temporada 2023-2024	Temporada 2024-2025
Septiembre	22,9	26,1	25,6	9,4	49,9	19,0
Octubre	71,6	56,6	49,1	50,6	58,7	29,0
Noviembre	142,5	101,2	94,9	90,7	105,1	-
Diciembre	404	330	340	346	352	-
Enero	223,2	182,0	186,8	206,3	214,8	-
Febrero	192,3	170,3	175,6	200,4	221,4	-
Marzo	181,3	148,3	142,7	200,2	180,9	-
Abril	1.100	909	902	1.047	1.046	-
Mayo	43,8	50,2	22,4	40,1	11,2	-
Junio	3,5	18,9	2,8	50,4	17,0	-
Julio	4,0	2,7	0,0	21,1	4,4	-
Agosto	0,0	18,1	3,2	43,2	1,0	-
<b>Total</b>	<b>1.151</b>	<b>998</b>	<b>930</b>	<b>1.202</b>	<b>1.080</b>	<b>48</b>

# Grados días acumulados – Ovalle.



# Grados días acumulados Ovalle (bajo)

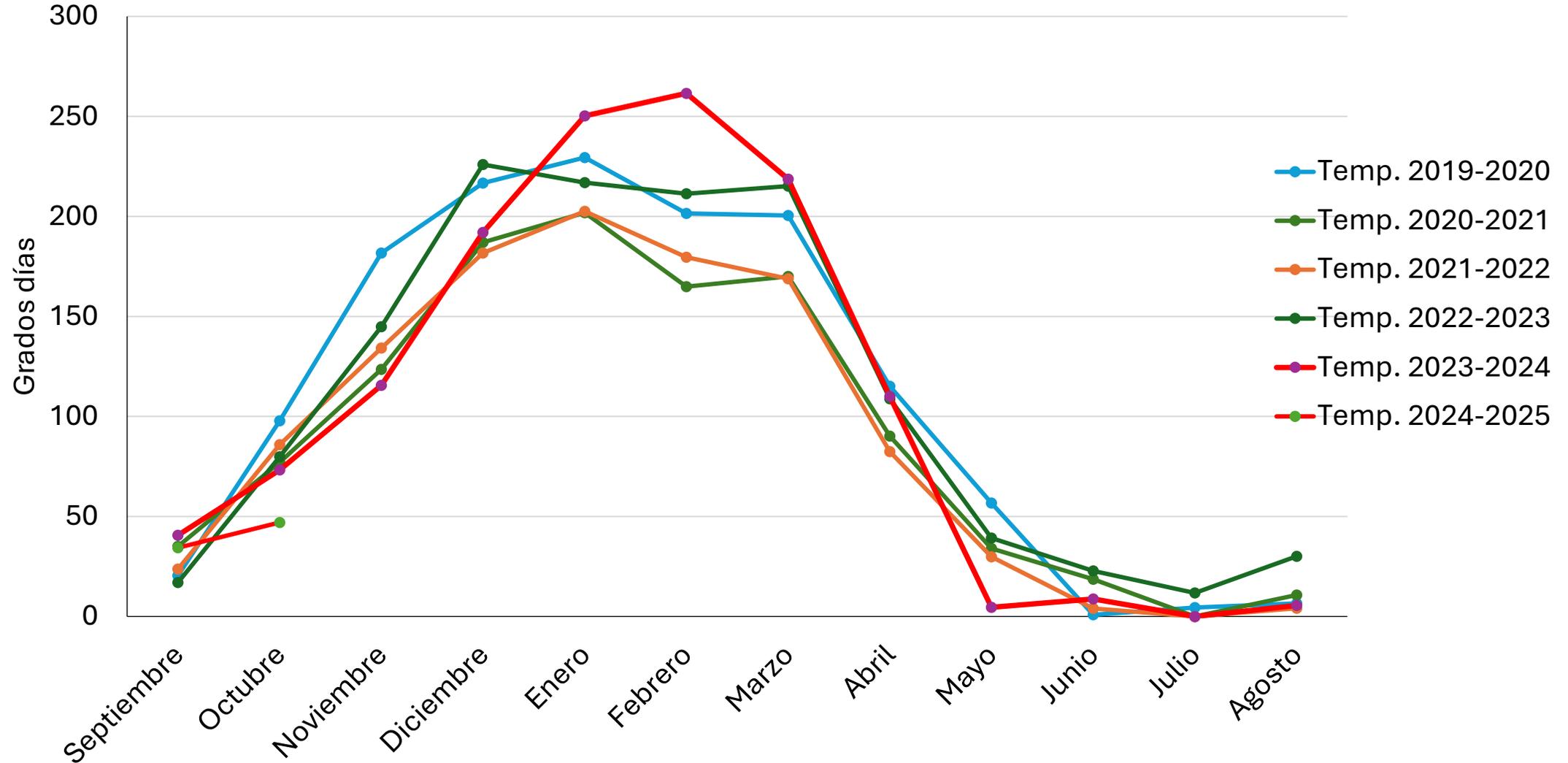


# Acumulación de grados días por mes y temporada

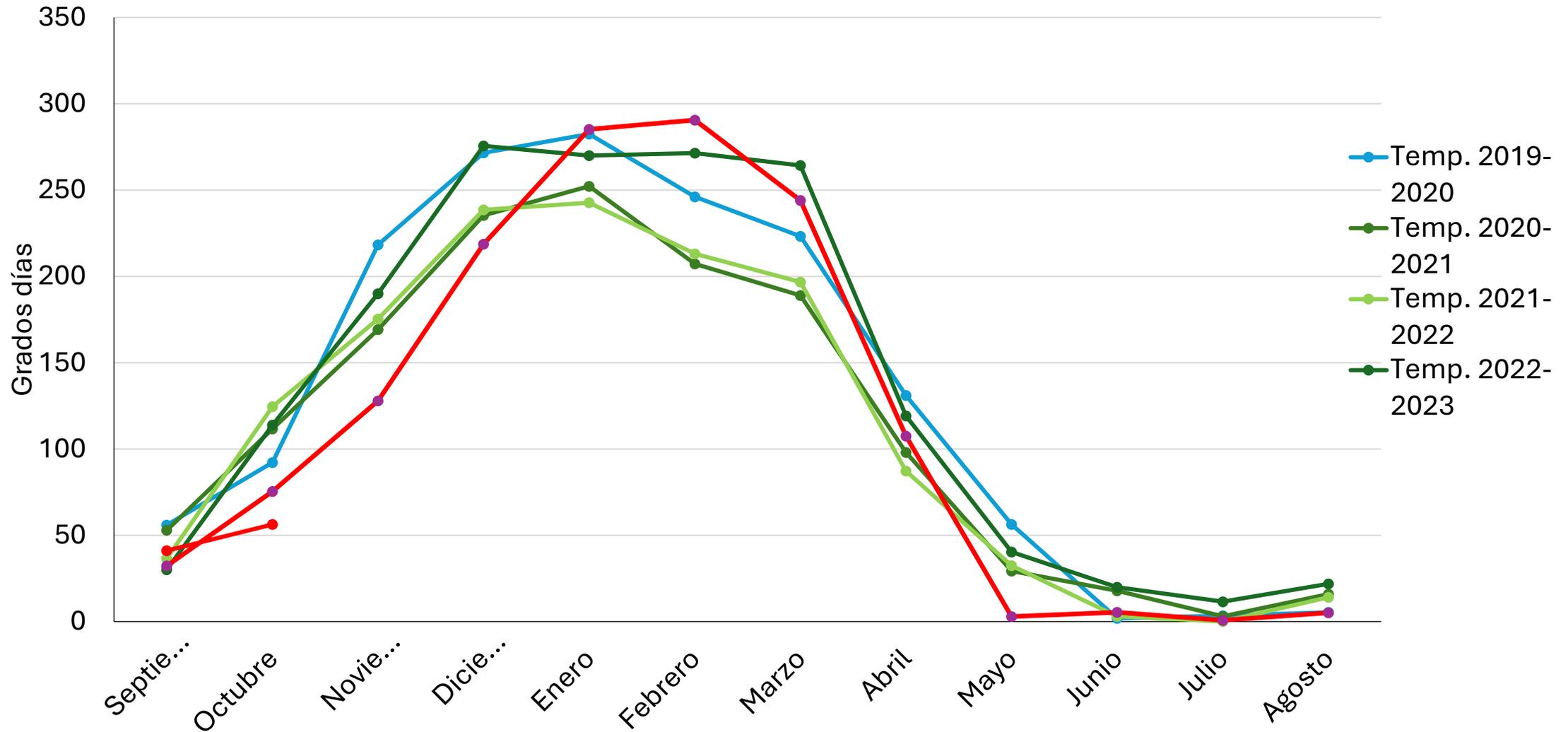
## Melipilla

Meses	Temporada 2018-2019	Temporada 2019-2020	Temporada 2020-2021	Temporada 2021-2022	Temporada 2022-2023	Temporada 2023-2024	Temporada 2024-2025
Septiembre	44,4	20,4	35,1	23,8	17,0	40,6	34,4
Octubre	80,7	97,8	77,1	86,0	79,9	73,3	47,0
Noviembre	188,9	181,7	123,6	134,2	144,8	115,5	-
Diciembre	526	516	422	425	468	421	-
Enero	236,2	229,5	201,9	202,6	216,9	250,3	-
Febrero	216,2	201,5	164,9	179,6	211,4	261,6	-
Marzo	181,6	200,4	170,0	168,9	215,2	218,7	-
Abril	1.257	1.263	1.045	1.064	1201	1.262	-
Mayo	39,1	56,8	34,0	29,9	39,2	4,6	-
Junio	1,7	0,9	18,6	4,1	22,8	8,8	-
Julio	6,5	4,5	0,0	0,0	11,8	0,0	-
Agosto	36,4	6,6	10,7	4,2	30,1	5,5	-
<b>Total</b>	<b>1.341</b>	<b>1.332</b>	<b>1.113</b>	<b>1.097</b>	<b>1.324</b>	<b>1.281</b>	<b>81</b>

# Grados días por mes – Melipilla.



# Grados días por mes – Buin.

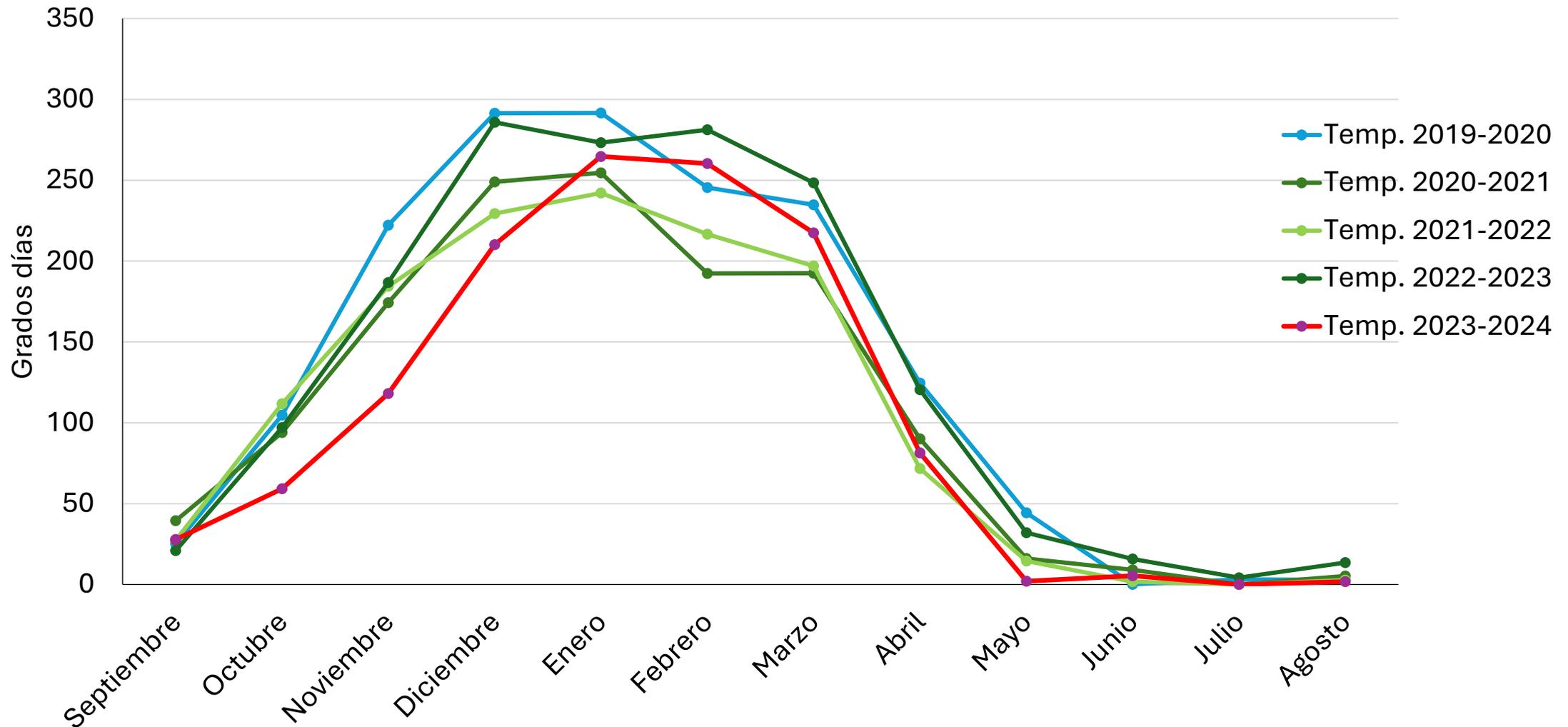


# Acumulación de grados días por mes y temporada

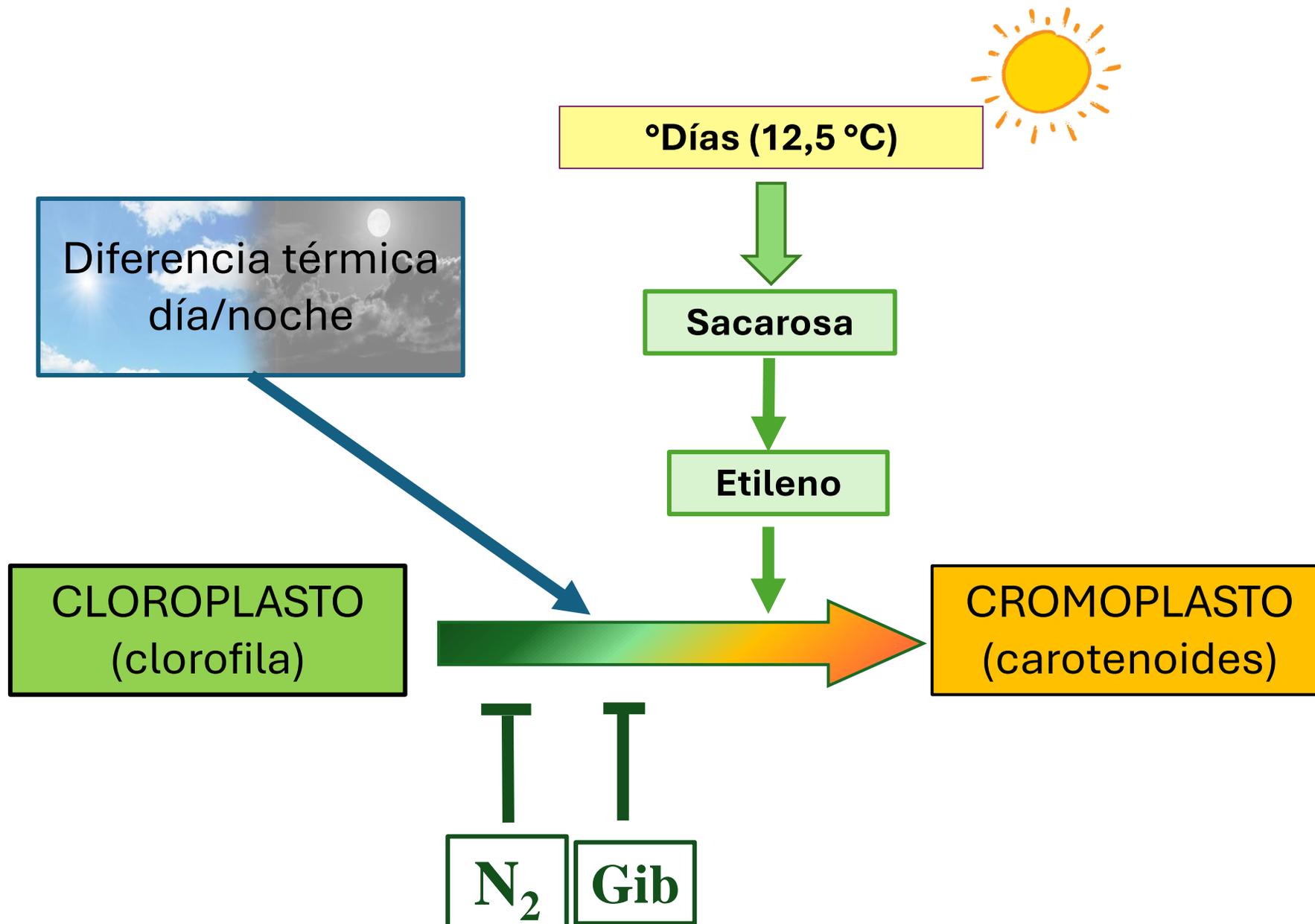
## El Huique, VI Región

Meses	Temporada 2019-2020	Temporada 2020-2021	Temporada 2021-2022	Temporada 2022-2023	Temporada 2023-2024	Temporada 2024-2025
Septiembre	25,2	39,5	27,4	21,0	27,8	23,9
Octubre	104,8	94,0	111,8	97,0	59,2	1,3
Noviembre	222,2	174,3	184,4	186,7	118,1	-
Diciembre	644	556	553	590	415	-
Enero	291,6	254,6	242,1	273,2	264,7	-
Febrero	245,4	192,3	216,6	281,2	260,3	-
Marzo	234,8	192,5	196,9	248,4	217,4	-
Abril	1.540	1.286	1.280	1.514	1.237	-
Mayo	44,3	16,0	14,5	32,0	2,0	-
Junio	0,1	9,0	1,7	15,8	5,4	-
Julio	3,2	0,0	0,0	4,2	0,0	-
Agosto	2,9	5,2	2,8	13,5	1,7	-
<b>Total</b>	<b>1.590</b>	<b>1.316</b>	<b>1.299</b>	<b>1.579</b>	<b>1.248</b>	<b>24</b>

# Grados días por mes – El Huique

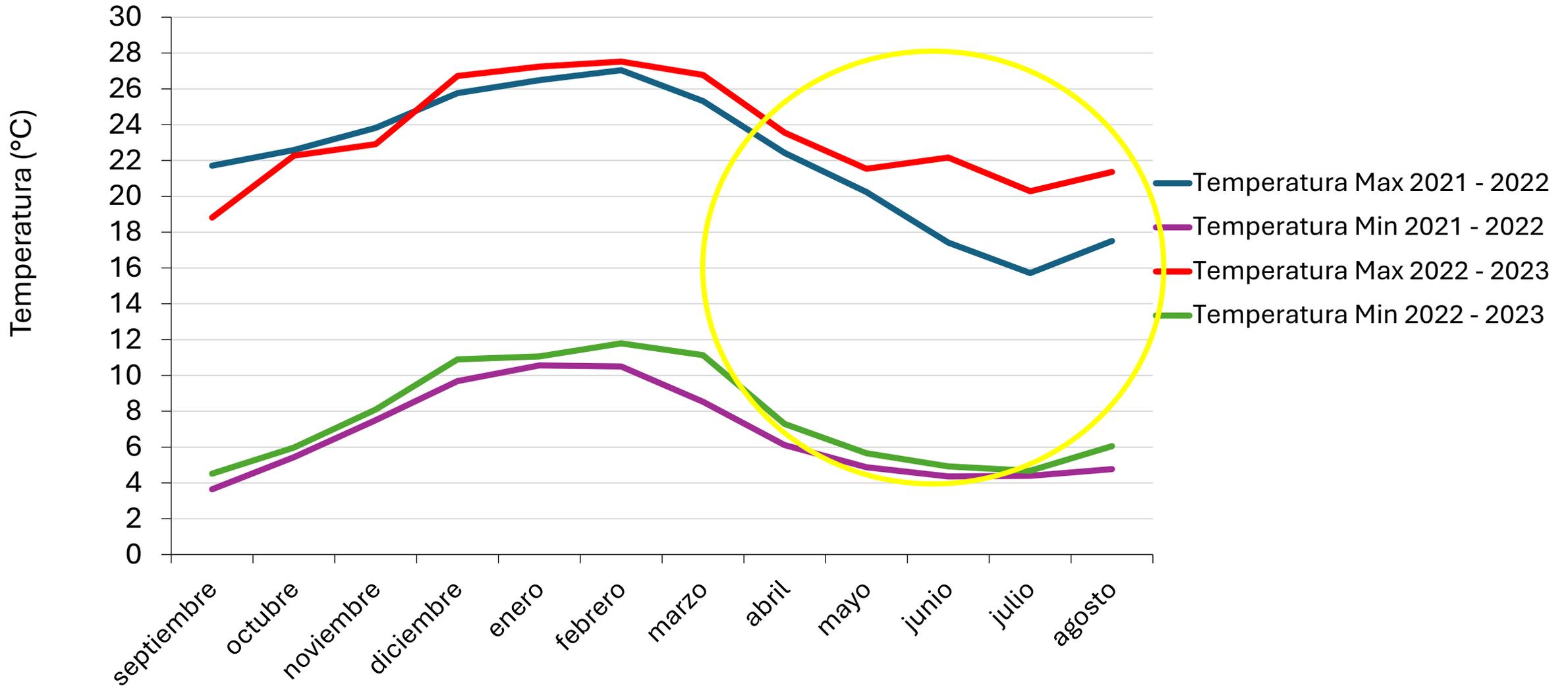


¿Y qué impacto ha tenido el cambio en la temperatura?

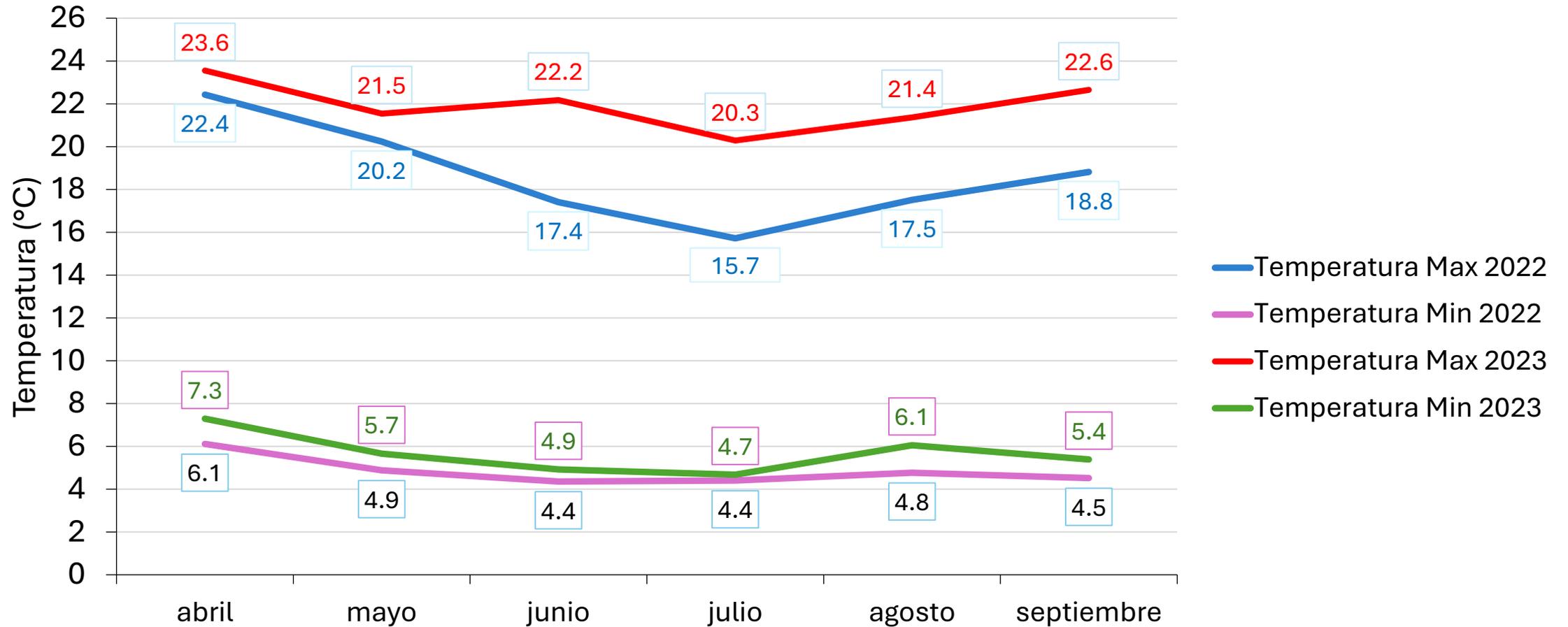


# Promedio Temperaturas Max y Min por mes - Ovalle

## Temporada 2021-2022 y 2022-2023.

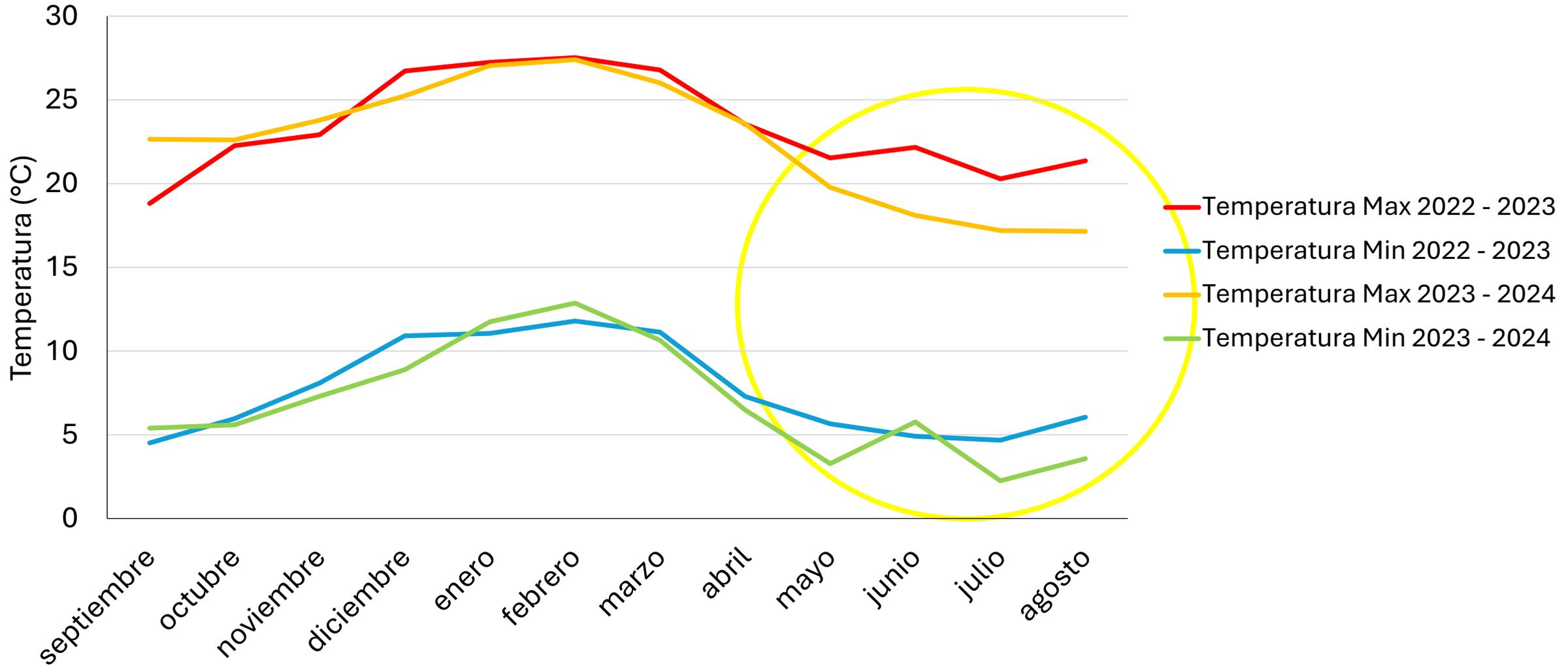


# Promedio Temperaturas Max y Min por mes Ovalle 2022 y 2023

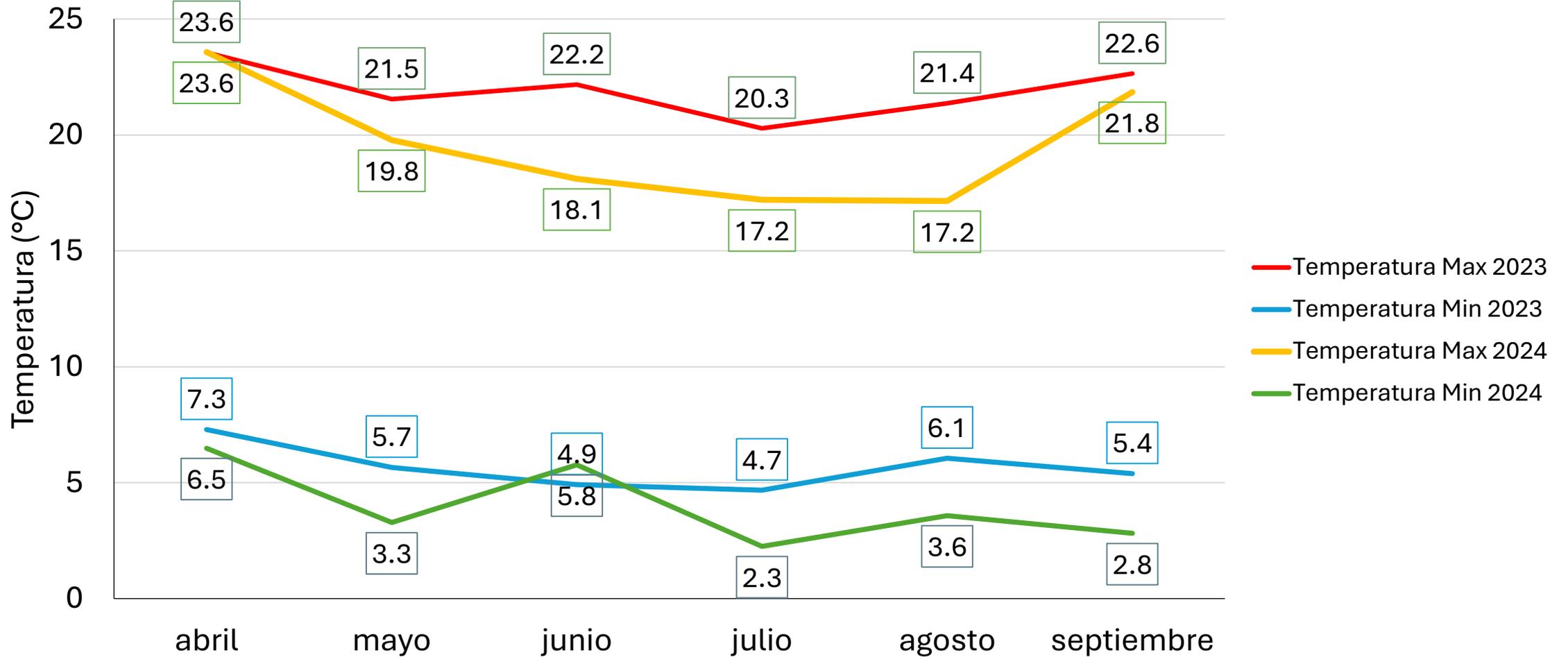


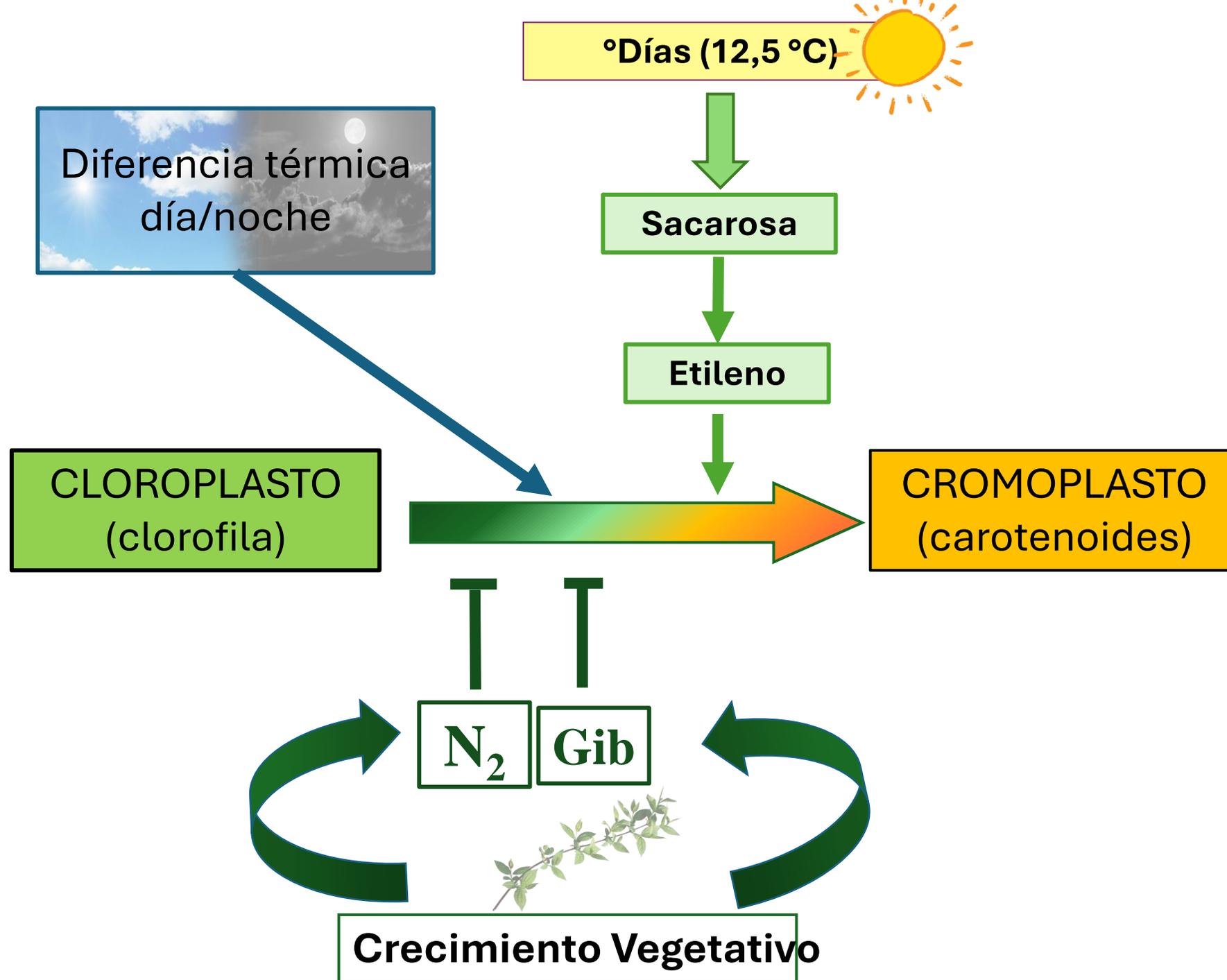
# Promedio Temperaturas Max y Min por mes - Ovalle

Temporada 2022-2023 y 2023-2024.

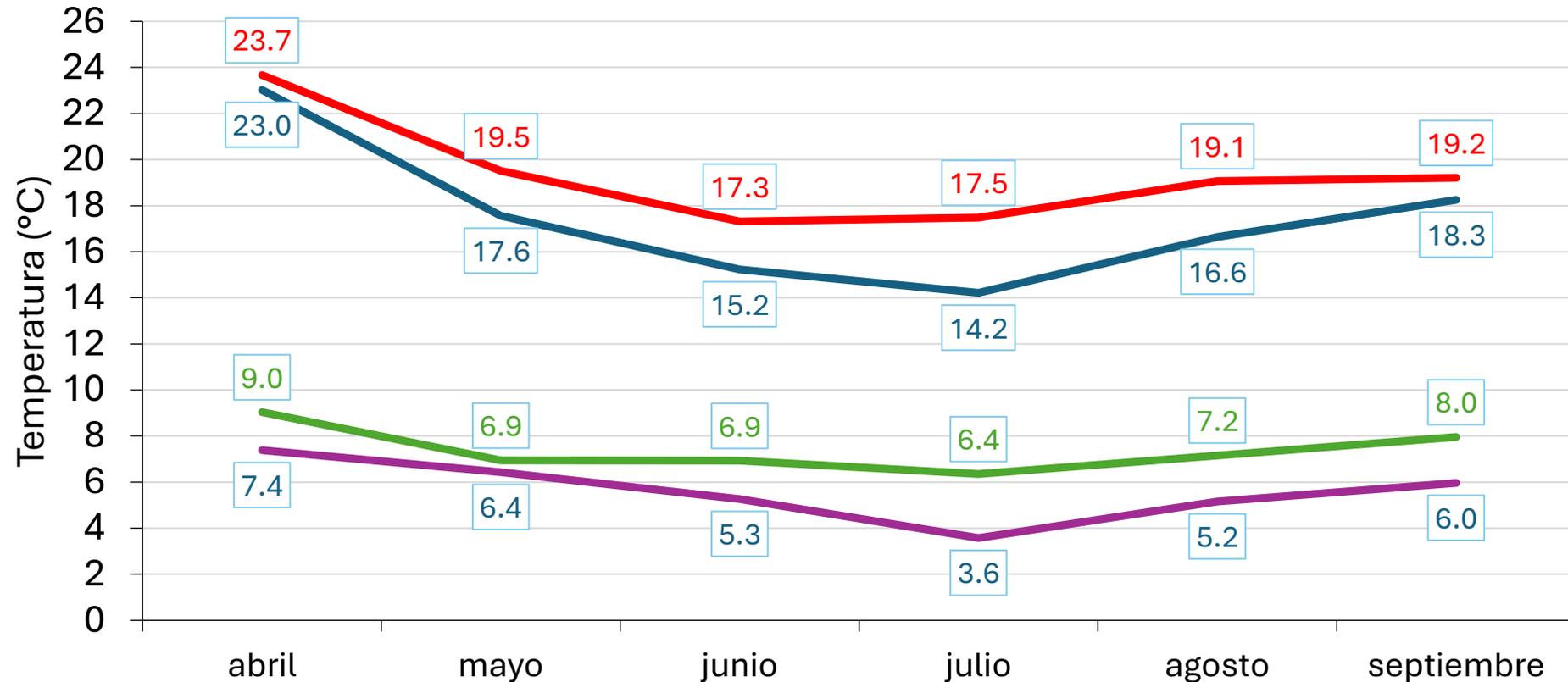


# Promedio Temperaturas Max y Min por mes Ovalle 2023 y 2024.





# Promedio Temperaturas Max y Min por mes Melipilla 2023



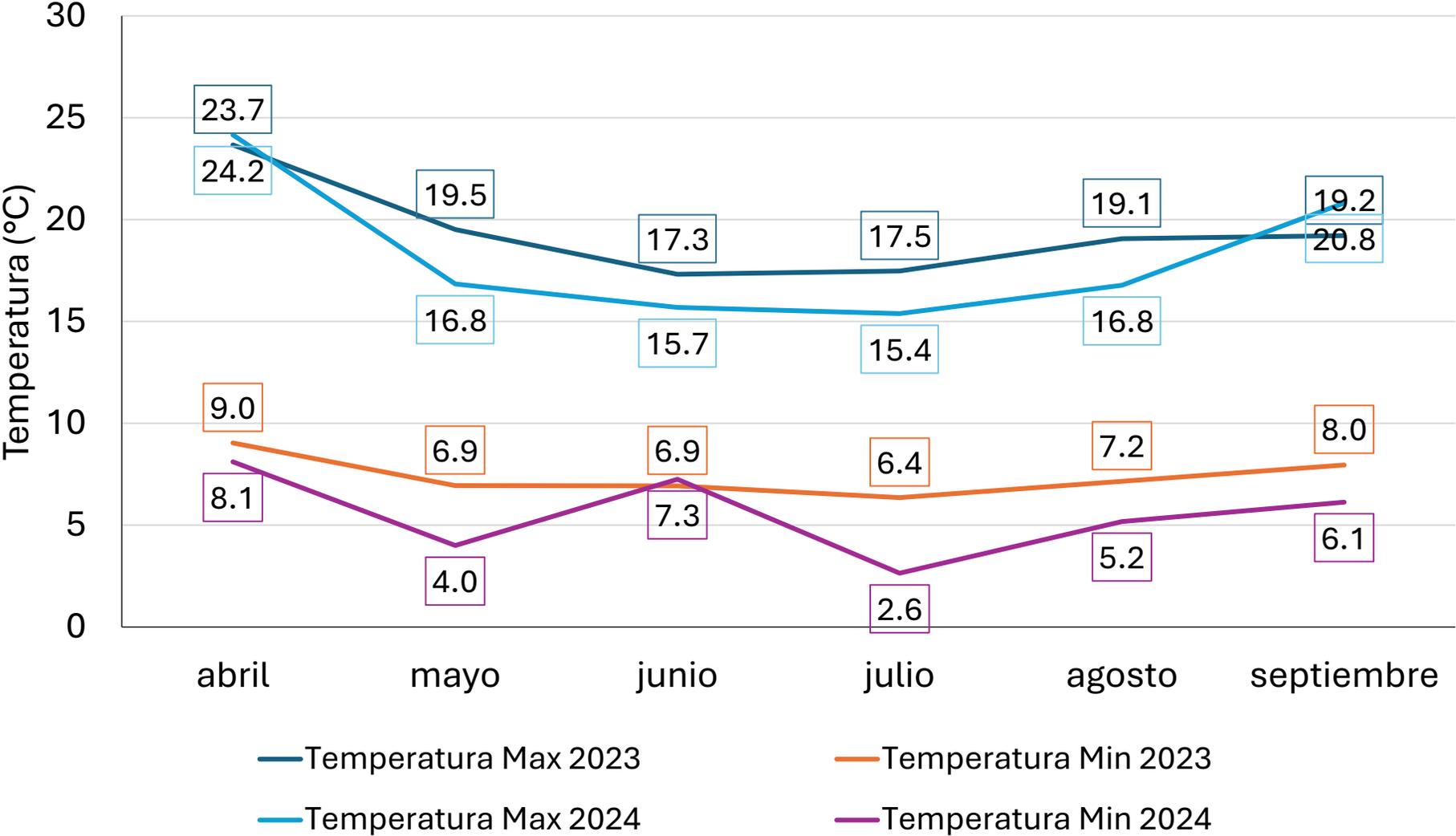
— Temperatura Max 2022

— Temperatura Max 2023

— Temperatura Min 2022

— Temperatura Min 2023

# Promedio Temperaturas Max y Min por mes Melipilla 2023 y 2024



















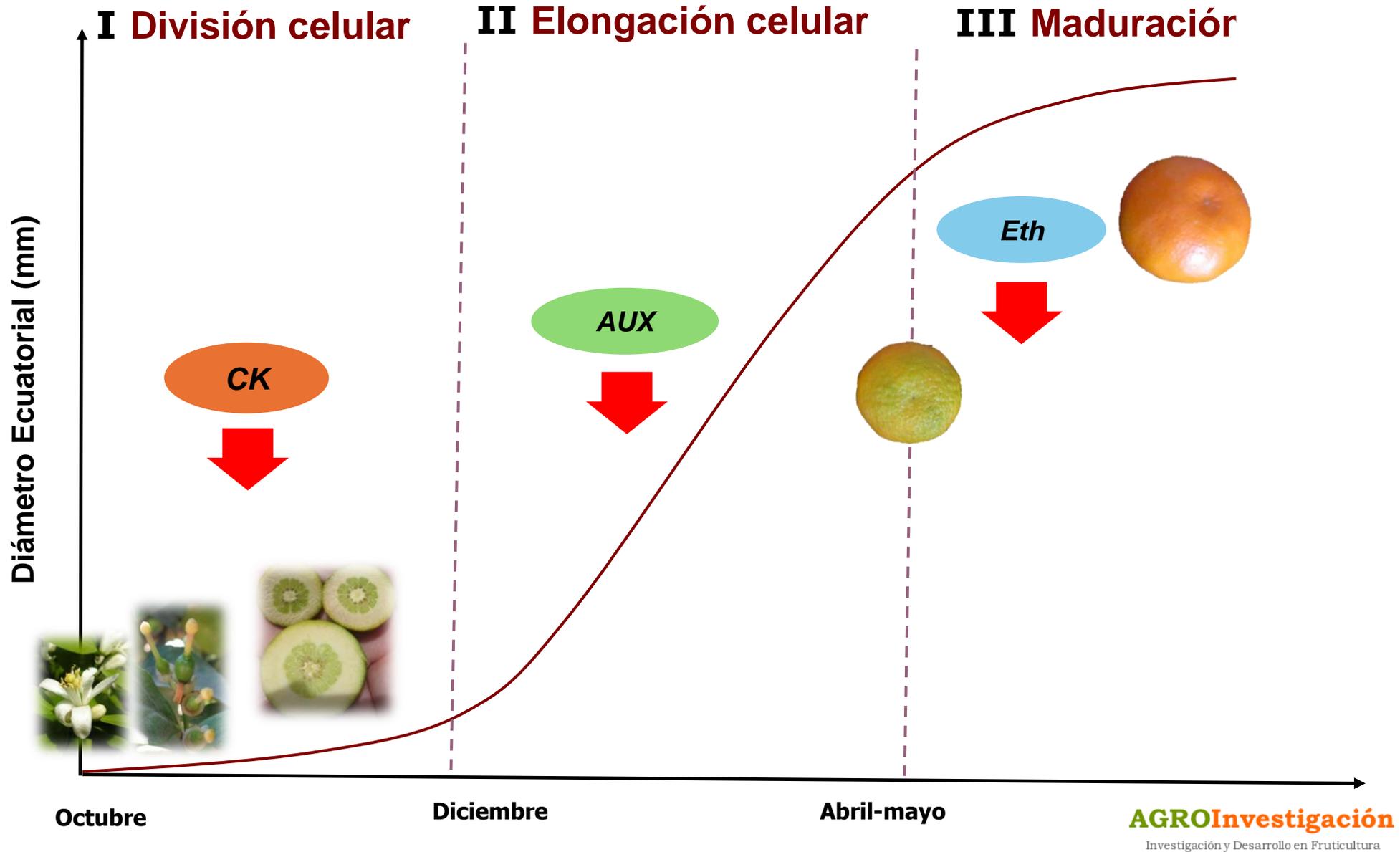
4 octubre 2023  
Pichidegua, VI Región

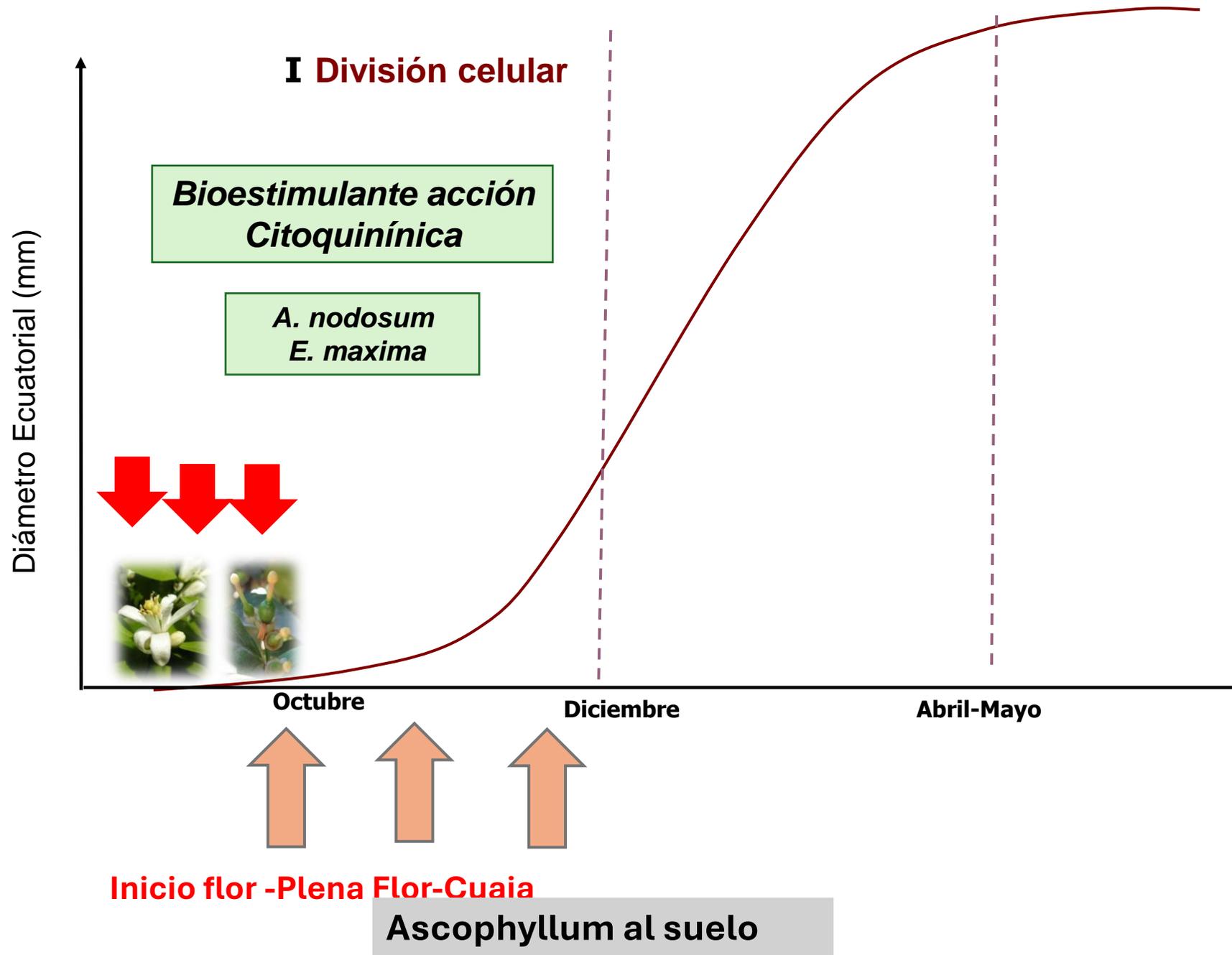


14 octubre 2022,  
Pichidegua VI Región

**COMO PODEMOS  
ENFRENTAR ESTOS  
CAMBIOS EN EL CLIMA??**

# CURVA DE CRECIMIENTO DE FRUTO



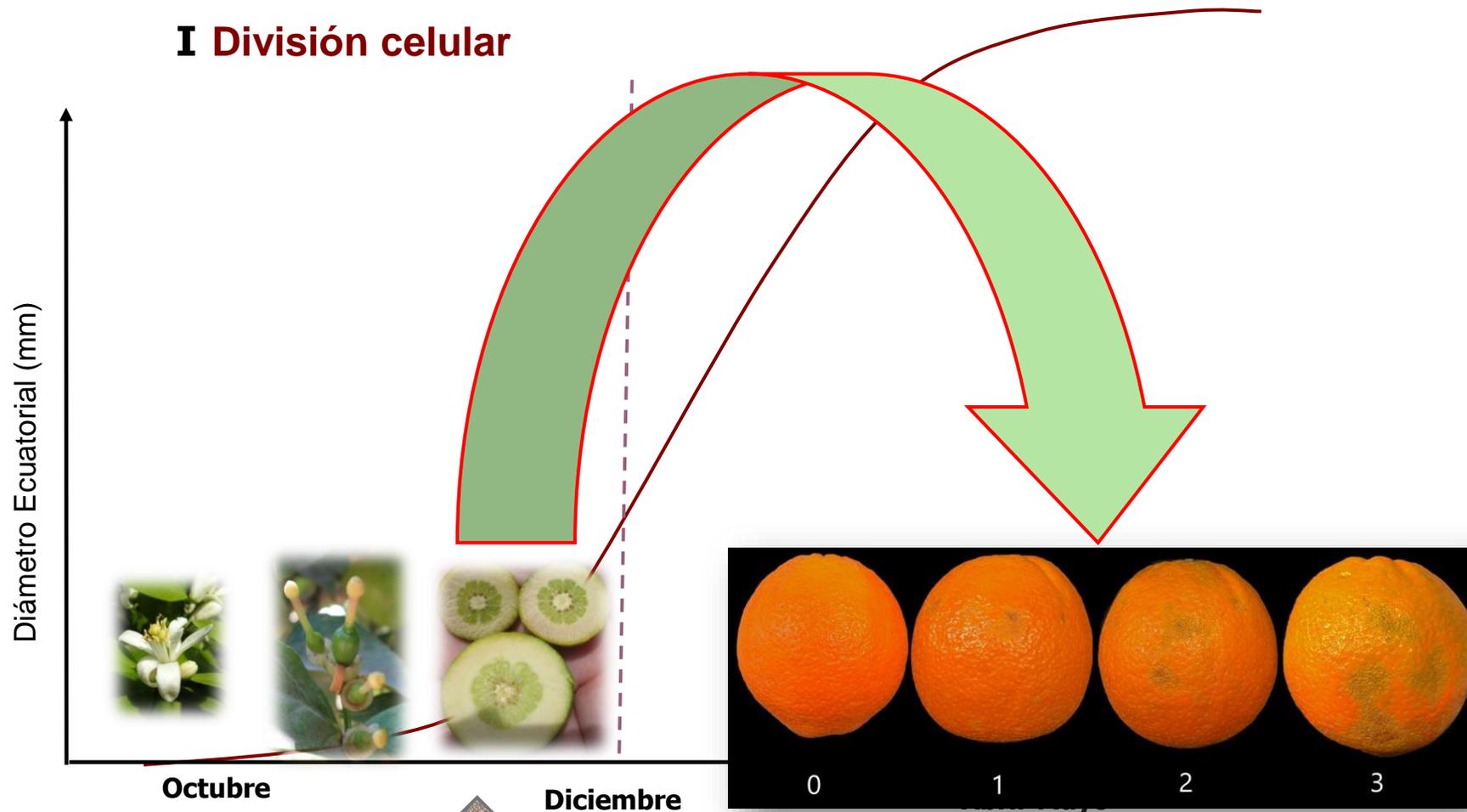


Tratamientos	Kilogramos		Número de frutos		Venta Neta US\$
	Total	Exportable	Total	Exportable	
Testigo	26,17 c	24,71 c	234 c	222 c	\$17.780
<b>Ascophyllum (suelo)</b> Inicio Flor / Floración / Cuaja	40,52 a	39,18 a	315 b	294 b	<b>\$28.667</b>
<b>A. nodosum (foliar)</b> Inicio Flor / Floración / Cuaja	43,86 a	41,23 a	396 a	365 a	\$29.291
<i>Valor p</i>	<i>0,0902</i>	<i>0,0074</i>	<i>0,0102</i>	<i>0,0087</i>	

*Diferencia mínima significativa ( $p \leq 0,1$ ). Medias con distinta letra en cada columna son estadísticamente diferentes.*

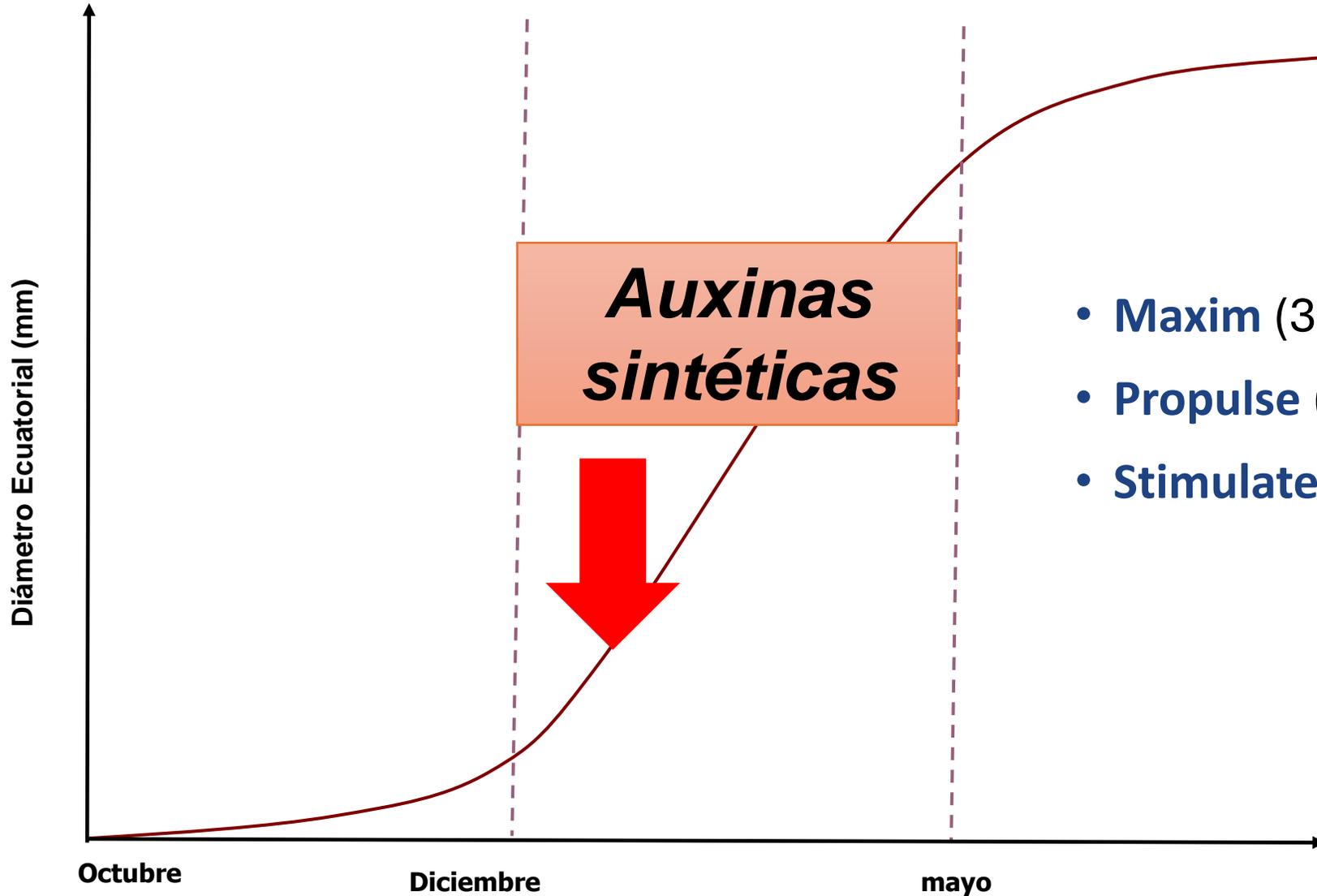
*Exportable incluye calibre desde 2X al 4*

# I División celular



**CALCIO  
POS CUAJA**

## II Elongación celular



***Auxinas sintéticas***

- **Maxim** (3,5,6 TPA)
- **Propulse** (Acido 2 naftiloxiacético)
- **Stimulate Fruit Sizer** (CK, AG, AIB, AIA)

## Momento y dosis de aplicación de MAXIM

Especie	Diámetro ecuatorial	Dosis/hl
(Clementinas)	16-18 mm	15 ppm (1,5 tab/hl)
W. Murcott	14-16 mm	15 ppm (1,5 tab/hl)
Naranjos 1/2 est. y tardios	20-25 mm	10 ppm (1 tab/hl)
Limoneros		

## Momento y dosis de aplicación de Propulse

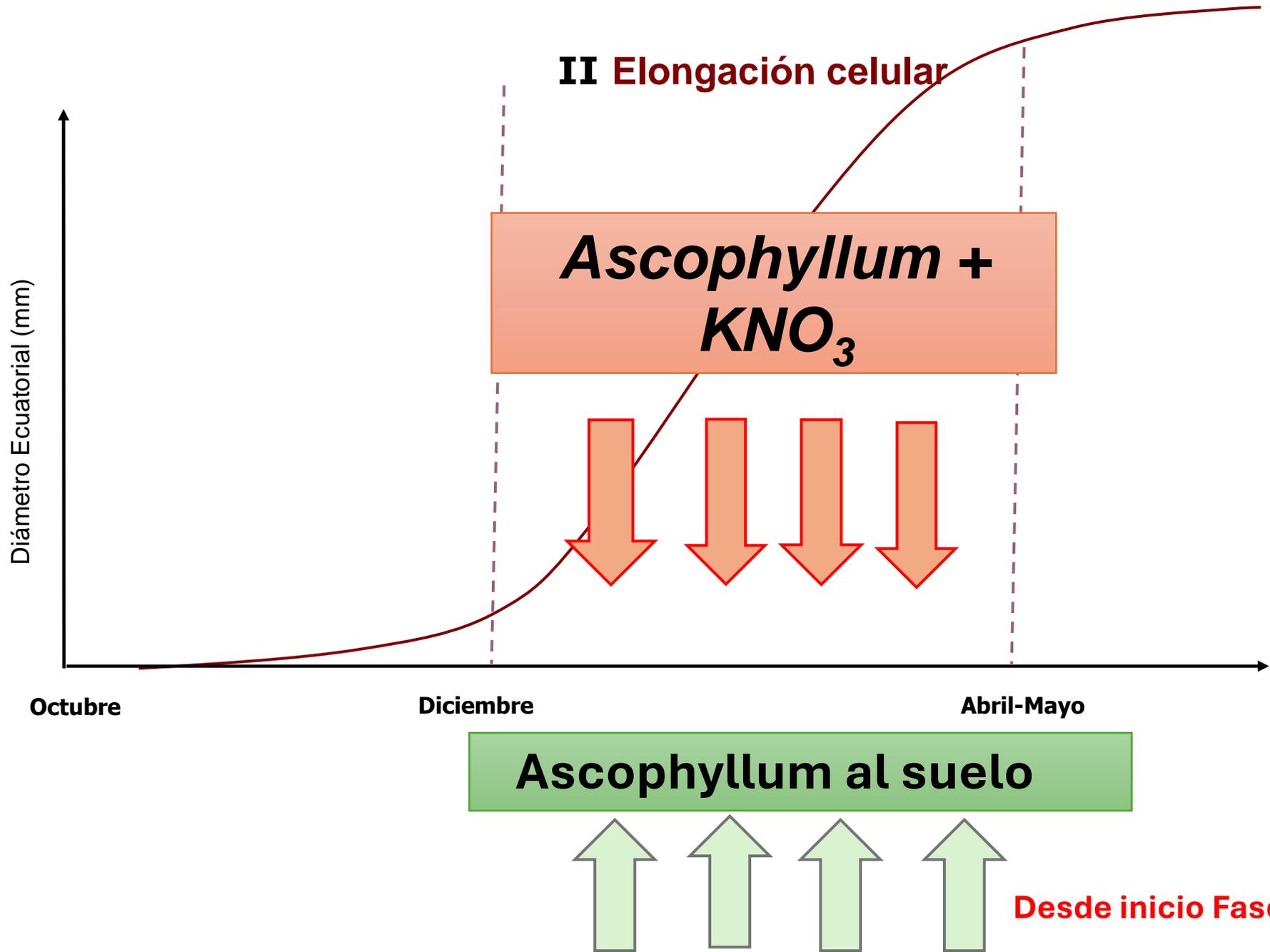
Especie	Diámetro ecuatorial	Dosis/hl
Clementinas	13-15 mm	10 tabletas (C) 15 tabletas (F)
W. Murcott	11-12 mm (c) 14-16 mm (f)	10 tabletas
Naranjos	18-20 mm	10 tabletas (C) 15 tabletas (F)
Limoneros	22-25 mm	10 tabletas

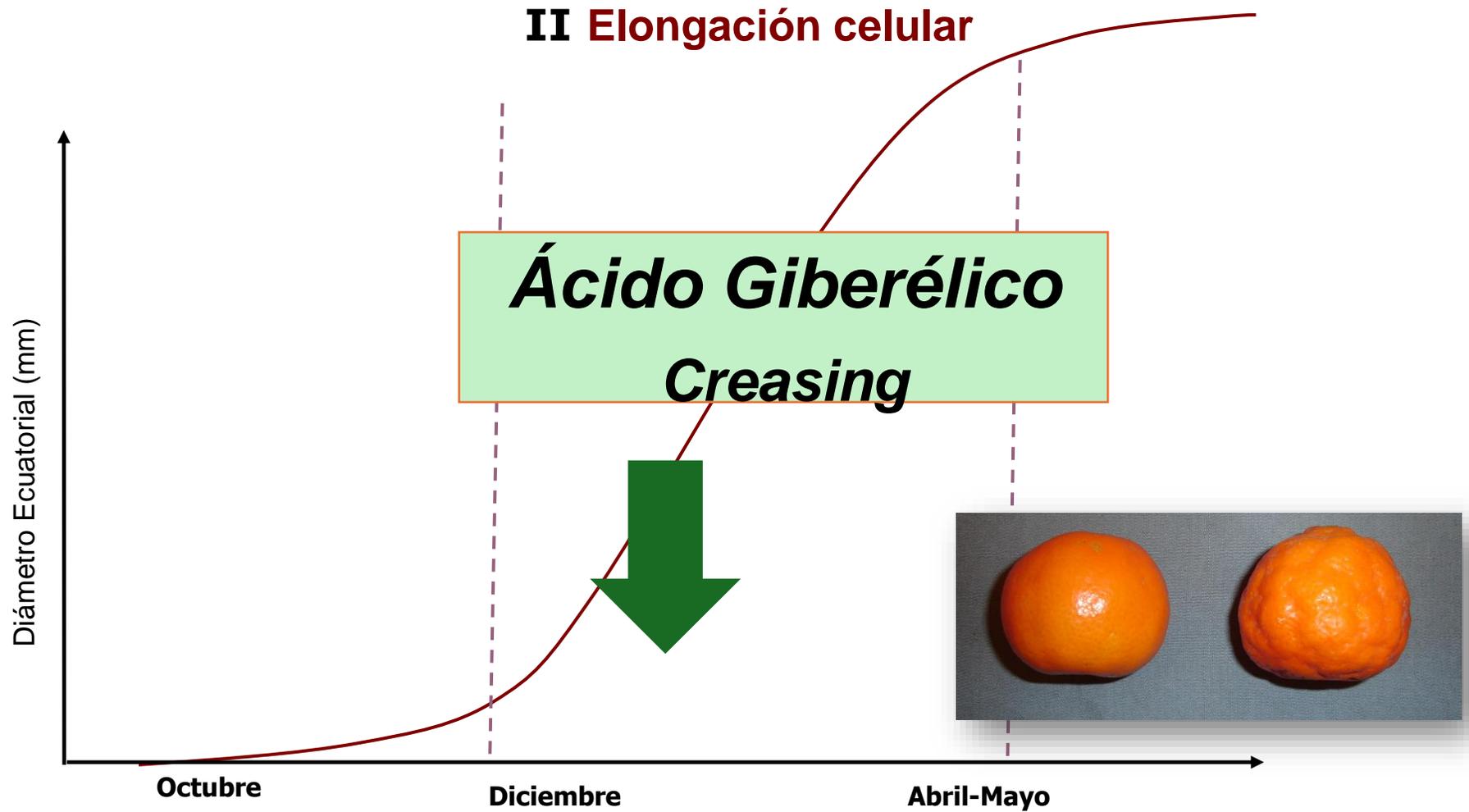
(C) Primavera cálida

(F) Primavera fría

## Momento y dosis de aplicación de Stimulate Fruit Sizer

Especie	Momento de aplicación	Dosis/hl
Clementinas	Fruto recién cuajado (16-18 mm) x 2	100 cc
W. Murcott	Fruto recién cuajado (14-16 mm) x 2	100 cc
Naranjos	Fruto recién cuajado (20-25 mm) x 2	100 cc
Limoneros	Fruto recién cuajado (22-25 mm) x 2	100 cc

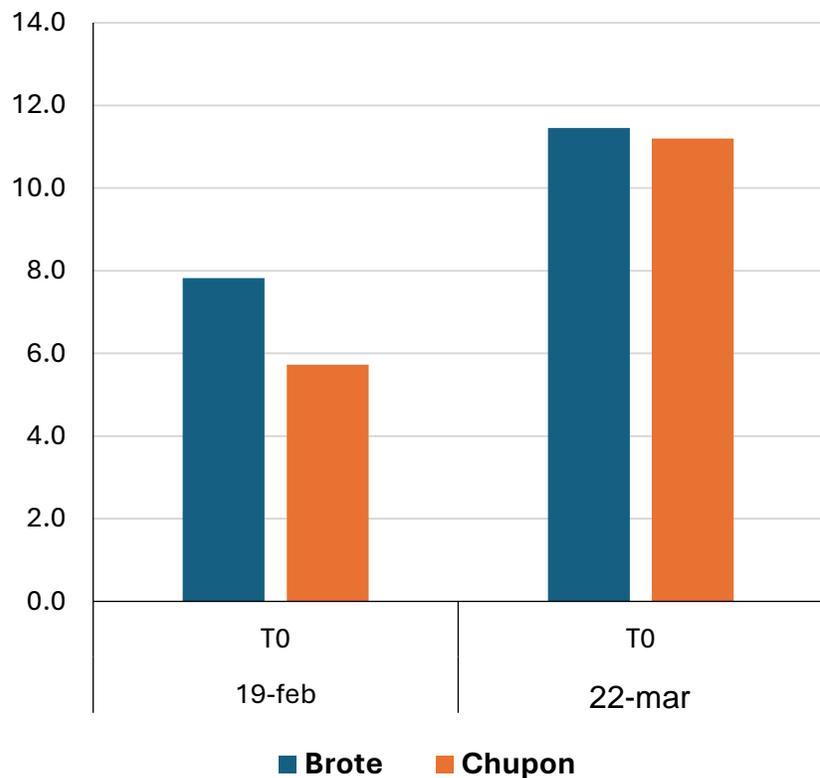




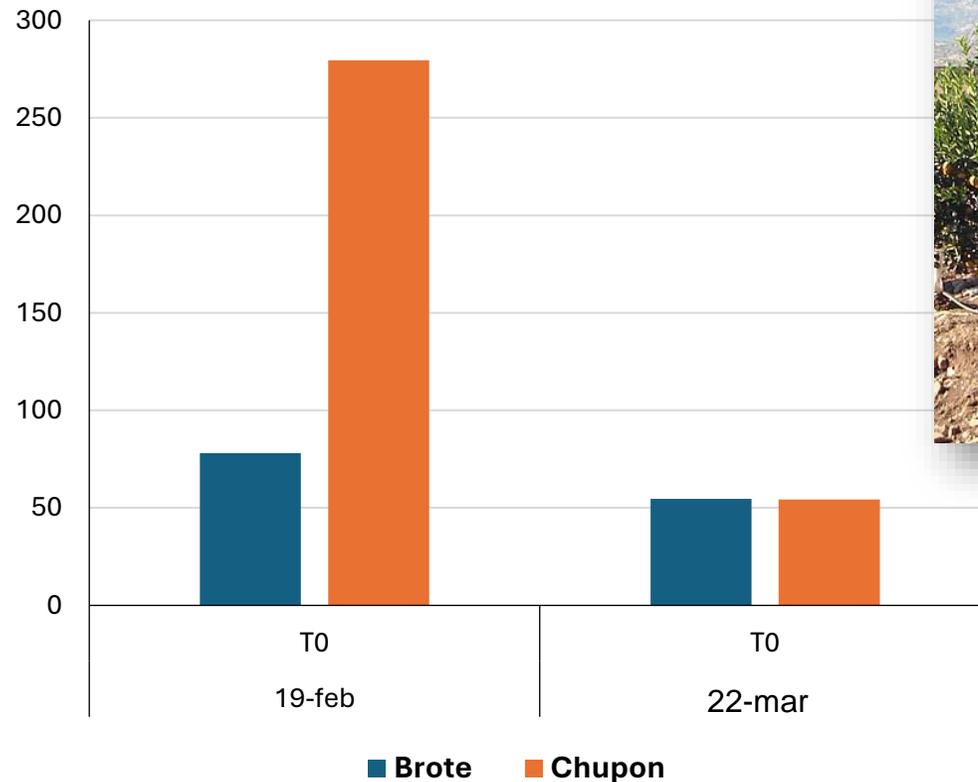
Tratamientos	Kilogramos		Número de frutos		Venta Neta US\$
	Total	Exportable	Total	Exportable	
Testigo	26,17 c	24,71 c	234 b	222 b	\$17.780
<b><i>A. nodosum</i></b> (suelo) Cada 30 días, desde inicio etapa II	38,65 a	36,47 a	362 a	330 a	<b>\$25.405</b>
<b><i>A. nodosum</i></b> (foliar) Cada 30 días, desde inicio etapa II	31,73 b	28,77 b	341 a	333 b	\$20.882
<i>Valor p</i>	<i>0,0803</i>	<i>0,094</i>	<i>0,0902</i>	<i>0,0087</i>	

*Diferencia mínima significativa ( $p \leq 0,1$ ). Medias con distinta letra en cada columna son estadísticamente diferentes.*

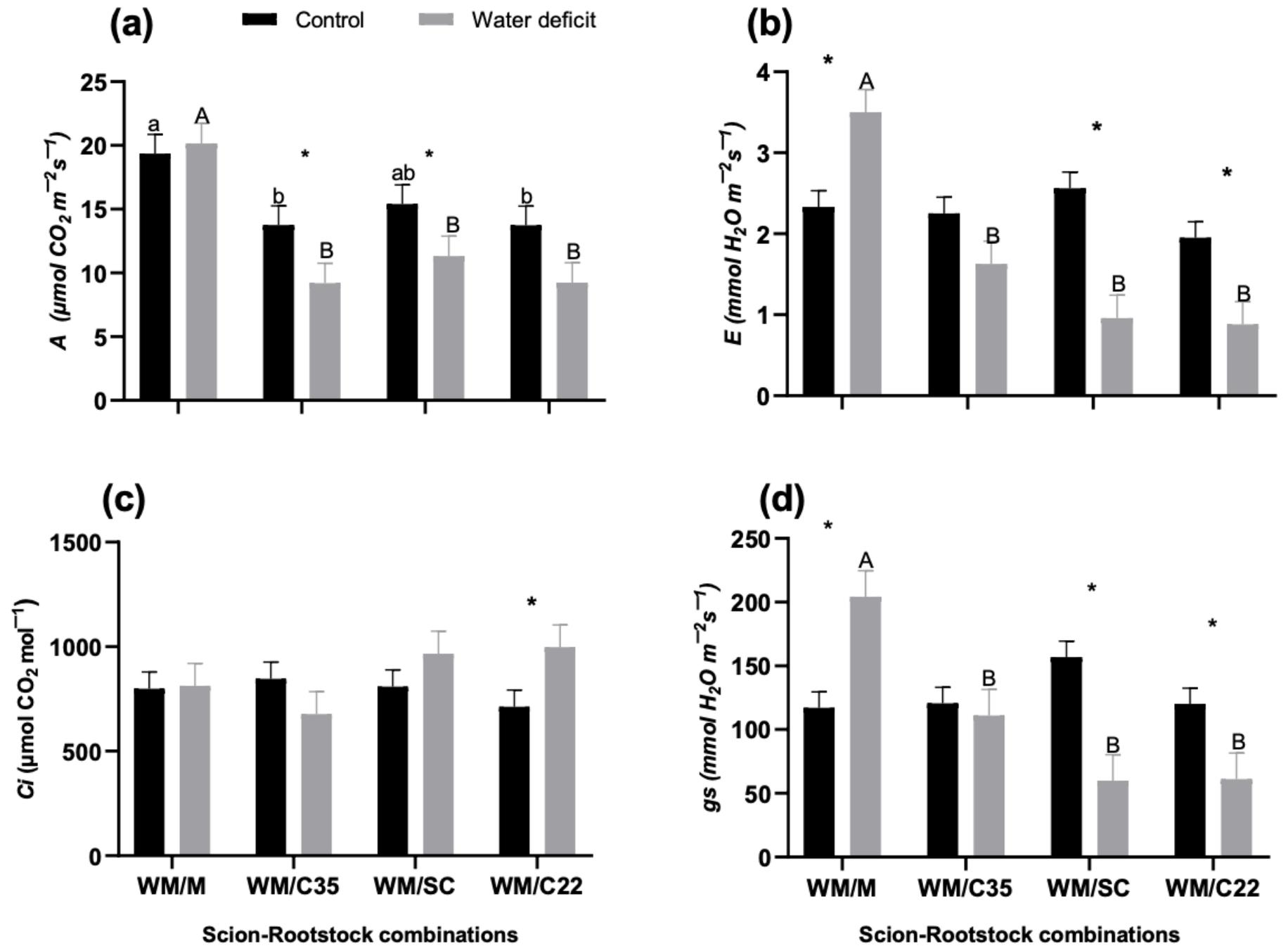
## Fotosíntesis



## Conductancia Estomática



Tobar et al, 2024



## ¿Qué se considera una especie sensible al estrés hídrico?

- No ocurre cierre estomas → Por lo tanto, no hay reducción de pérdida de agua, la planta sigue “trabajando”
- Caída brusca de potenciales hídrico
- Reducción de conductividad hidráulica

### Evitar la sequía

- Fortalecimiento raíces
- Rápido cierre estomático
- Reducción asimilación CO<sub>2</sub>
- Reducción del crecimiento

### Tolerar la sequía

- Mantención Potencial hídrico de la planta
- Rápida regulación osmótica
- Aumento síntesis de AOX

Nuestros resultados de esta primera etapa de evaluación indican:

- Macrophylla es el portainjerto **más sensible al estrés hídrico**, debido a que no genera una respuesta para reducir la pérdida de agua
- Swingle Citrumelo y C-22 son los portainjertos con una respuesta clara a estrés hídrico → Tiene capacidad de evadir/tolerar la sequía.
- C-35 presenta un comportamiento intermedio, presentado reducción de parámetros fisiológicos, pero logrando inducir crecimiento en el período de estrés → condición deseable



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Y SISTEMAS NATURALES  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

# CITRICOS: INFLUENCIA CLIMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LA REGIÓN

**Dra. Johanna Mártiz. Ing. Agr.**

**Julio Cornejo Ing. Agr. M.Sc.**

**AGROInvestigación**

Investigación y Desarrollo en Fruticultura