



EXP  NUT
2024

CHILE *N*UT

Análisis y perspectivas climáticas 2024-25

Fernando Santibañez Quezada

Dr. En bioclimatología
Facultad de Ciencias de la Naturaleza,
USS

La agricultura mundial está enfrentando uno de los mayores desafíos de nuestros tiempos cual es:

Seguir produciendo alimentos en un clima cambiante hacia un escenario incierto.

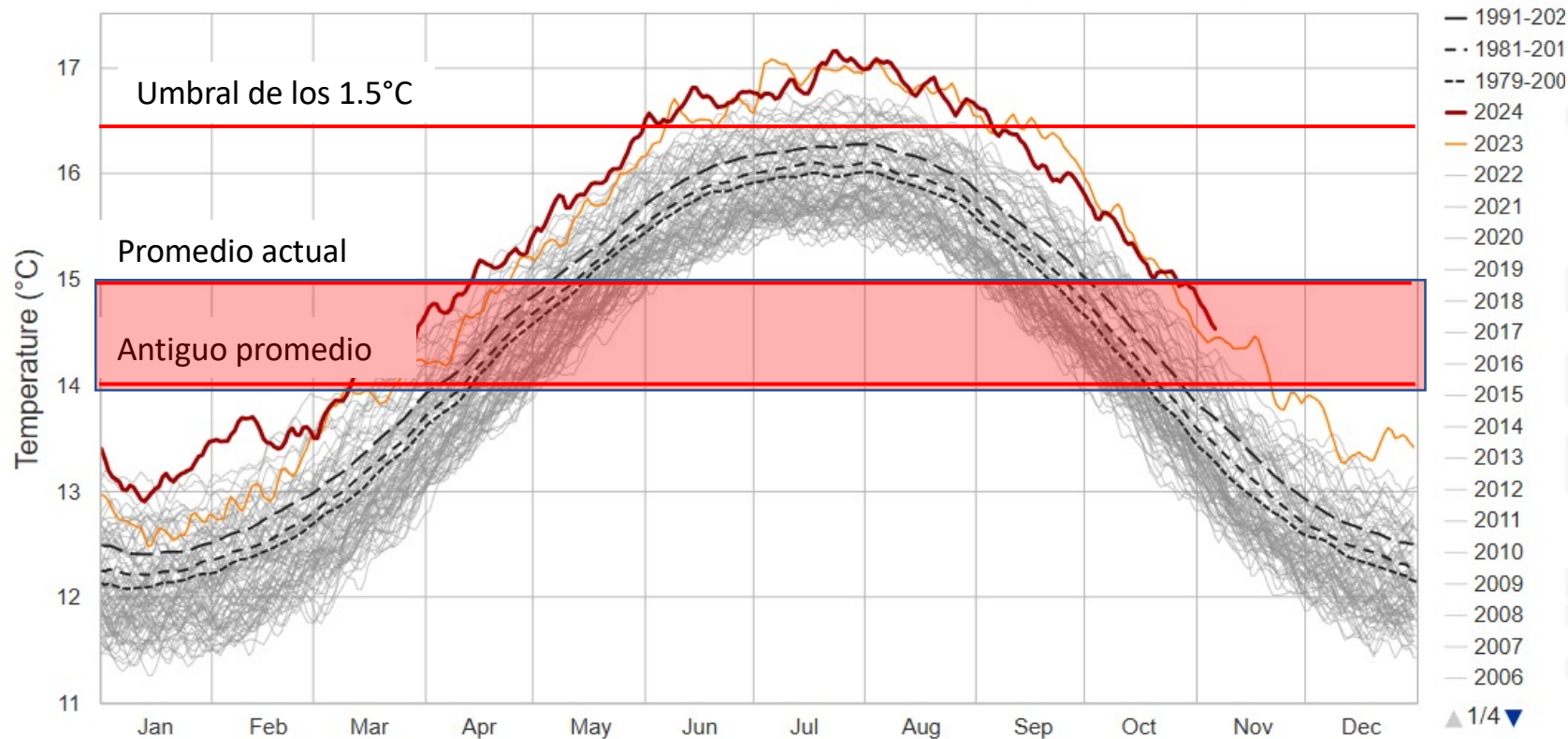
Aun no está claro hasta que punto la humanidad seguirá empujando a cambiar al clima.

Cruzaremos el umbral de los 1.5°C....de los 2.0°C o quizás de los 2.5°C?. Veamos cómo vamos con evidencias....

Daily Surface Air Temperature, World (90°S–90°N, 0–360°E)

Export Chart

Dataset: ECMWF Reanalysis v5 (ERA5) downloaded from C3S | Image Credit: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine



La evidencia del calentamiento global en Chile

Anomalia temperatura media anual 1991

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 1992

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 1993

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 1994

Periodo de referencia 1979-2000



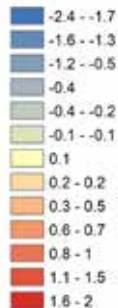
La evidencia del calentamiento global en Chile

Anomalia temperatura media anual 1995

Periodo de referencia 1979-2000



°C

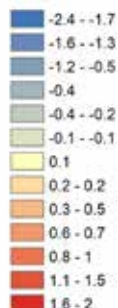


Anomalia temperatura media anual 1996

Periodo de referencia 1979-2000



°C

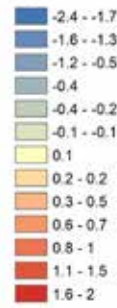


Anomalia temperatura media anual 1997

Periodo de referencia 1979-2000



°C

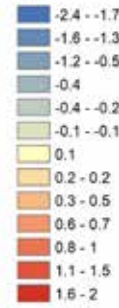


Anomalia temperatura media anual 1998

Periodo de referencia 1979-2000



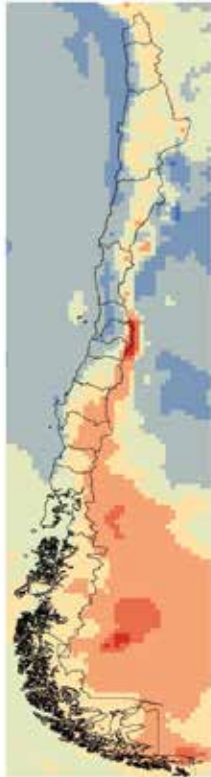
°C



La evidencia del calentamiento global en Chile

Anomalia temperatura media anual 1999

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 2000

Periodo de referencia 1979-2000



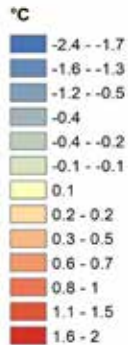
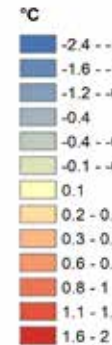
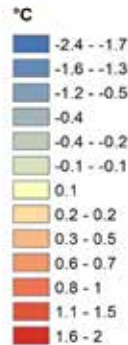
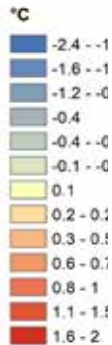
Anomalia temperatura media anual 2001

Periodo de referencia 1979-2000



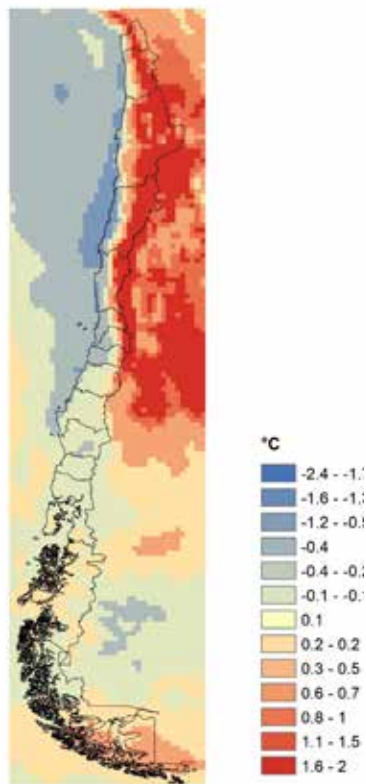
Anomalia temperatura media anual 2002

Periodo de referencia 1979-2000



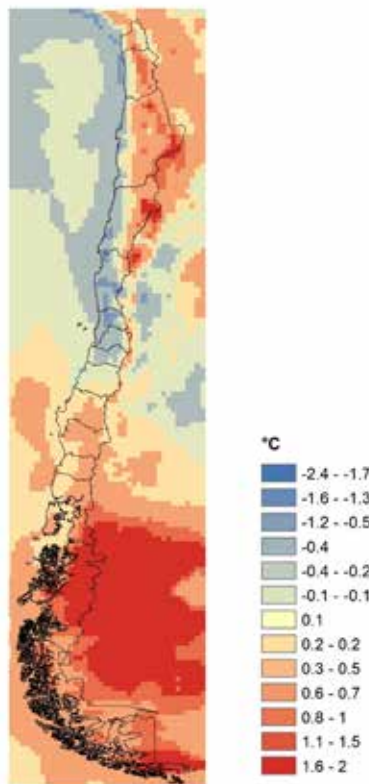
Anomalia temperatura media anual 2003

Periodo de referencia 1979-2000



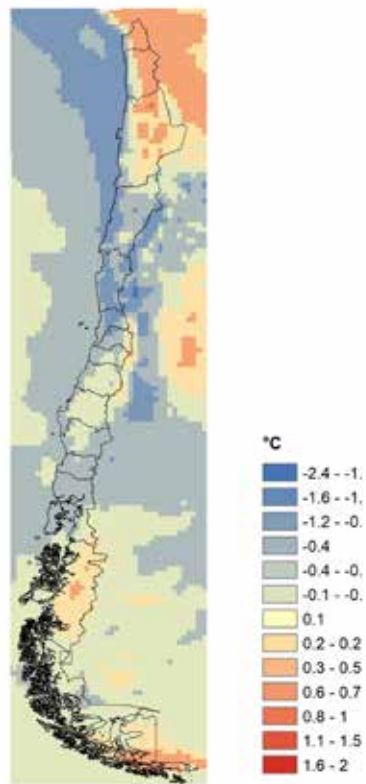
Anomalia temperatura media anual 2004

Periodo de referencia 1979-2000



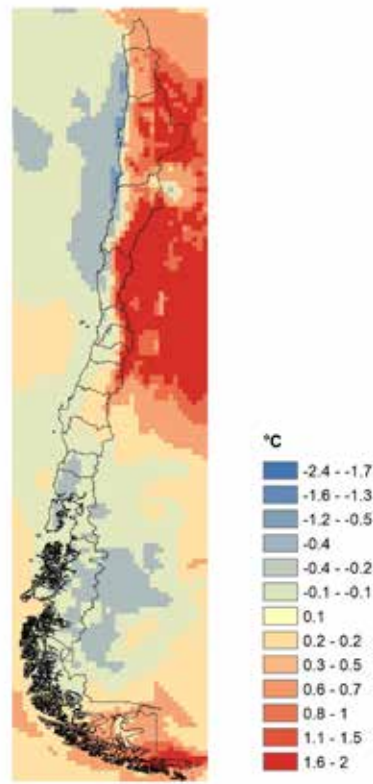
Anomalia temperatura media anual 2005

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 2006

Periodo de referencia 1979-2000



La evidencia del calentamiento global en Chile

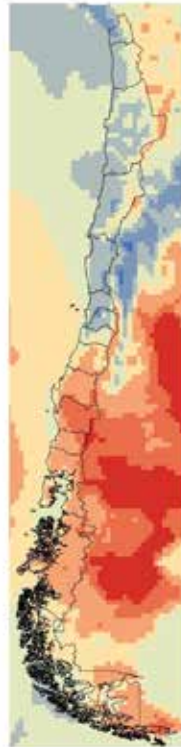
Anomalia temperatura media anual 2007

Periodo de referencia 1979-2000



Anomalia temperatura media anual 2008

Periodo de referencia 1979-2000



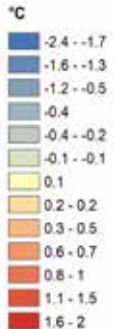
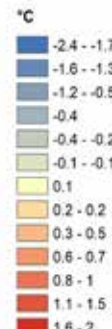
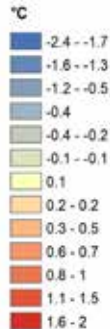
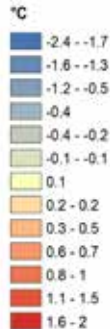
Anomalia temperatura media anual 2009

Periodo de referencia 1979-2000



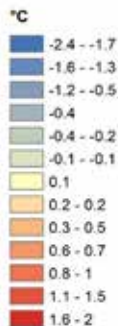
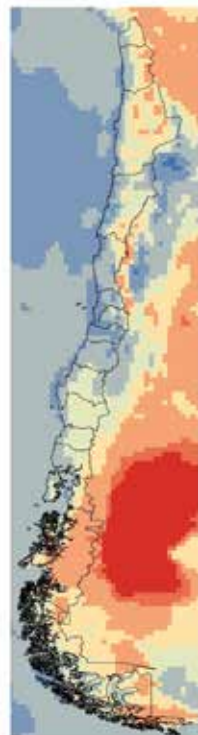
Anomalia temperatura media anual 2010

Periodo de referencia 1979-2000



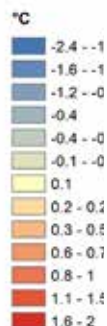
Anomalia temperatura media anual 2011

Periodo de referencia 1979-2000



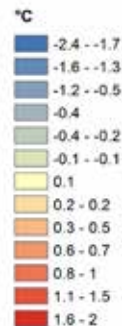
Anomalia temperatura media anual 2012

Periodo de referencia 1979-2000



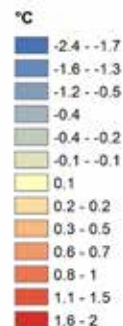
Anomalia temperatura media anual 2013

Periodo de referencia 1979-2000



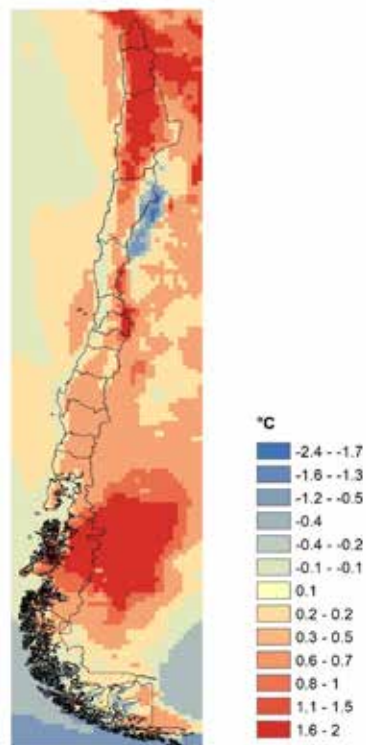
Anomalia temperatura media anual 2014

Periodo de referencia 1979-2000



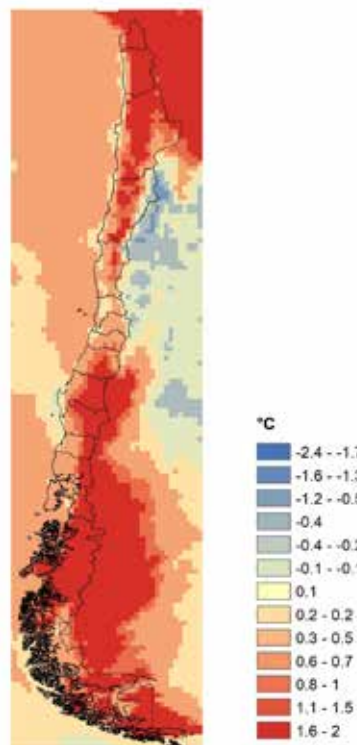
Anomalia temperatura media anual 2015

Periodo de referencia 1979-2000



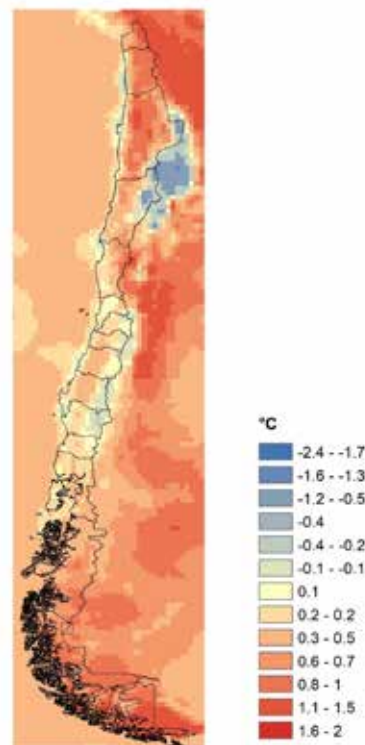
Anomalia temperatura media anual 2016

Periodo de referencia 1979-2000



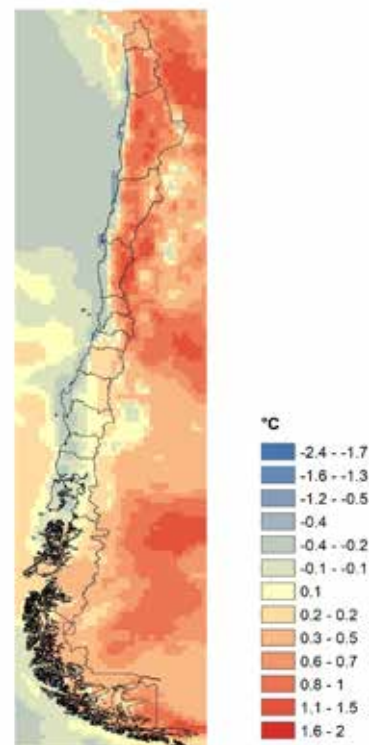
Anomalia temperatura media anual 2017

Periodo de referencia 1979-2000



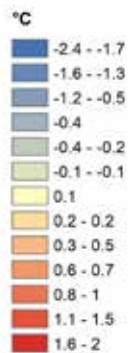
Anomalia temperatura media anual 2018

Periodo de referencia 1979-2000



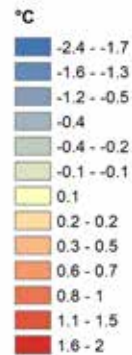
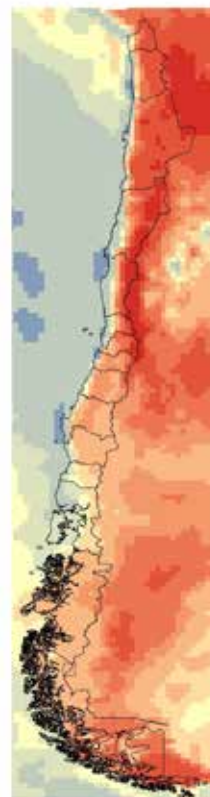
Anomalia temperatura media anual 2000

Periodo de referencia 1979-2000

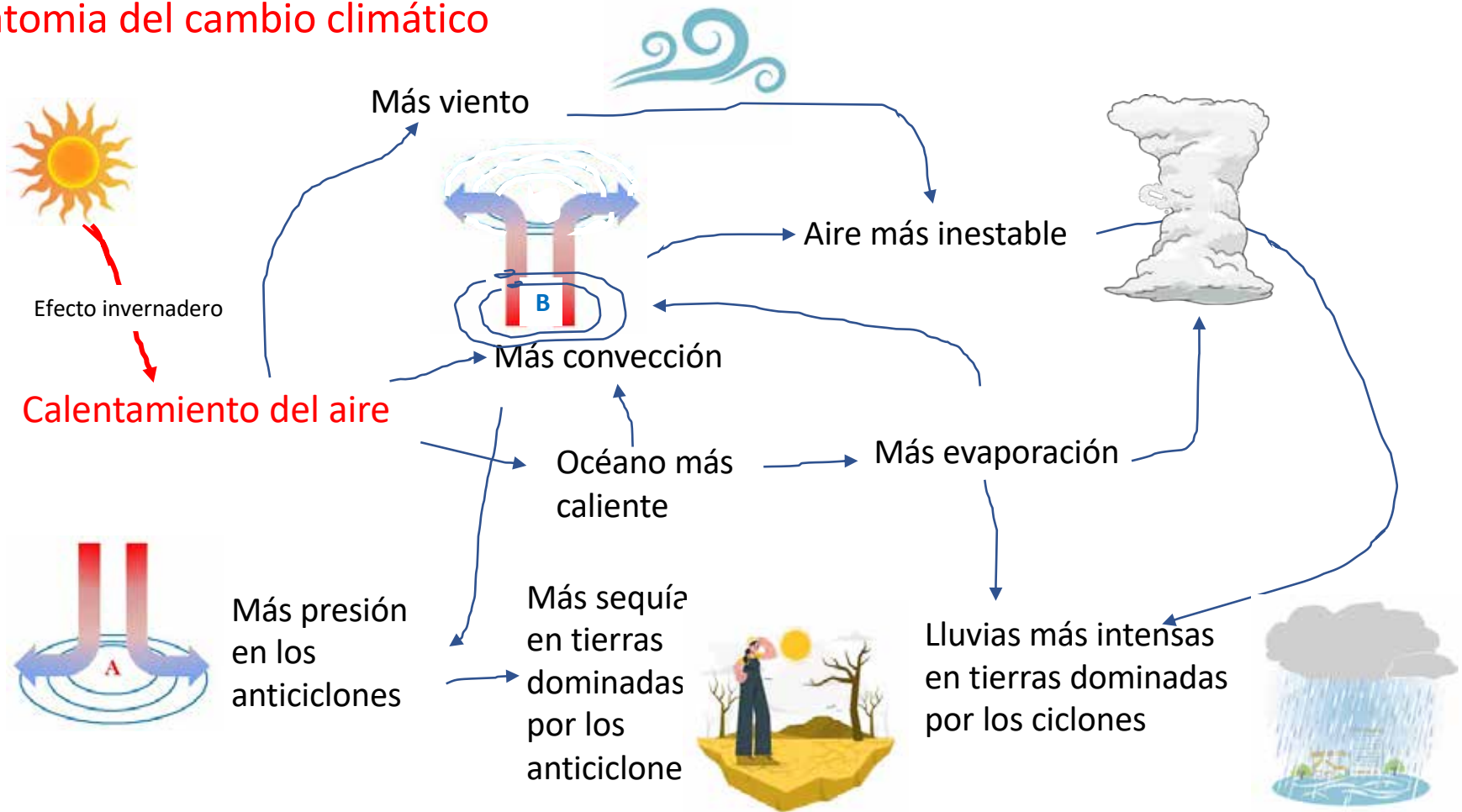


Anomalia temperatura media anual 2019

Periodo de referencia 1979-2000



Anatomía del cambio climático



Eventos
climáticos más
extremos

Es evidente que el clima de La Tierra está presentando conductas nuevas.

Agua más escasa

Insectos y plagas
más agresivos

Clima menos
favorable para las
plantas cultivadas.

Cambios más
repentinos
difíciles de
pronosticar



Bajas temperaturas

Reducción de tasas
fotosintéticas

Aborto floral y frutos
pequeños ($T < 8^{\circ}\text{C}$)

Caída de calibre

Desequilibrios nutricionales



Altas temperaturas

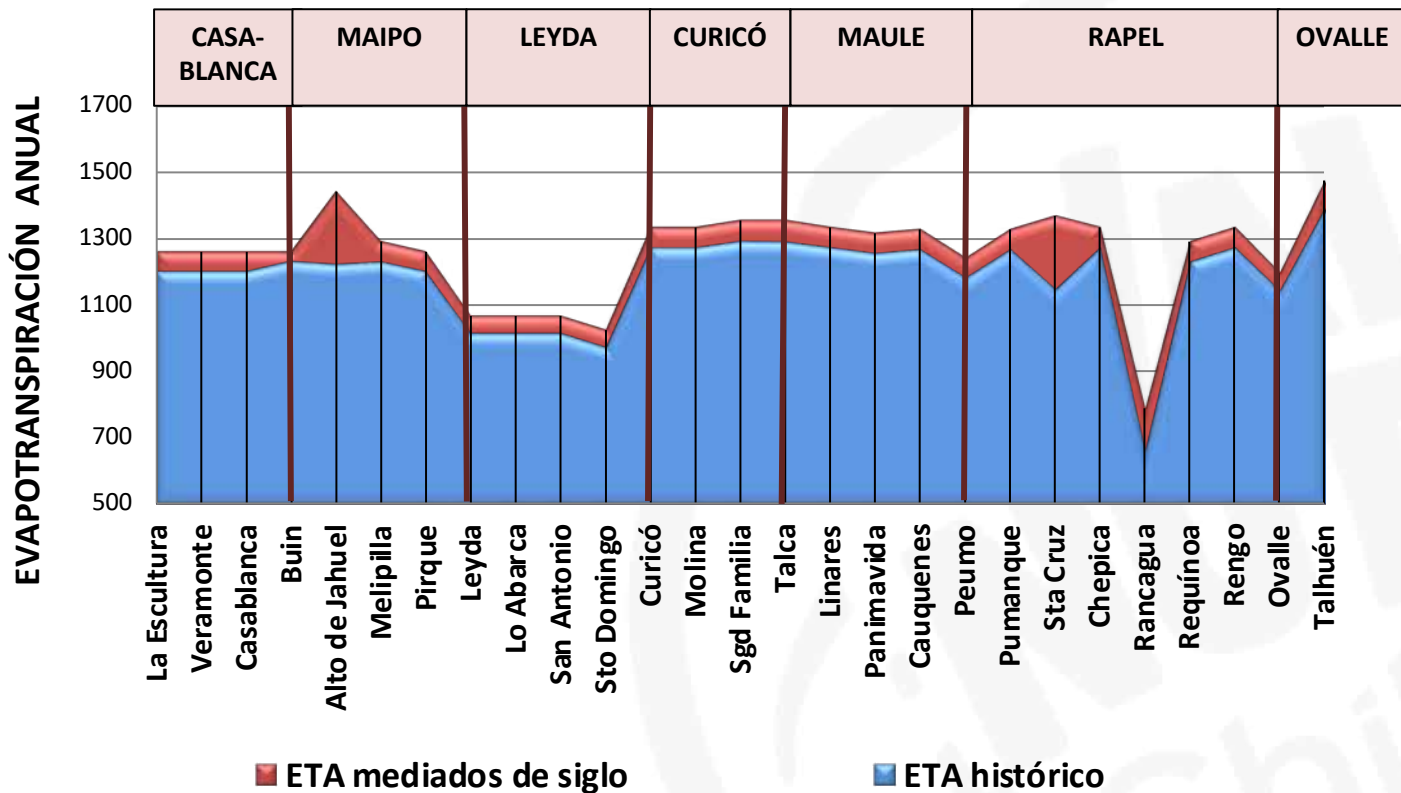
Reducción de tasas
fotosintéticas

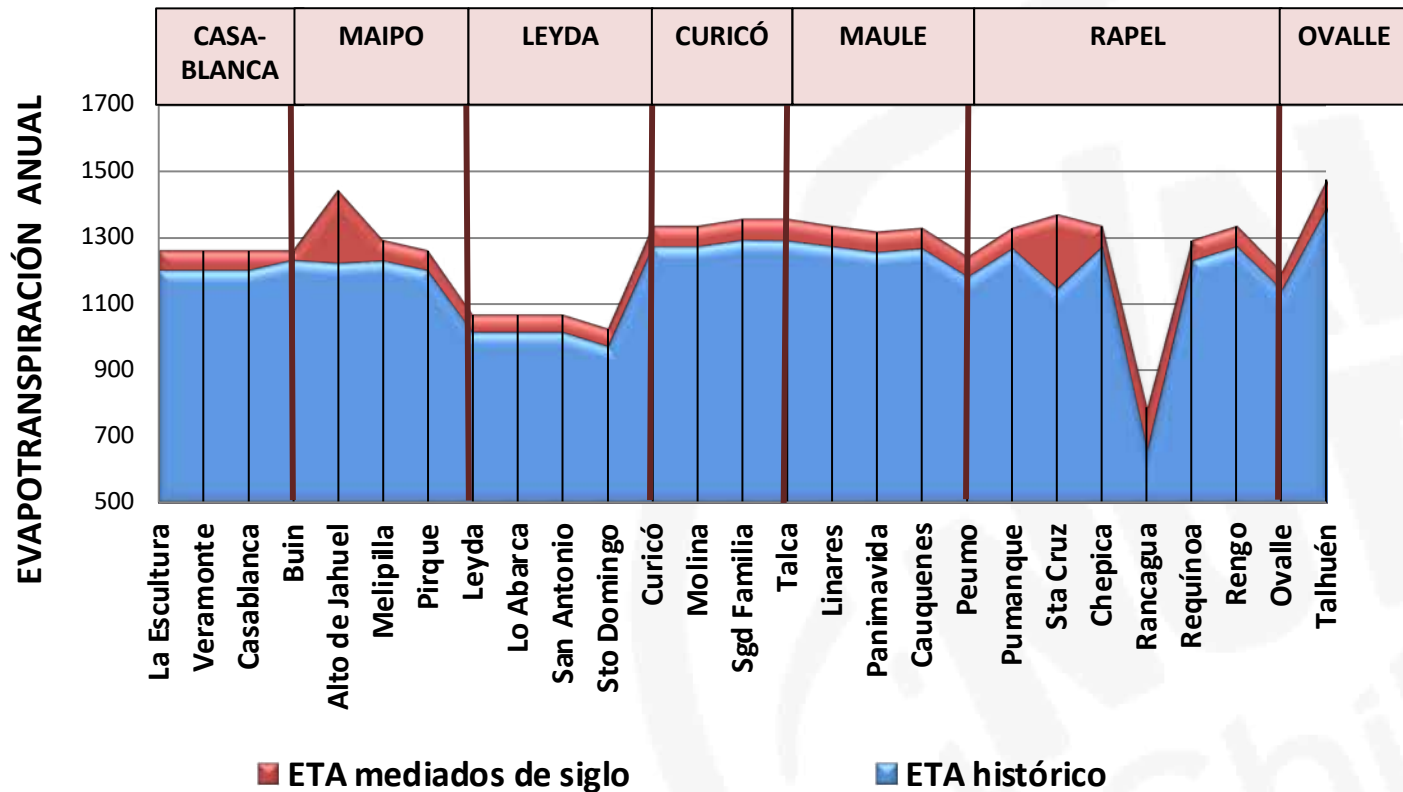
Aborto floral y frutos
pequeños

Caída de calibre

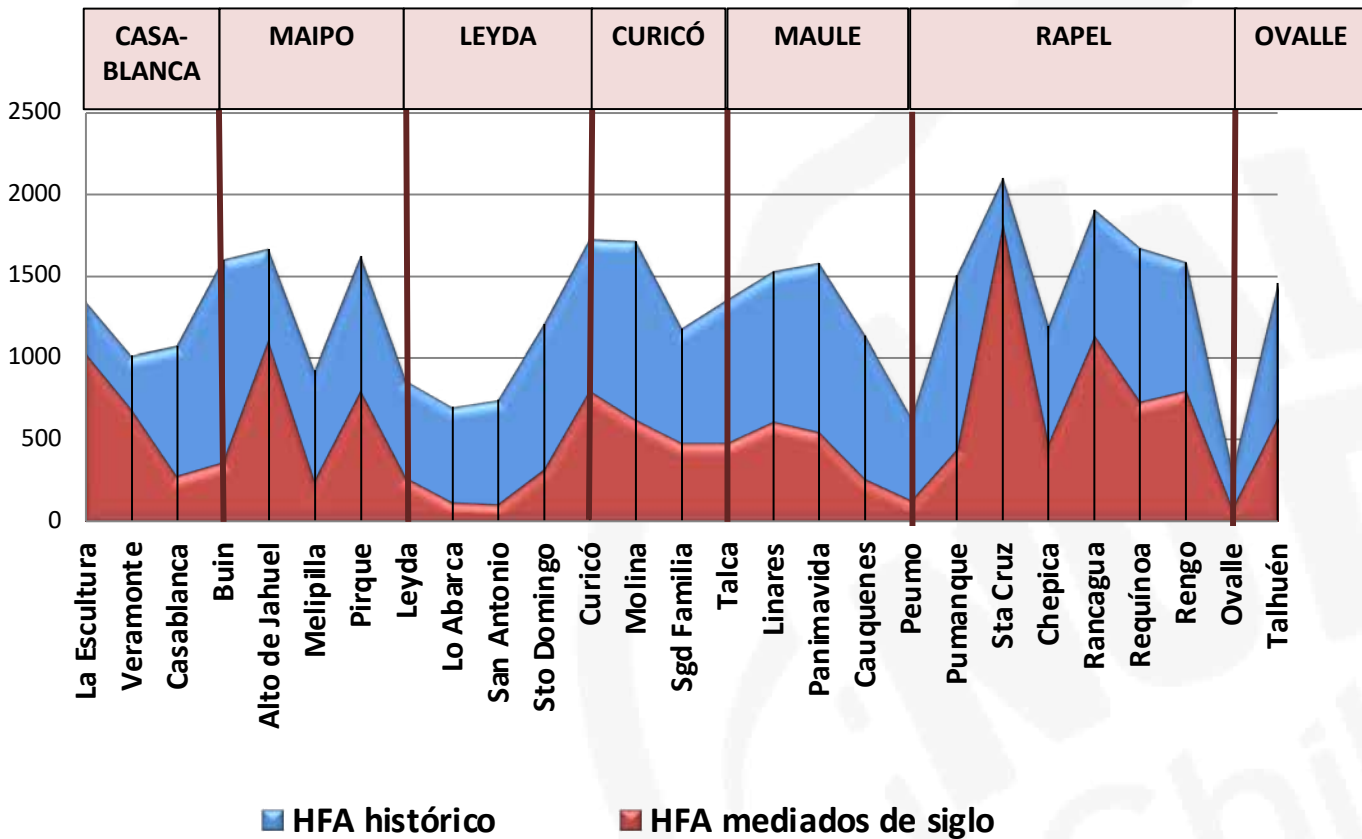
Estrés oxidativo

Senescencia anticipada

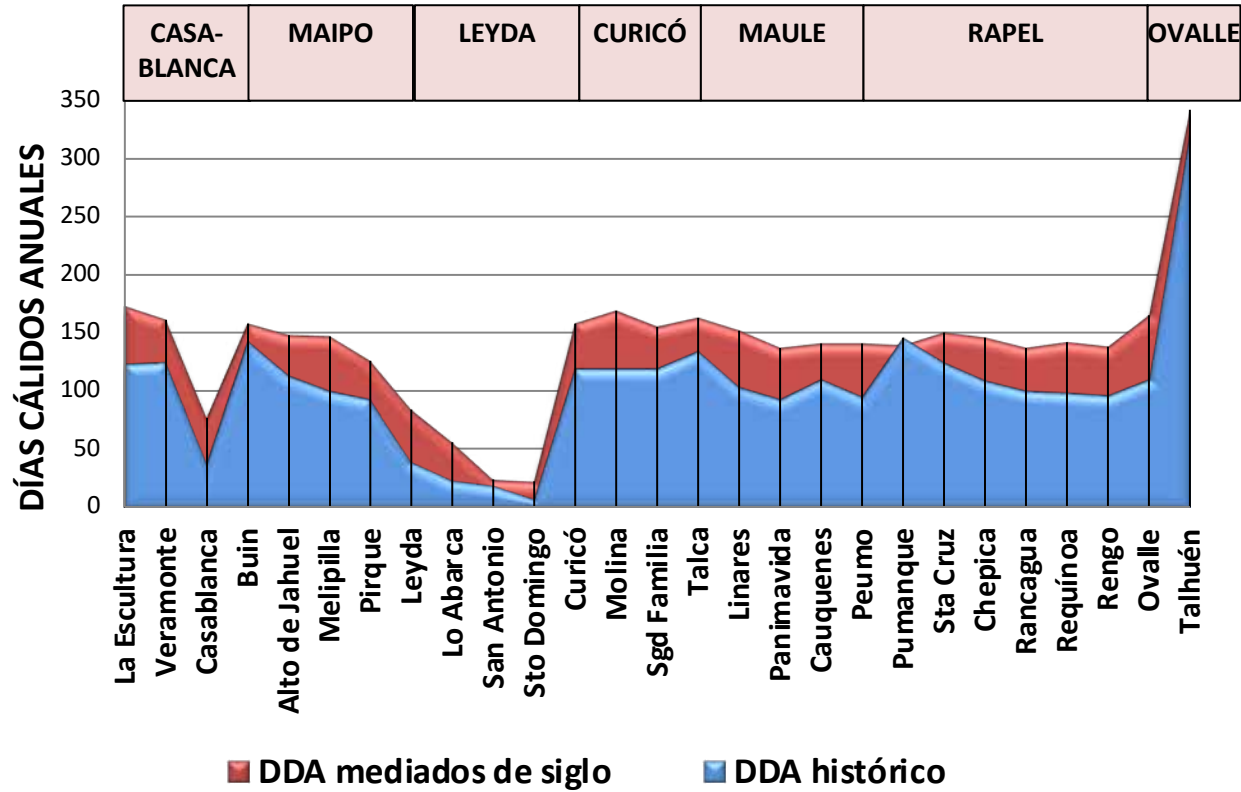


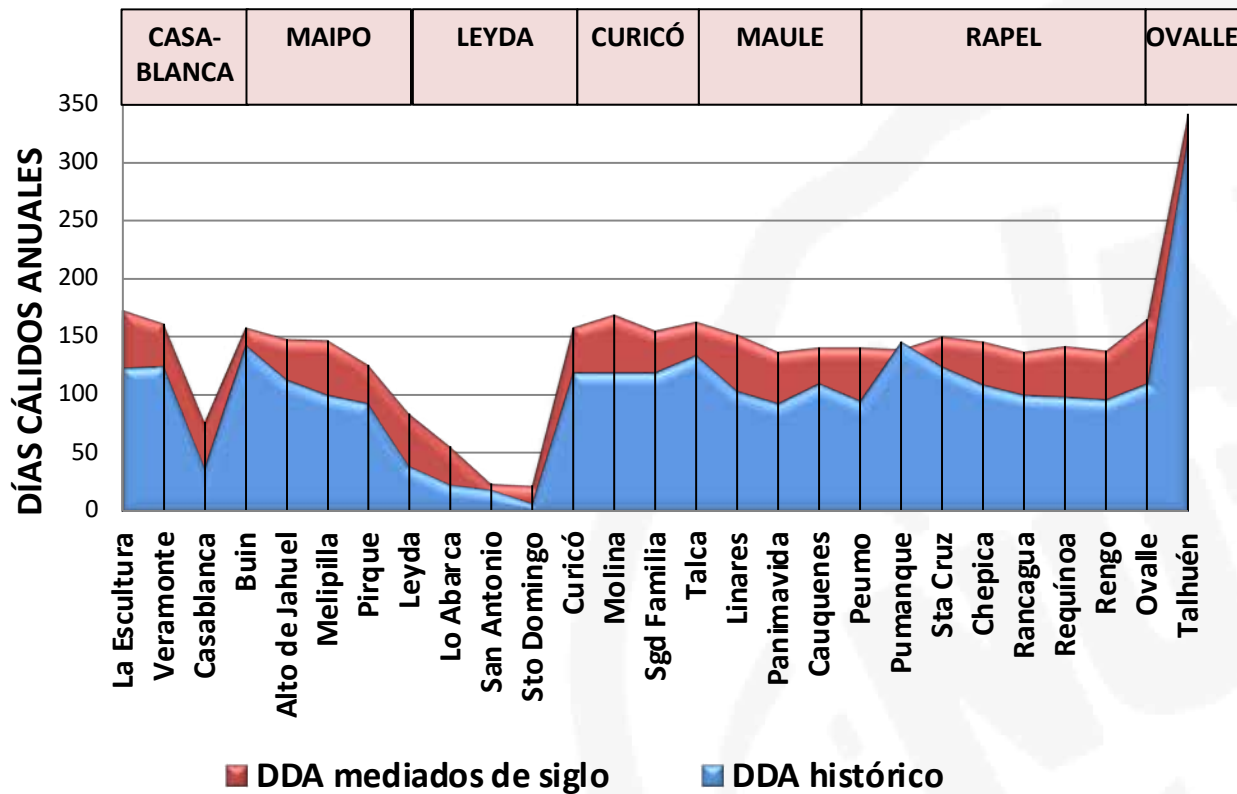


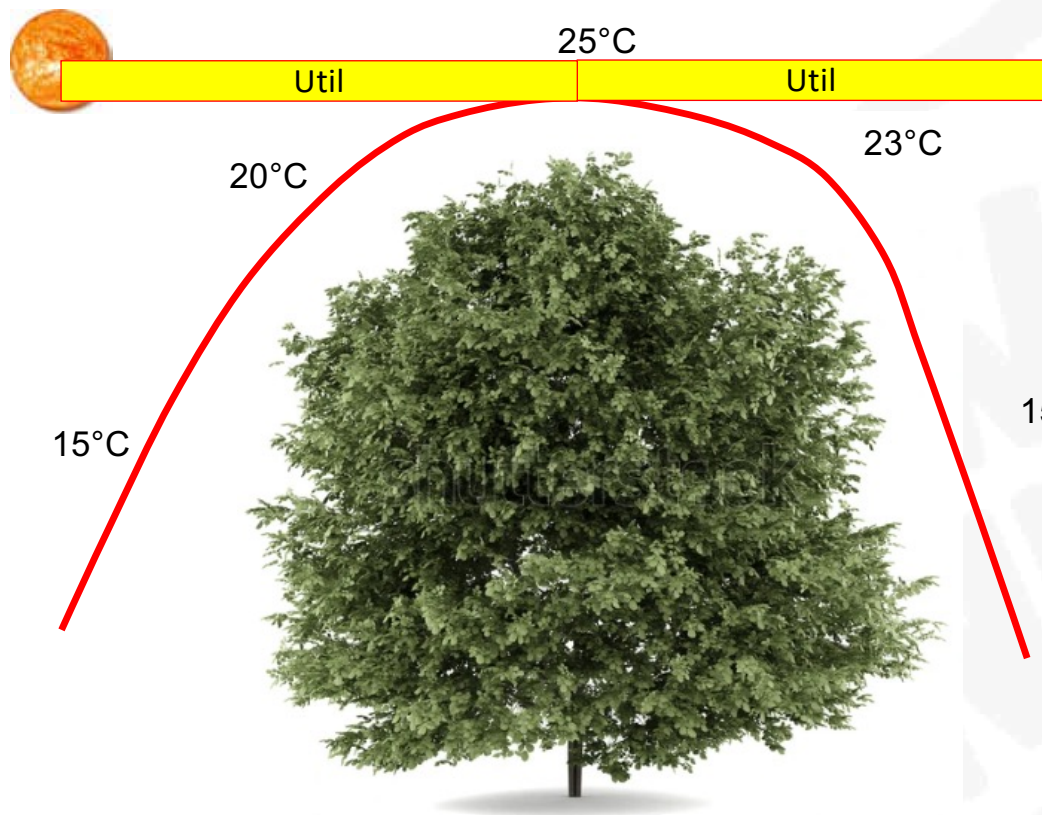
HORAS DE FRÍO ANUALES

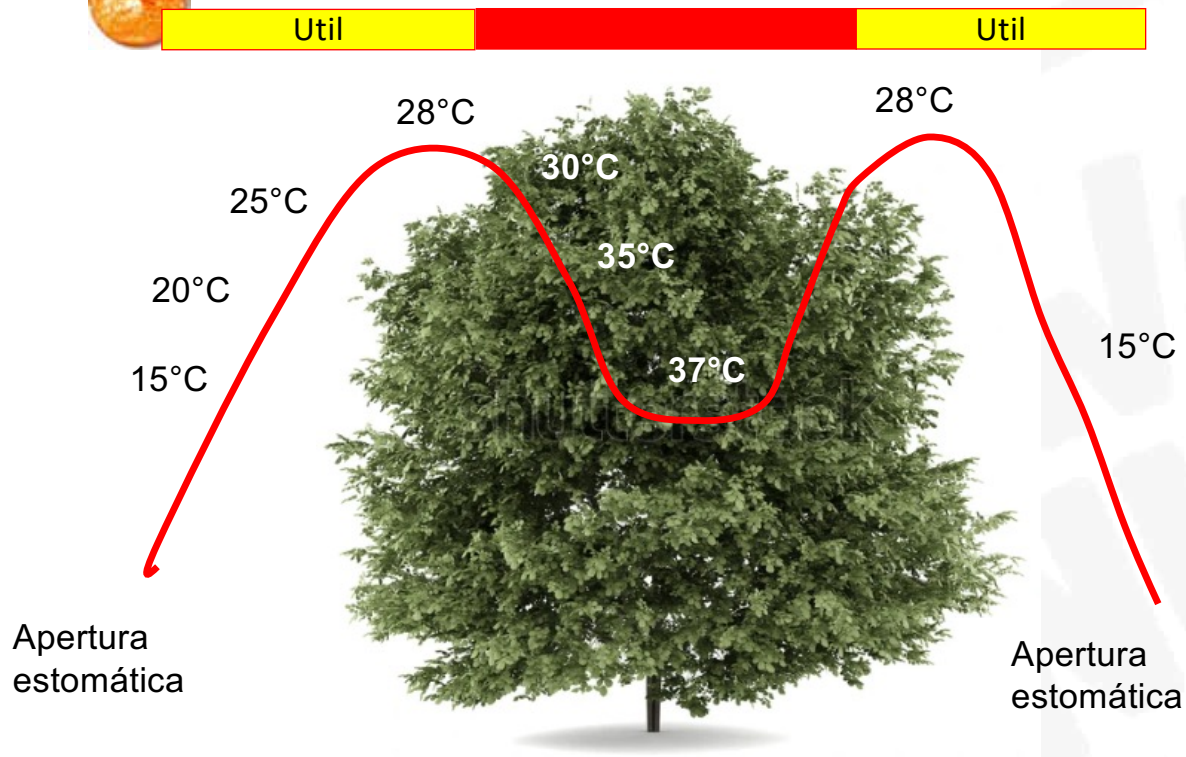


Hacia dónde va el clima chileno









El estrés por altas temperaturas provoca una caída en la actividad fotosintética en horas del medio día, desaprovechándose una fracción importante de la luz.

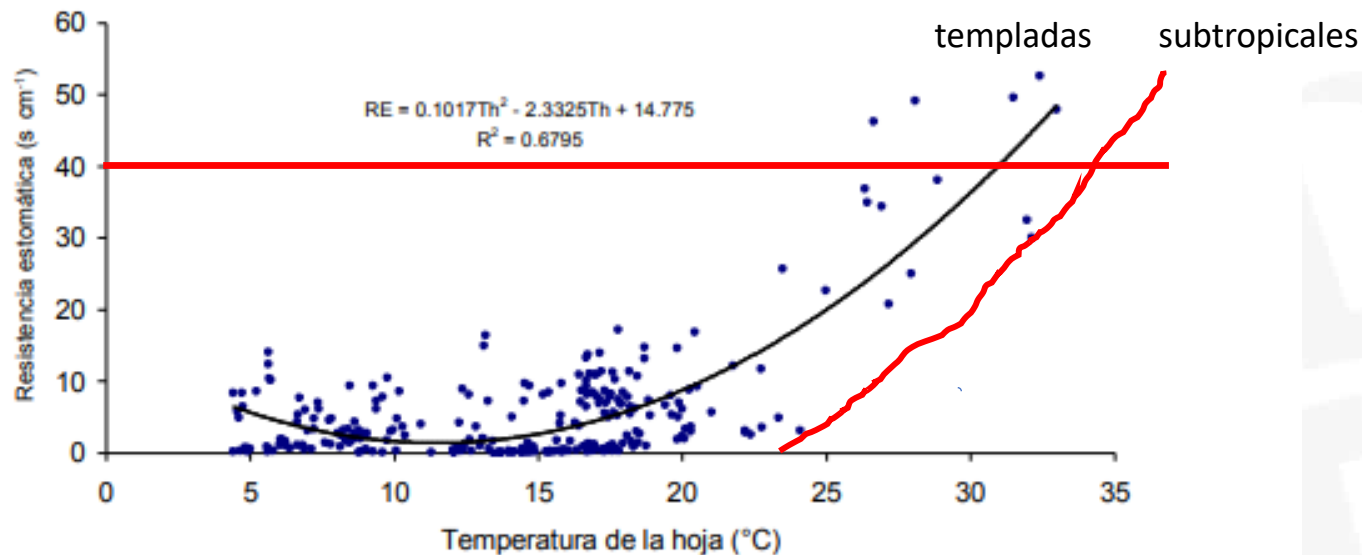


Figura 3. Relación de la resistencia estomática y la temperatura de la hoja con los datos de todos los tratamientos.

Regulación de la RE por la T

$$RE = 14.775 - 2.2335 Th + 0.1017 Th^2$$

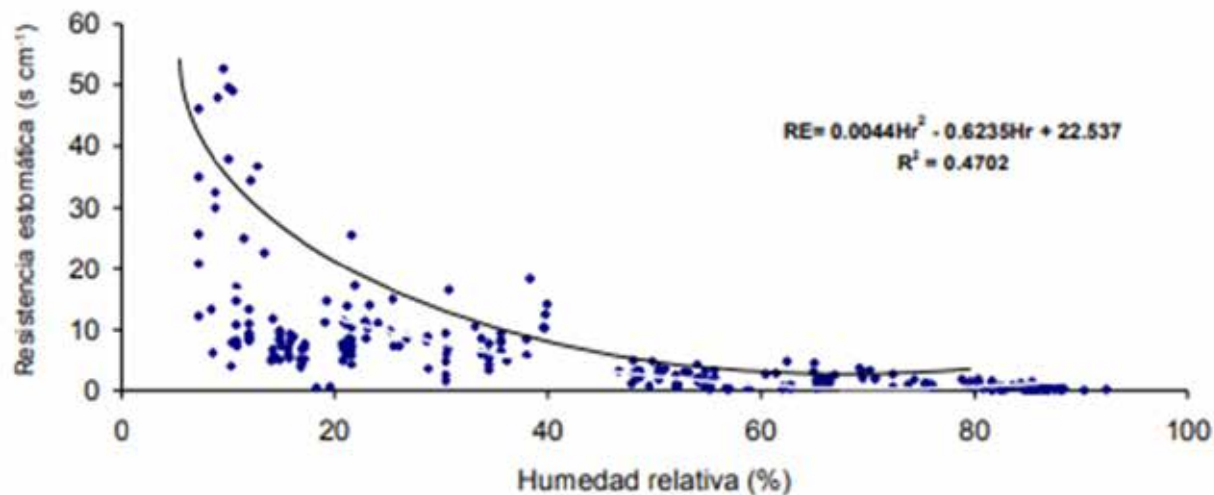
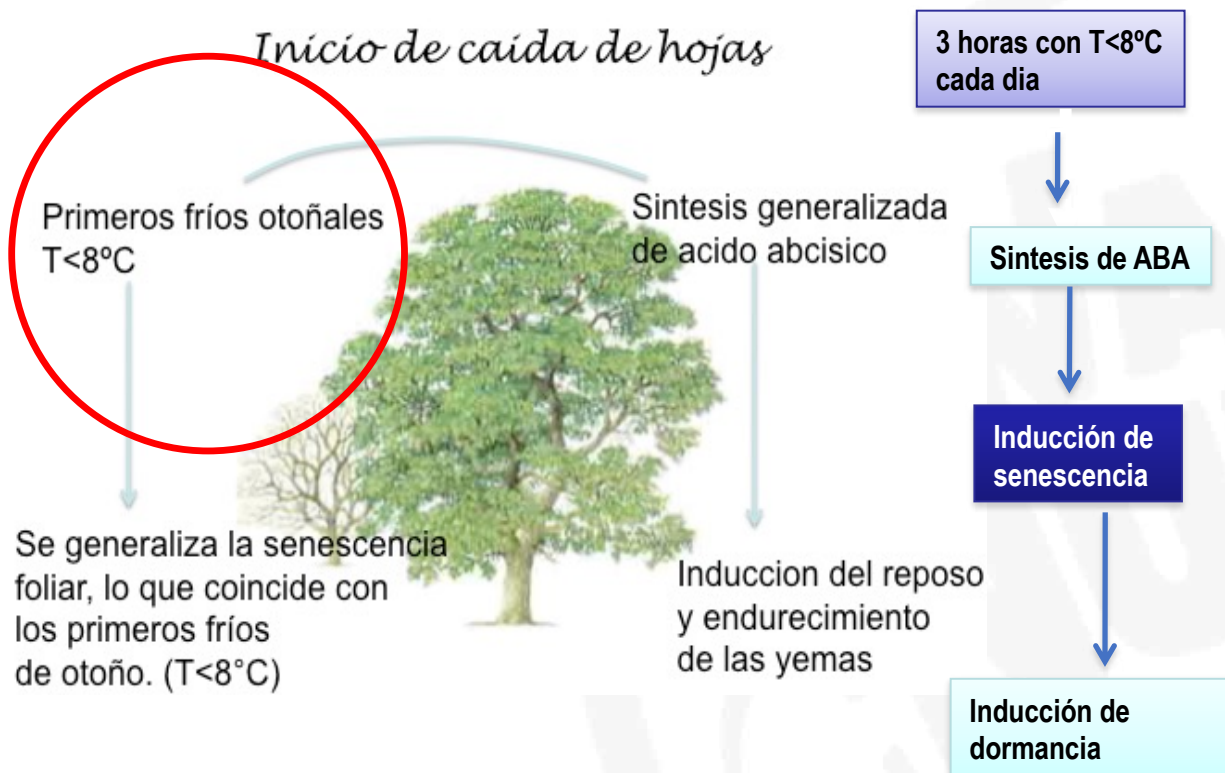


Figura 5. Relación entre la resistencia estomática de *hoja y* y la humedad relativa del aire con datos de todos los tratamientos.





Reposo del Sistema radical
($T_{\text{suelo}} > 10^{\circ} \text{C}$)



Síntesis de
Citoquininas



Reinicio del
crecimiento
aéreo



Demanda de Oxígeno: Aumenta rápidamente, suelo no debe estar saturado de agua para permitir la adecuada difusión de O_2 , tampoco debe estar seco para la absorción de agua

H_2O

O_2



El concepto de Horas Eficazmente Productivas

$400\text{W}/\text{m}^2 < \text{Radiación solar} < 850\text{ W}/\text{m}^2$



$10^\circ\text{C} < \text{Temperatura} < 25^\circ\text{C}$

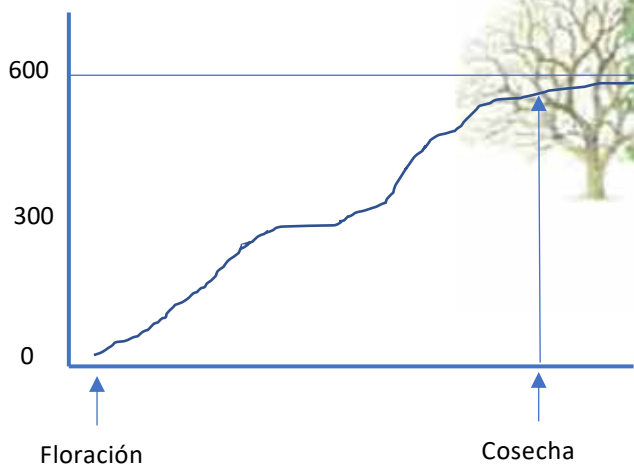


1
HEP

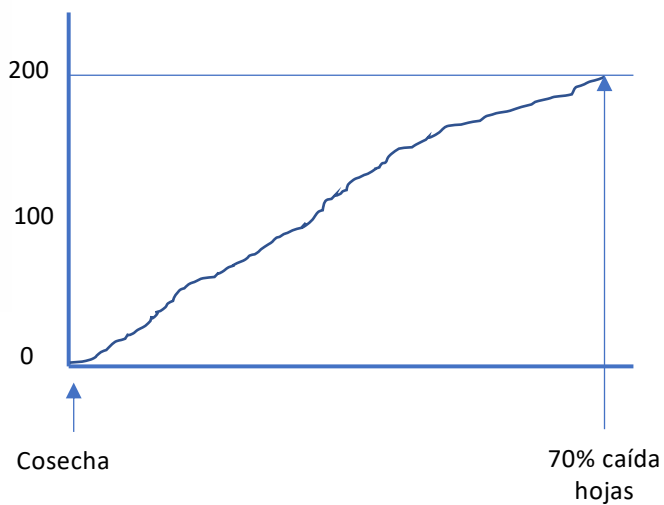
$30\% < \text{HR} < 75\%$



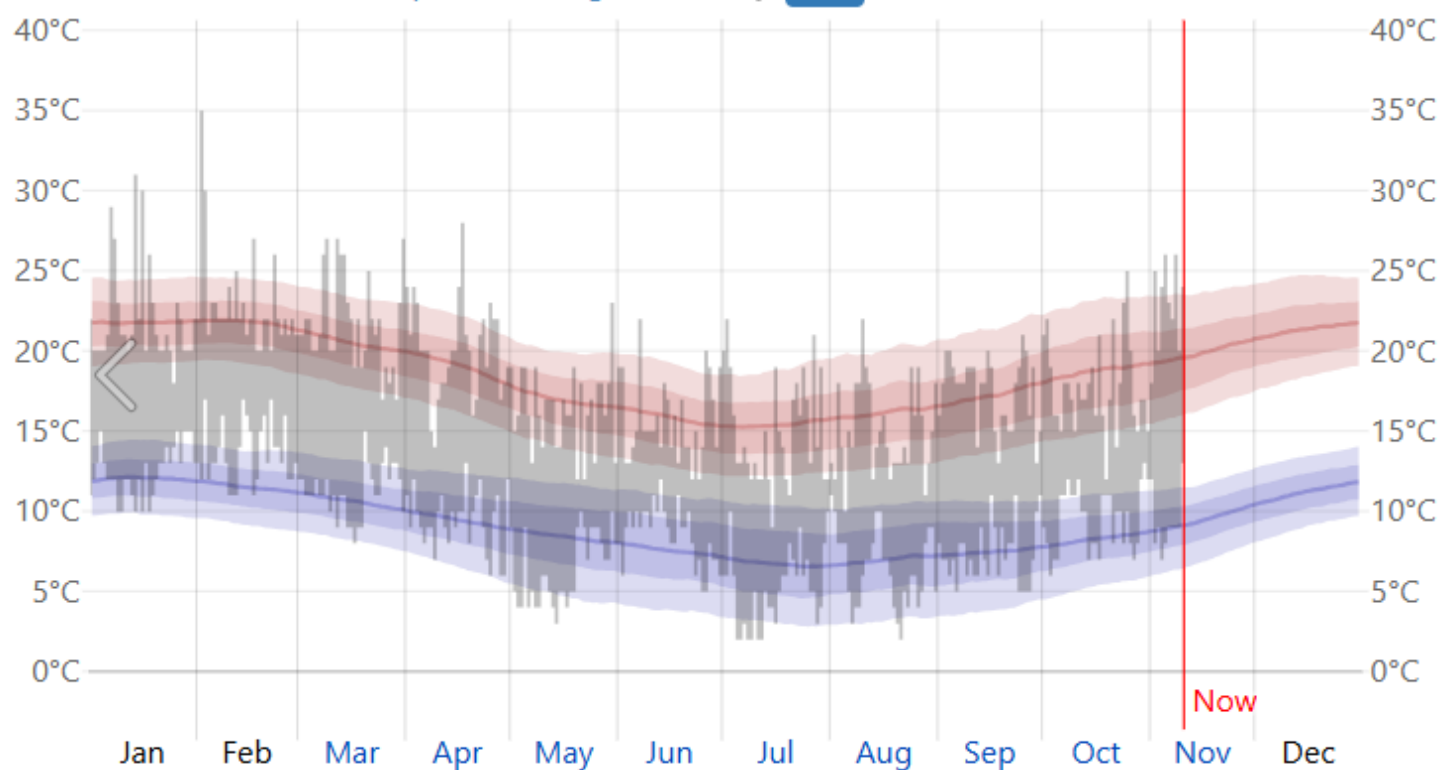
Horas HEP-F



Horas HEP-R



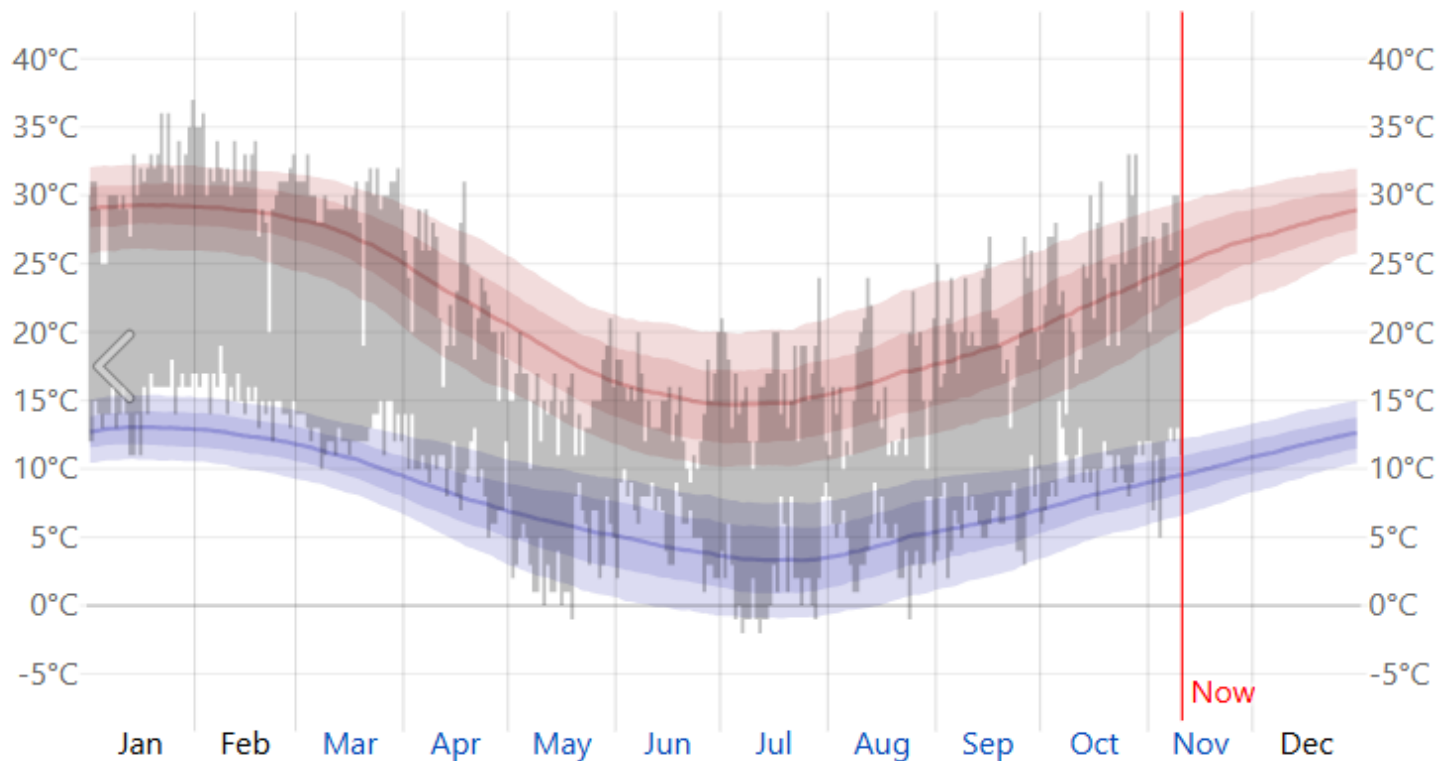
Quillota Temperature History 2024

[Link](#) [Download](#) [Compare](#) [Averages](#) History: **2024** 2023 2022 2021 2020 2019 2018 2017 2016

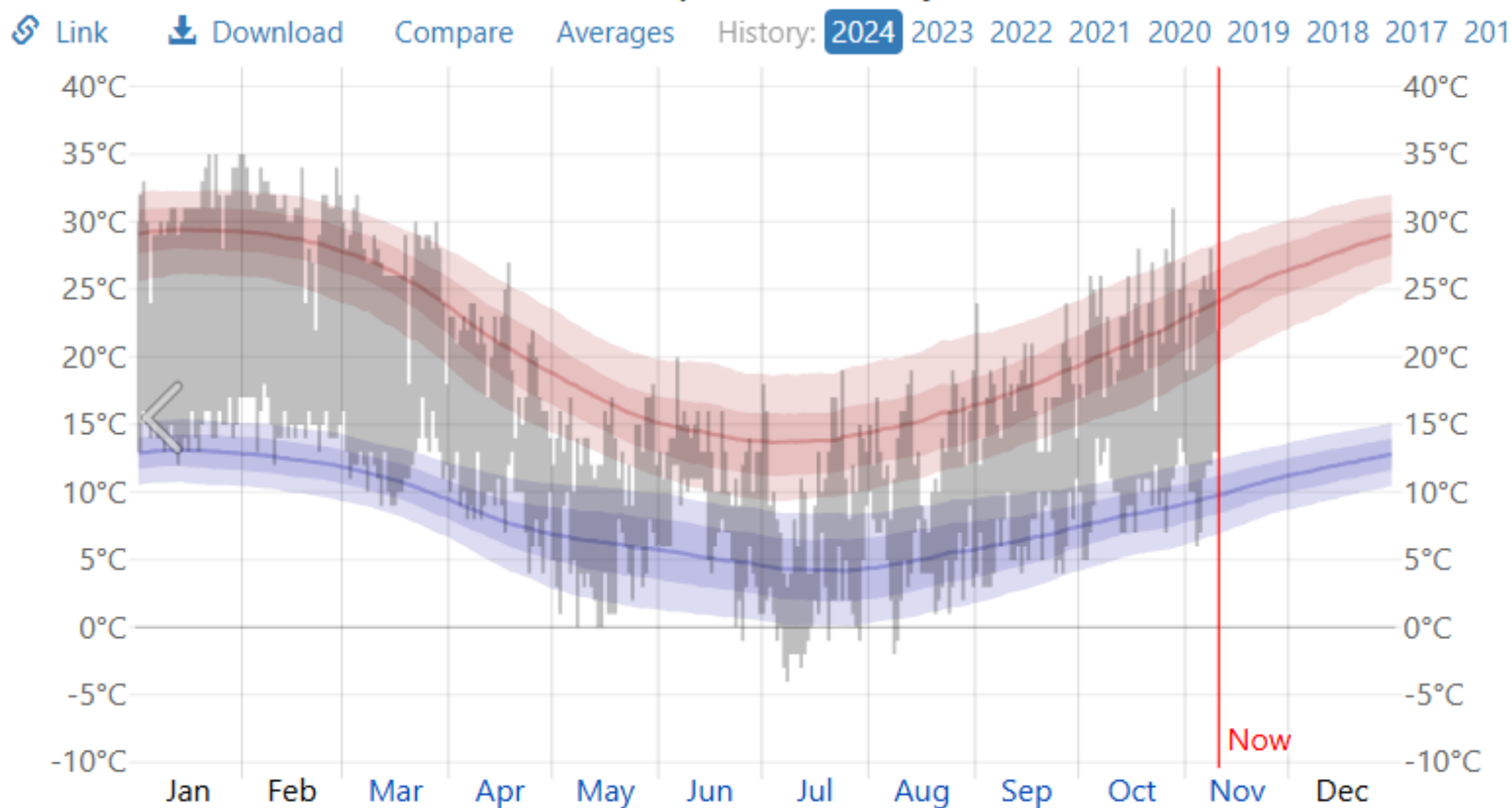
Una mirada a esta temporada 2024-2025



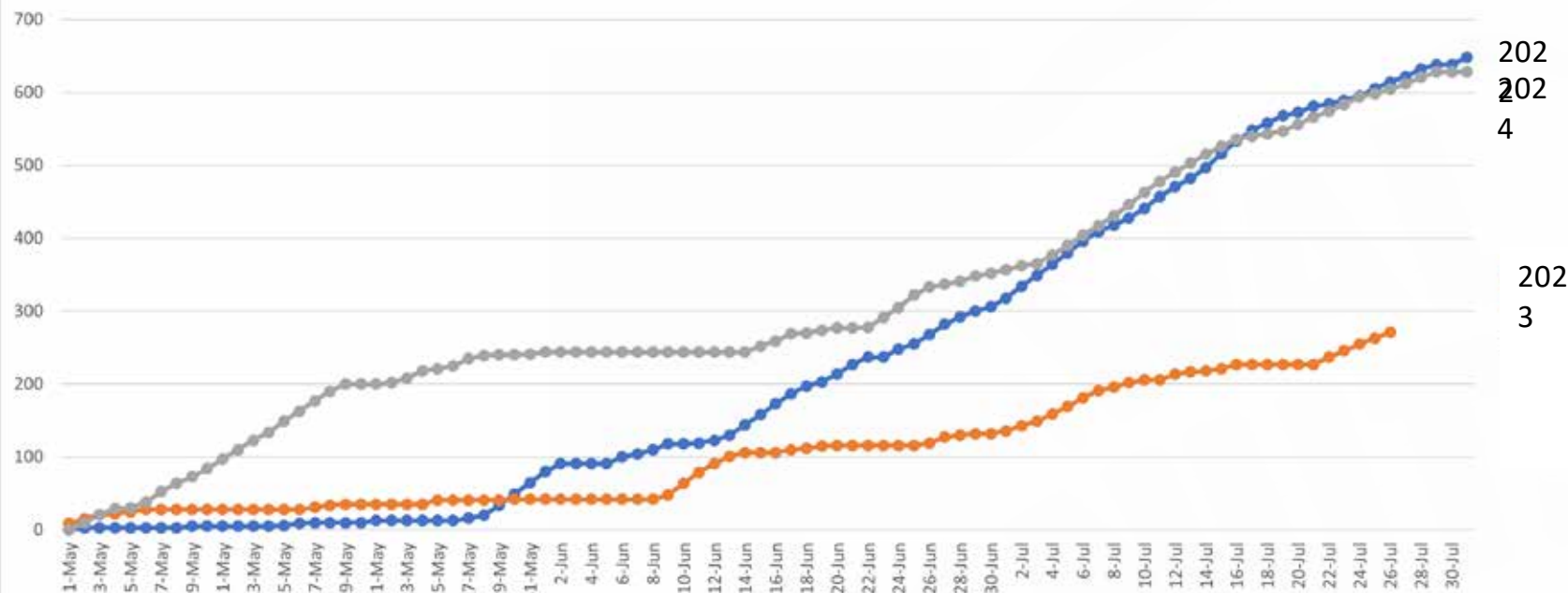
Santiago Temperature History 2024

[Link](#) [Download](#) [Compare](#) [Averages](#) History: **2024** 2023 2022 2021 2020 2019 2018 2017 2016

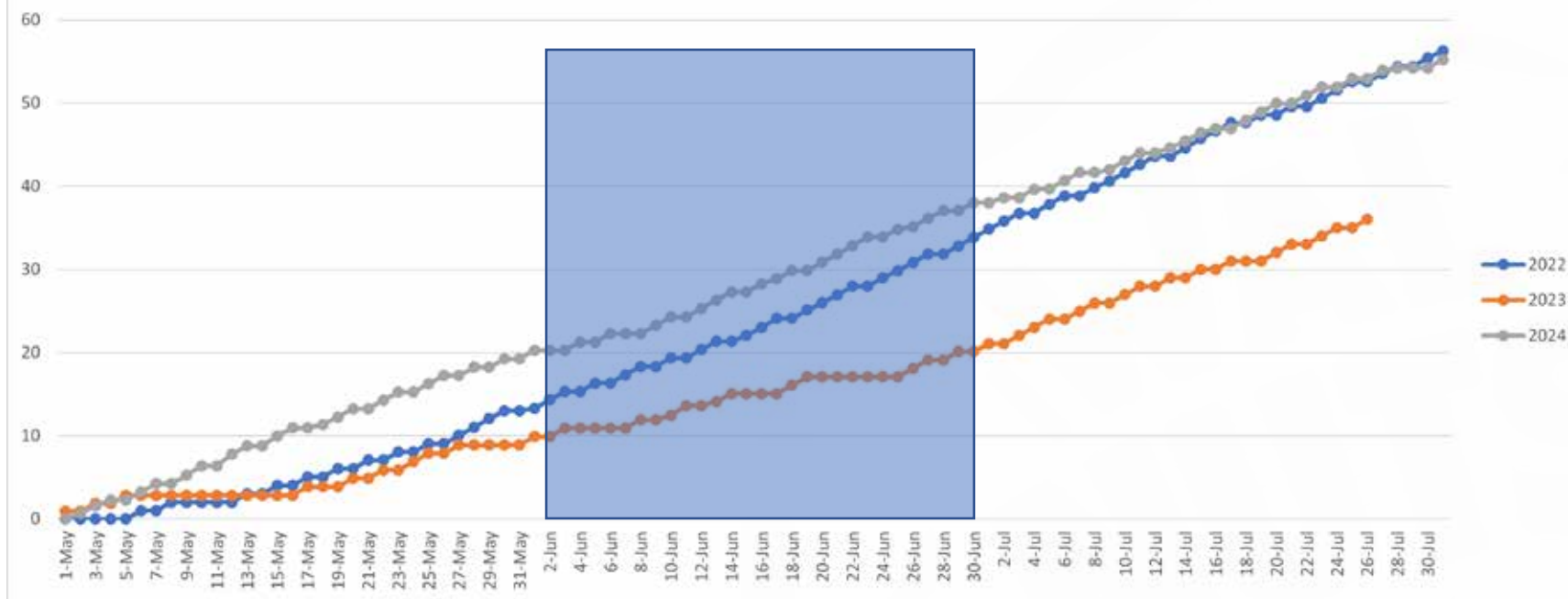
Curicó Temperature History 2024



Horas de frío 1 mayo - 31 julio

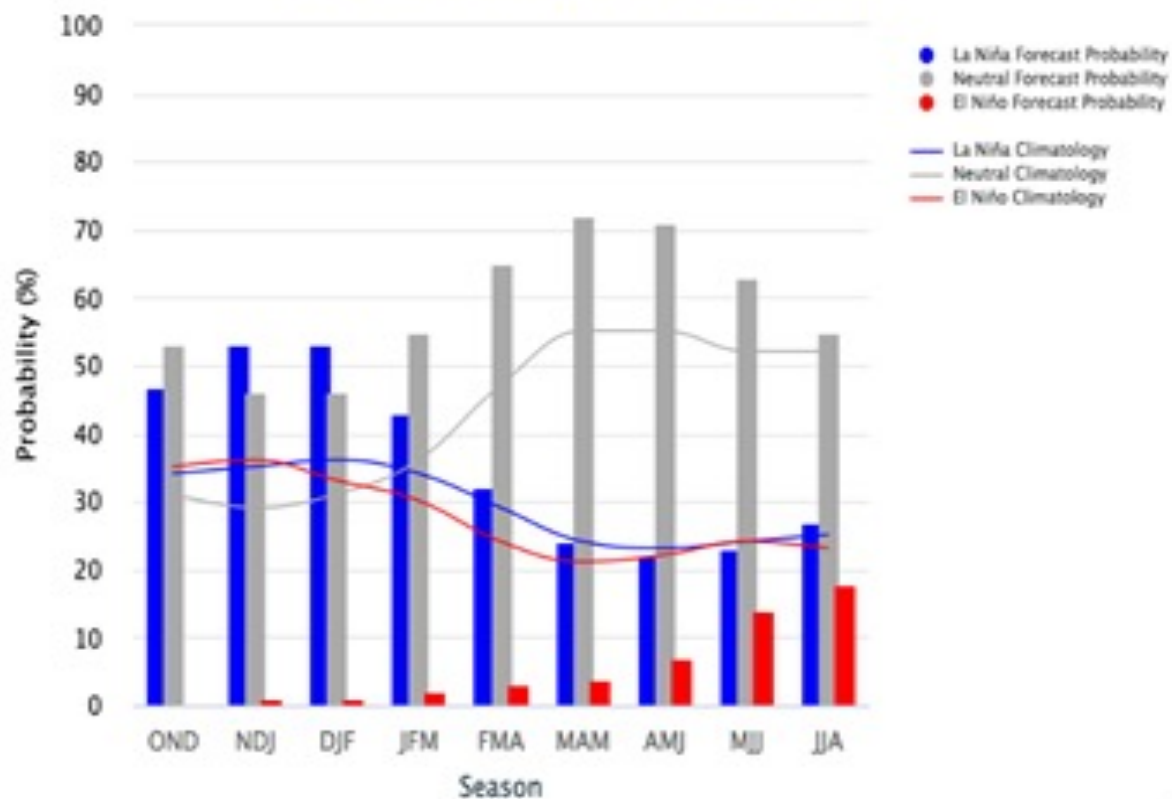


Porciones de frio 1 mayo - 31 julio

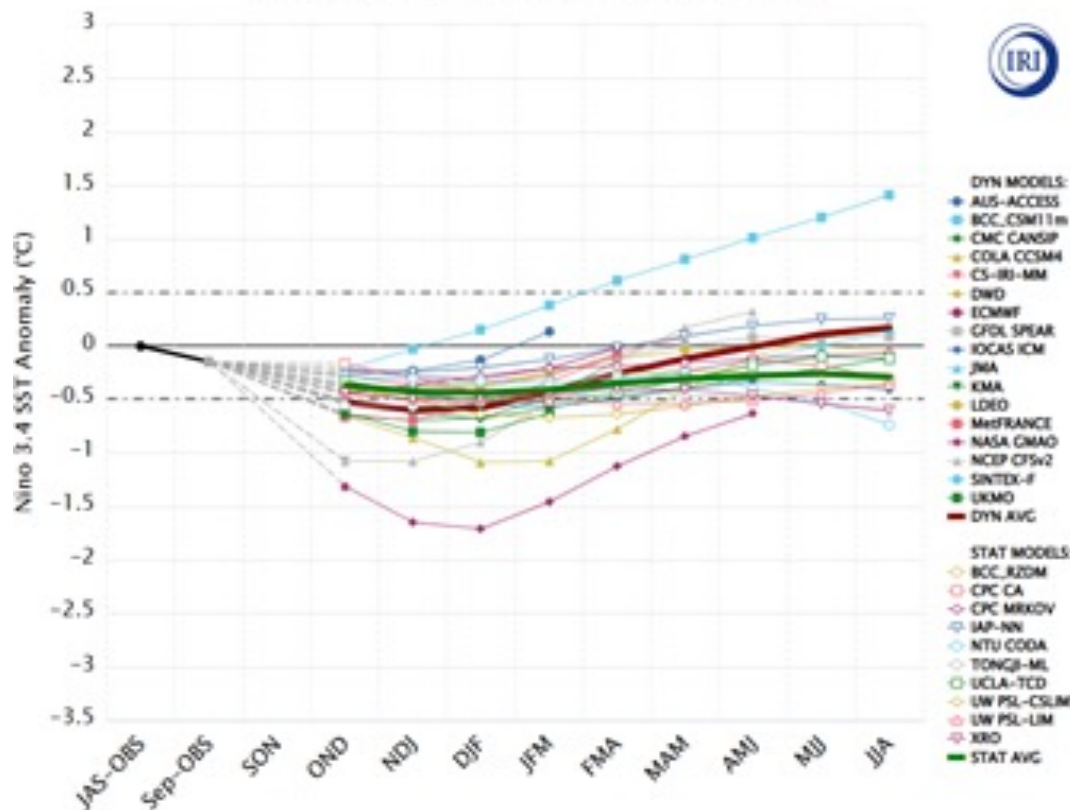


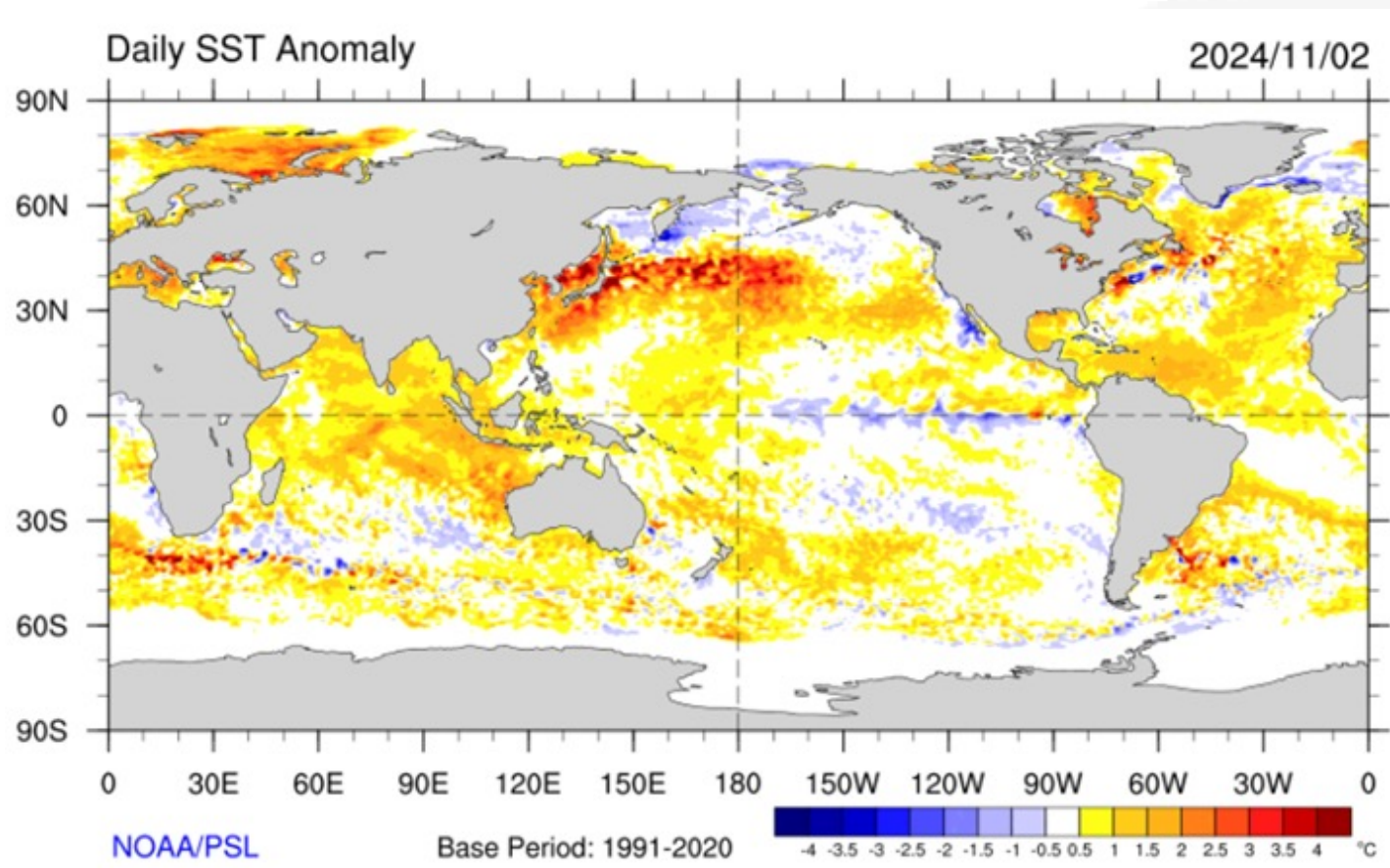
Mid-October 2024 IRI Model-Based Probabilistic ENSO Forecasts

ENSO state based on NINO3.4 SST Anomaly Neutral ENSO: -0.5°C to 0.5°C

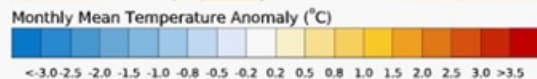
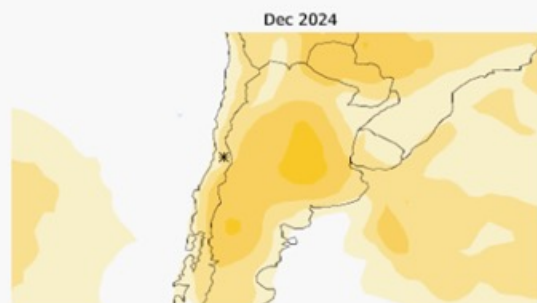
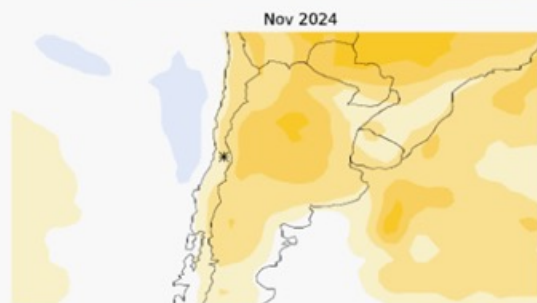
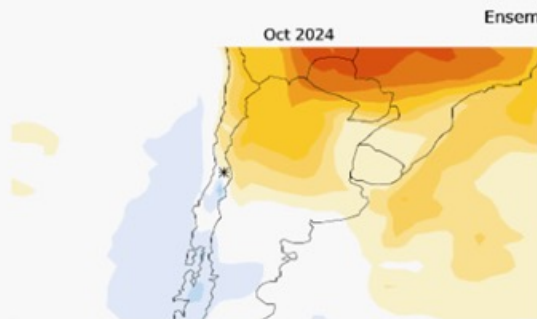


Model Predictions of ENSO from Oct 2024

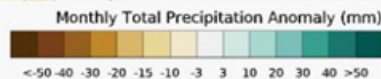
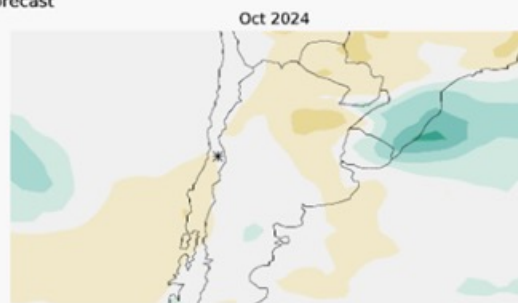




Proyección
de la
temperatura
superficial



Ensemble Forecast



Proyección de
la
precipitación



EXP NUT
2024

CHILE *N*UT