

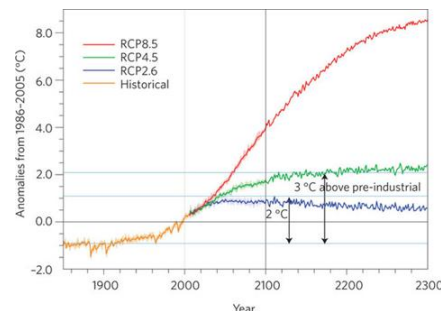
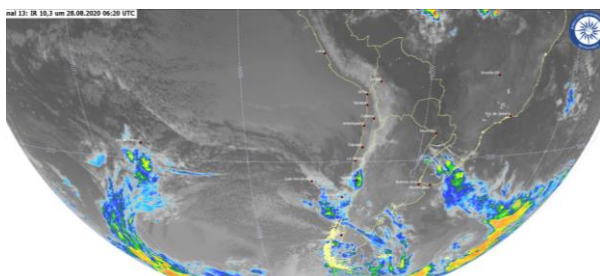
Aspectos climáticos en el Maule: ayer, hoy y mañana.

Raúl Orrego Verdugo

Grupo de agricultura digital

INIA-Quilamapu

26/05/2022





Permitida la reproducción parcial o total de
esta charla sólo con permiso y por escrito del
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
(INIA)



@INIACHile



Contáctanos en www.inia.cl/berriesmaule

@INIARaihuen



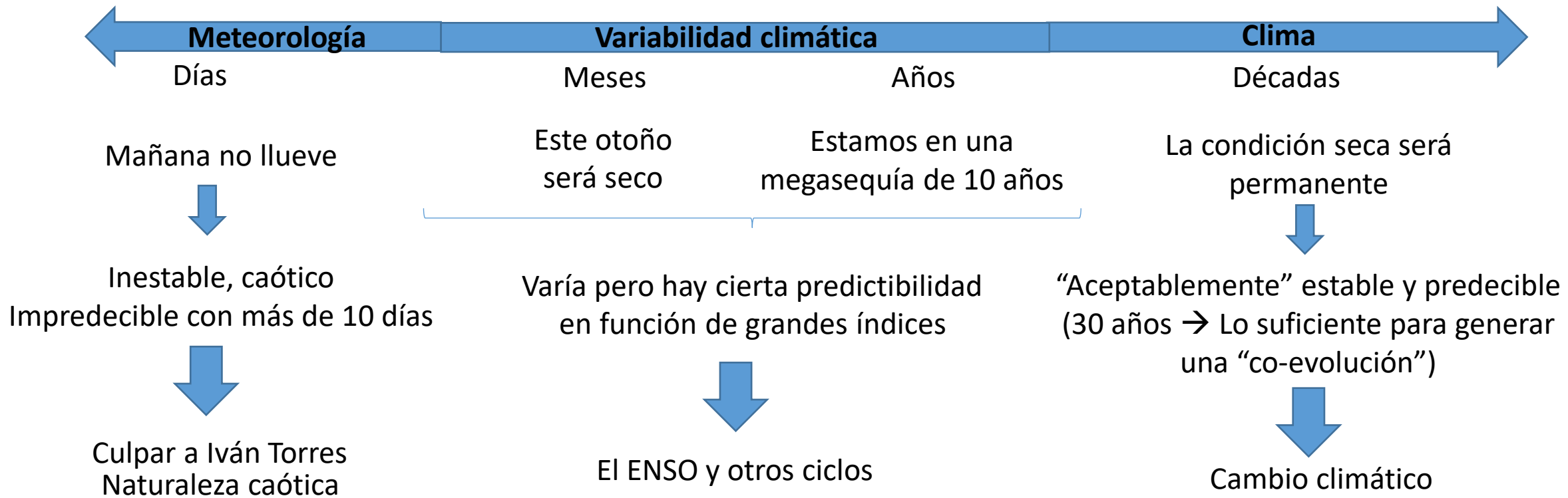


Objetivos

- Explicar algunos aspectos generales para comprender las discusiones sobre el clima (ayer)
- Dar una perspectiva general de como estamos (y estuvimos el año pasado) en la región (hoy)
- Dar una perspectiva de como estaremos en un plazo cercano (próximos 3-6 meses) (mañana)
- Dar una perspectiva de lo que se espera en el futuro (...debí haber agregado pasado mañana)



¿Qué es clima?





¿Co-evolución?

- Potencial productivo: ventajas y desventajas competitivas
 - En Linares se dan unas frambuesas espectaculares. En el secano, el vino es “un manjar”. Ni locos intentamos producir plátano o papayas
- Probabilidad de eventos perjudiciales/oportunidades únicas
 - En invierno lloverá y helará, en verano ambos eventos ocurrirán poco
- Adaptar la infraestructura/prácticas de manejo/modos de producción
 - Conviene tener repesas porque en Chile hay años muy secos cada 4-7 años, pero afortunadamente también hay años lluviosos cada esa misma cantidad de años (...dicho antes del 2010!!!)



El Niño



Clima en Chile. Muy complicado

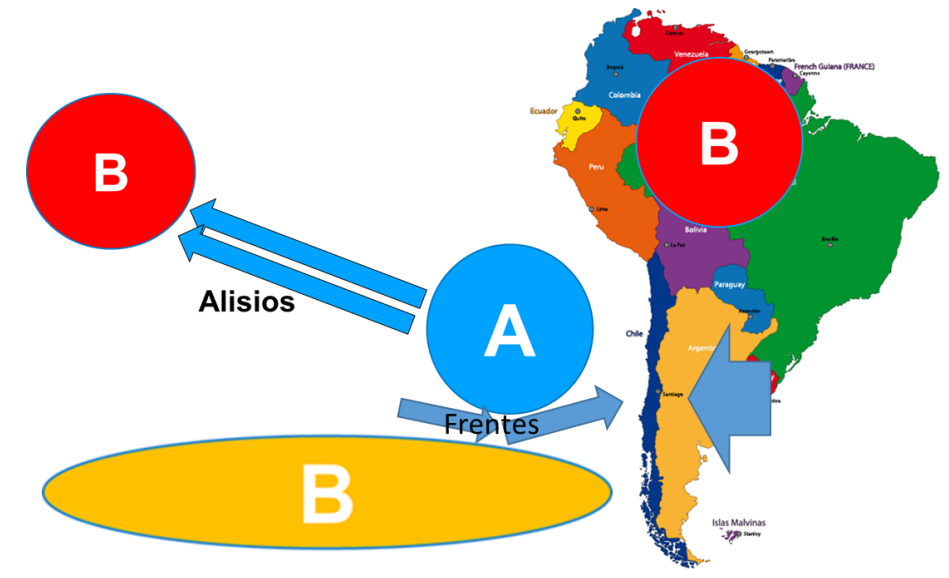
x – momentum:
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_E \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

y – momentum:
$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_E \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

z – momentum:
$$0 = -\frac{\partial p}{\partial z} - \rho g$$

continuity:
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

energy:
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\kappa_E \frac{\partial \rho}{\partial z} \right)$$



Ríanse ahora



Clima en Chile. Expliquémoslo con futbol



Año Lluvioso



Alisios

Río Atmosférico



Frentes



Arco

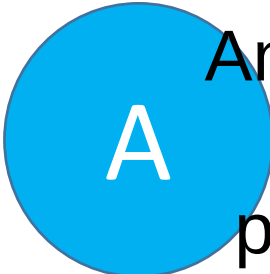


seco

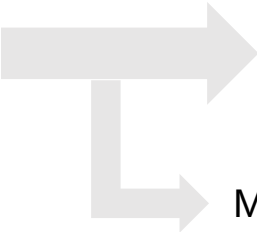




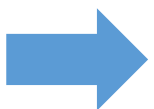
El dipolo de la sequía



Anticiclón del pacífico



ENSO (meses)



PDO (años)

Madden-Julian (semanas)



ación Antártica (semanas)

(meses)

?

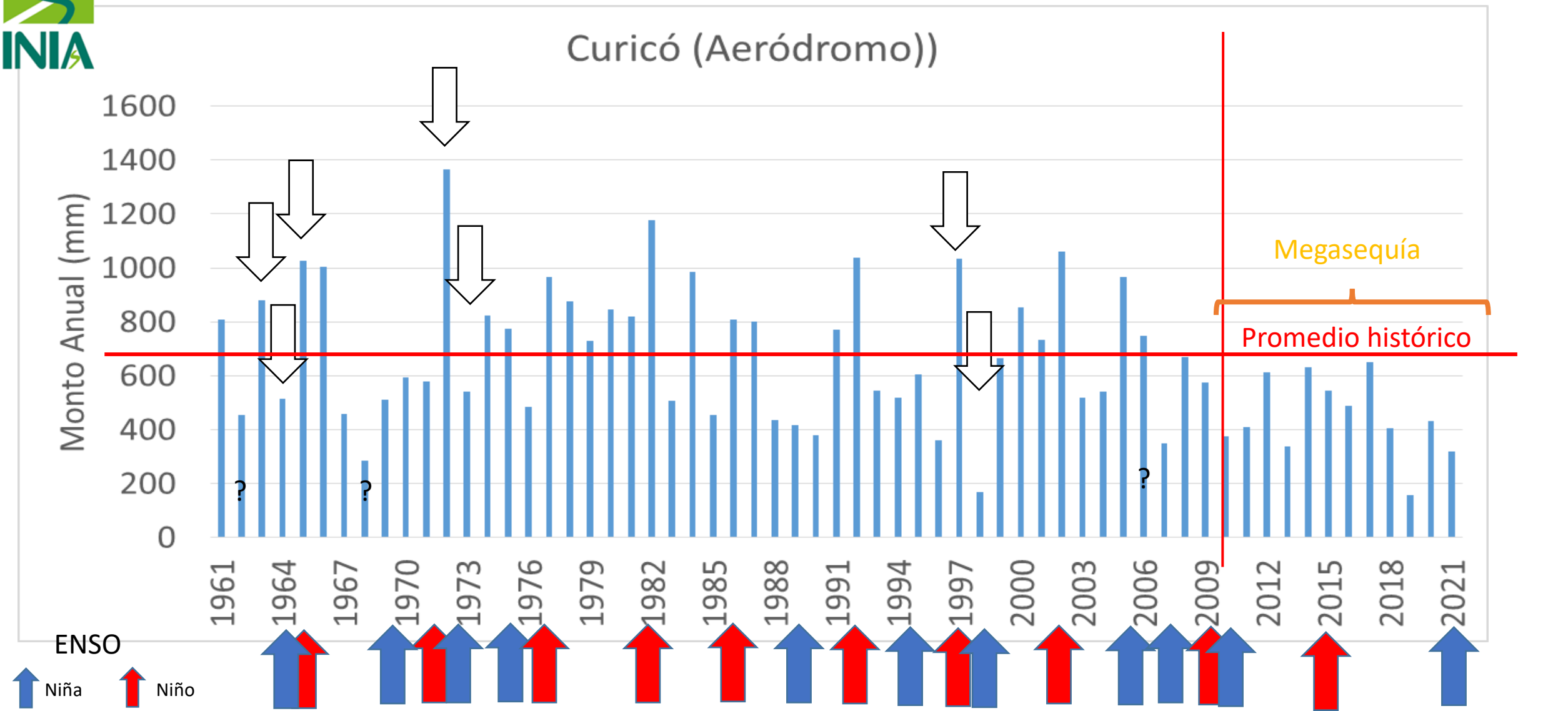
(años)

Cambio climático



→ ¿Mancha cálida?

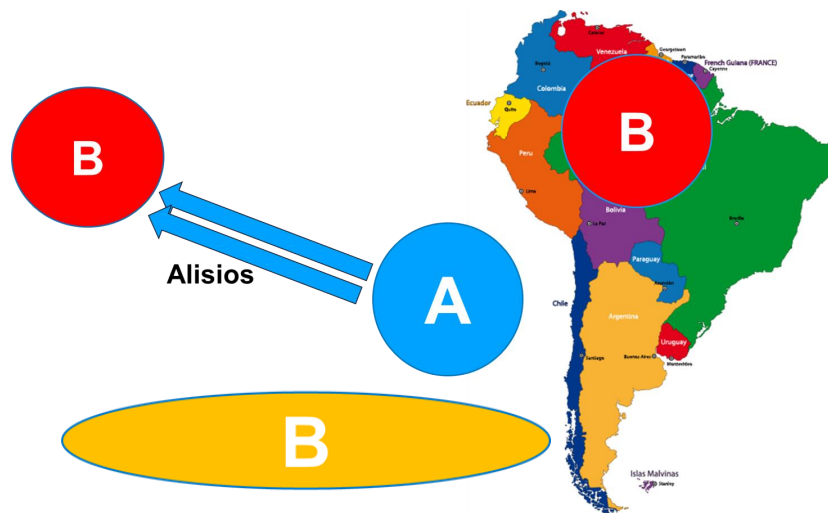




El ENSO

Dos fenómenos en uno: **EN**=El Niño **SO**: Oscilación del sur (Southern Oscillation).

- El Niño: Masa de agua más cálida que se desplaza desde el norte de Australia hacia el sur de Chile. Ocurre entre 4 y 7 años
- Oscilación del Sur: Cambio en los patrones de presión, en que disminuye la presión en anticlón del Pacífico



Disminuye la
diferencia de
presión

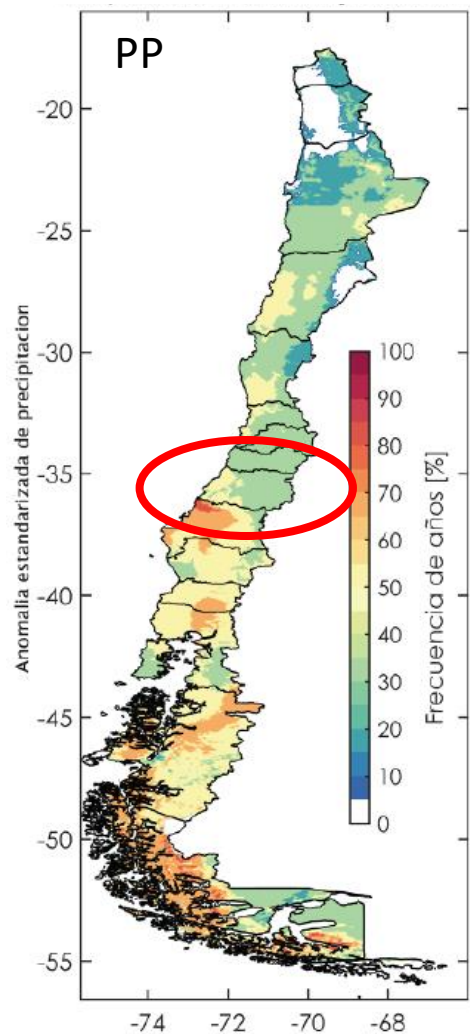
El agua entibiada
debilita el
anticiclón

Se debilitan los Alisios

El agua entibiada en el
trópico “afirmada” por los
alisios se viene hacia Chile

Pero ¿como afecta?. Como vimos, Niña → seca y fría, Niño → lluvioso y cálido, pero igual depende del periodo y lugar

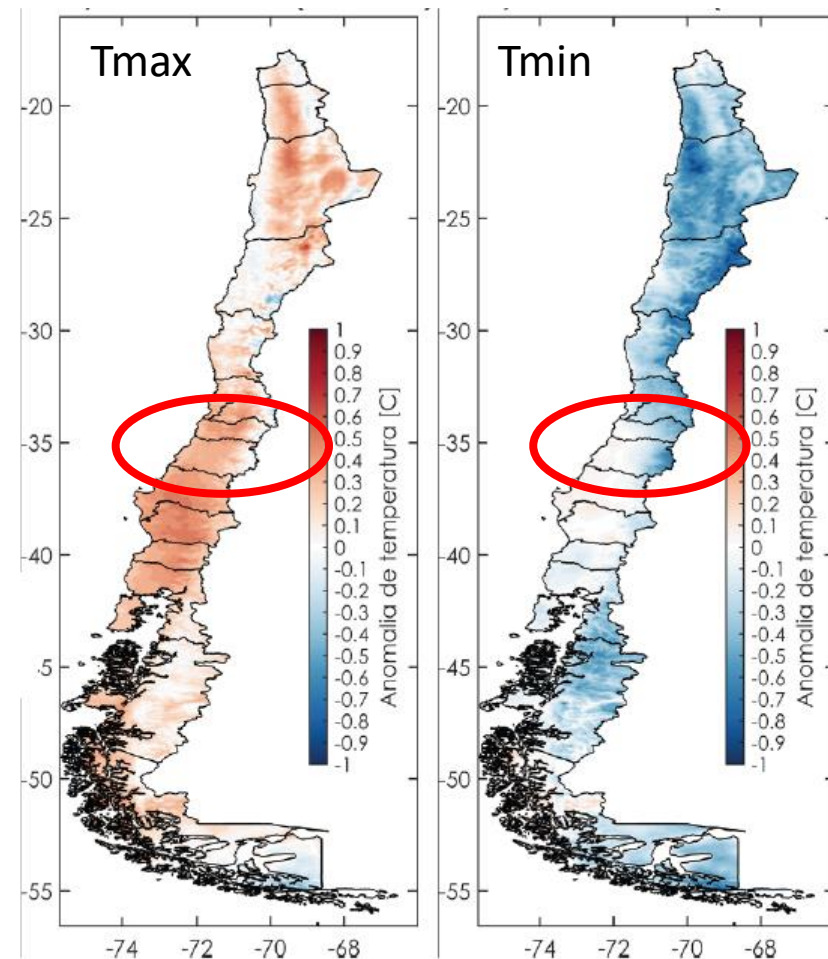
El ENSO. Efecto de la Niña para MJJ



Santiago	-0.8	-0.1	-0.6	1.2	-0.9	-0.7	-1.3	-1.1	0.8	-0.7	-0.2	-0.4
Curico	-1.4	0.1	0.2	1.4	0.9	-0.7	-0.8	-0.9	1.0	-1.1	0.3	-0.7
Chillan	-2.8	0.9	-0.4	0.7	0.2	-0.3	-0.6	-0.3	-0.2	-1.1	0.2	-1.1
	1964	1971	1973	1974	1975	1985	1988	1999	2000	2007	2008	2010

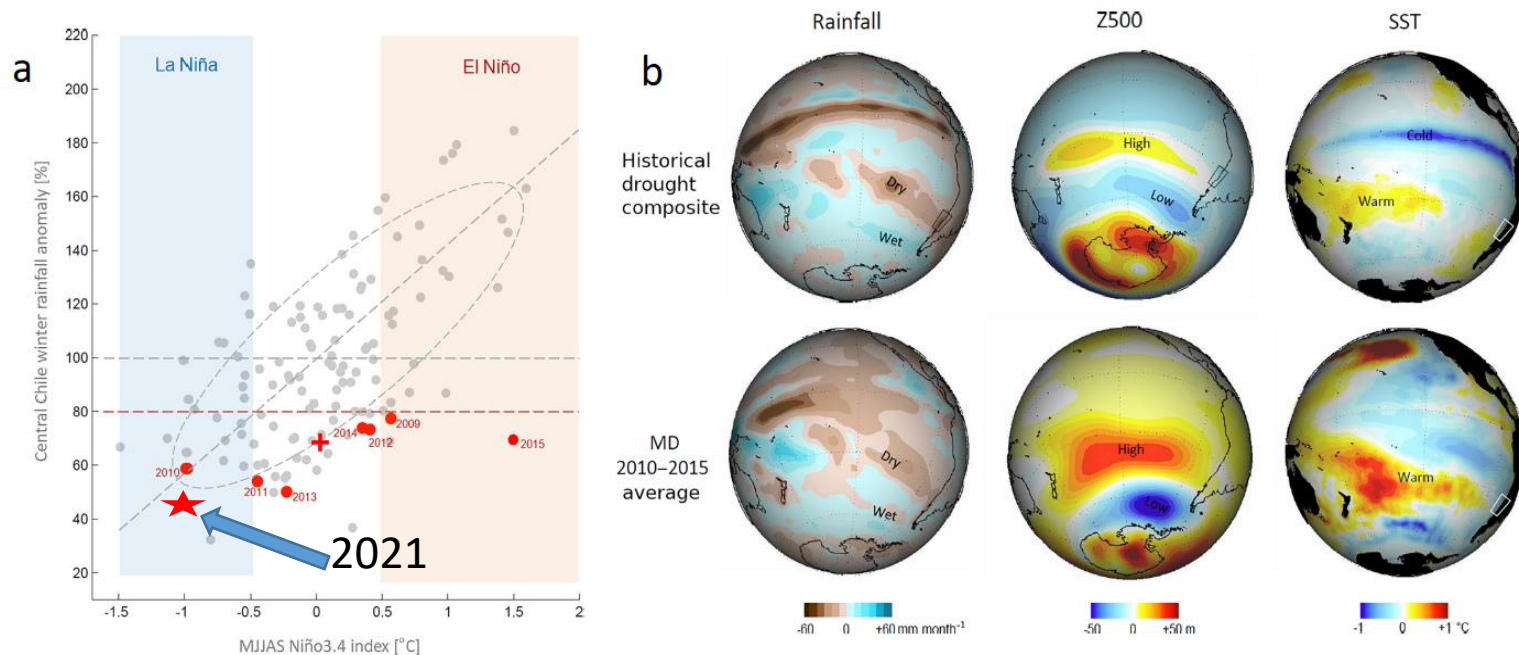
Lo histórico dice que:

- En Maule la Niña se comporta como dicen los manuales
- Las máximas mayores pueden deberse si a la mayor cantidad de días no nublados
- Ha habido Niñas lluviosas



Pero...

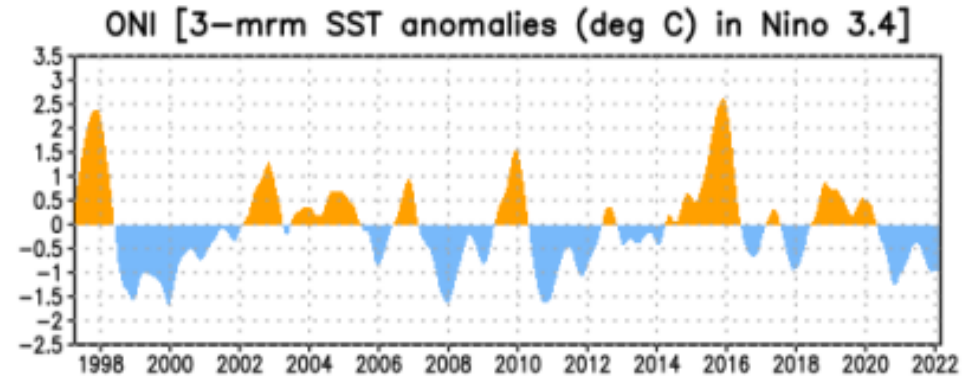
- El ENSO ya no es tan importante. de hecho, en los últimos 10 años su efecto es menor



Y cuando había Niño el río se salía



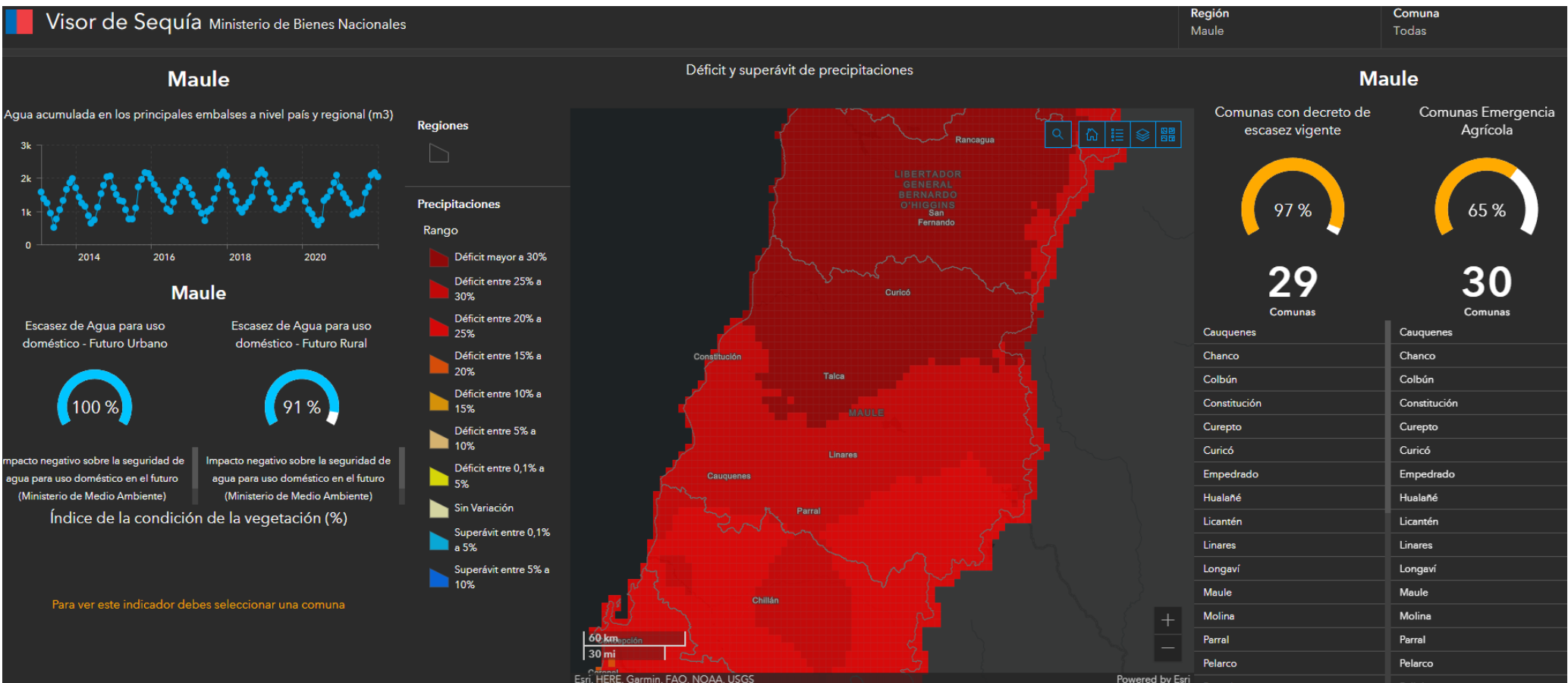
Con eso en mente



- Año Niña (por segunda vez consecutiva ...y lo será por tercera)
- Otoño 2021 “normal” aunque empezó tarde. Invierno 2021 muy seco (Record)
- Primavera 2021: muchos días lluviosos, pero de poca agua (“la mano de Dios”)
- Primavera y verano sin términos medios en lo que respecta a temperatura
- Total 2021: 4° más seco en Curicó (5° en Talca, aunque serie es más corta.... ¿7°?)
- 2022 iba seco, Abril lo normalizó, y lo que va de mayo volvió a ser retroceso. Al día de hoy tenemos una sequía leve (aproximadamente 20% en promedio, aunque dependiendo de la zona... 30% norte, 15 centro, sur y costa, casi normal en cordillera)... esto no considera déficit acumulado.



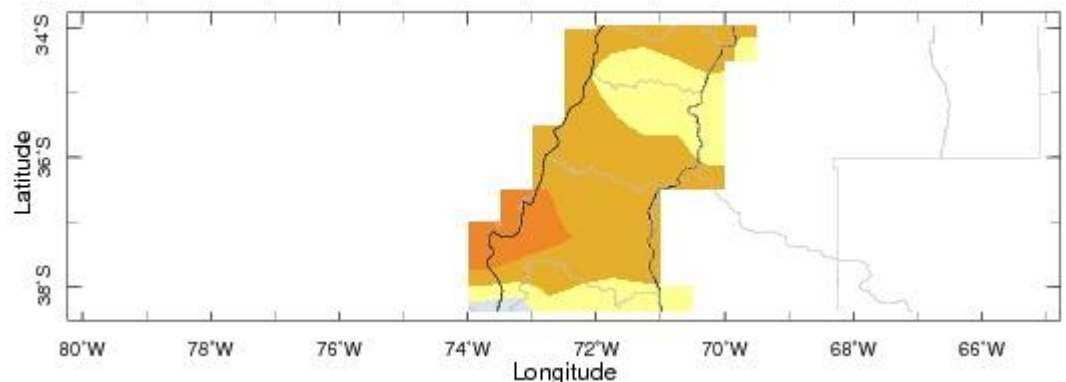
Mapas de sequía (año pasado)



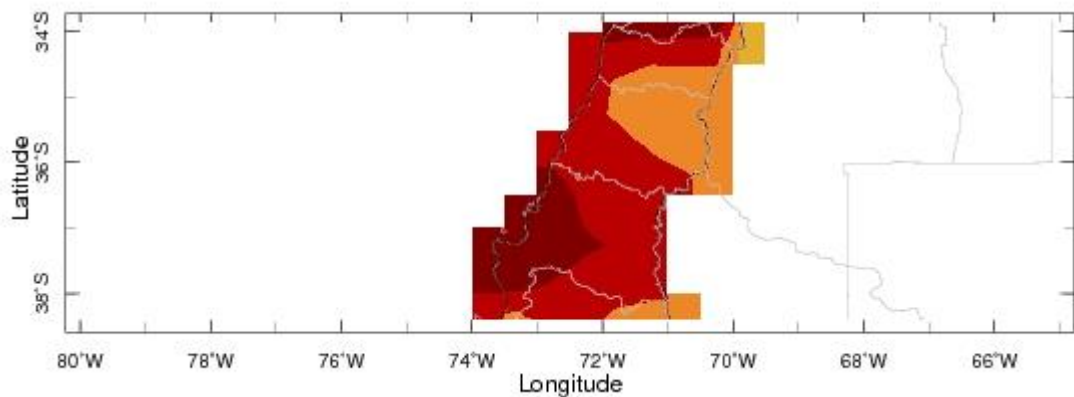


Mapas de sequía (IPE)

3 meses



1 año

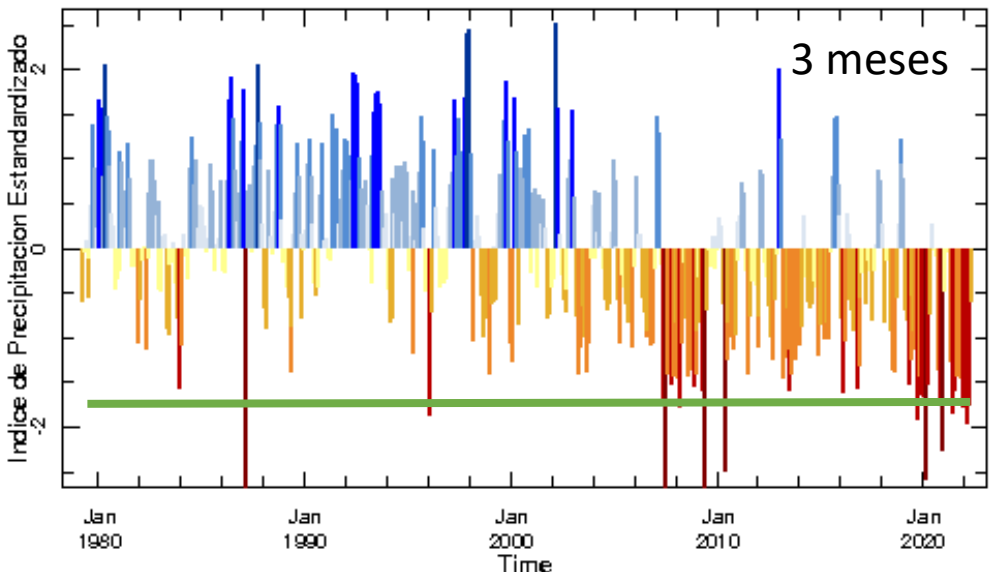


Linares (abril)

SPI1: 0.05713812
SPI12: -1.538644
SPI3: -0.5684761
SPI6: -1.316063
SPI9: -1.295098

Abril un poco más lluvioso

Pero no revierte la sequía

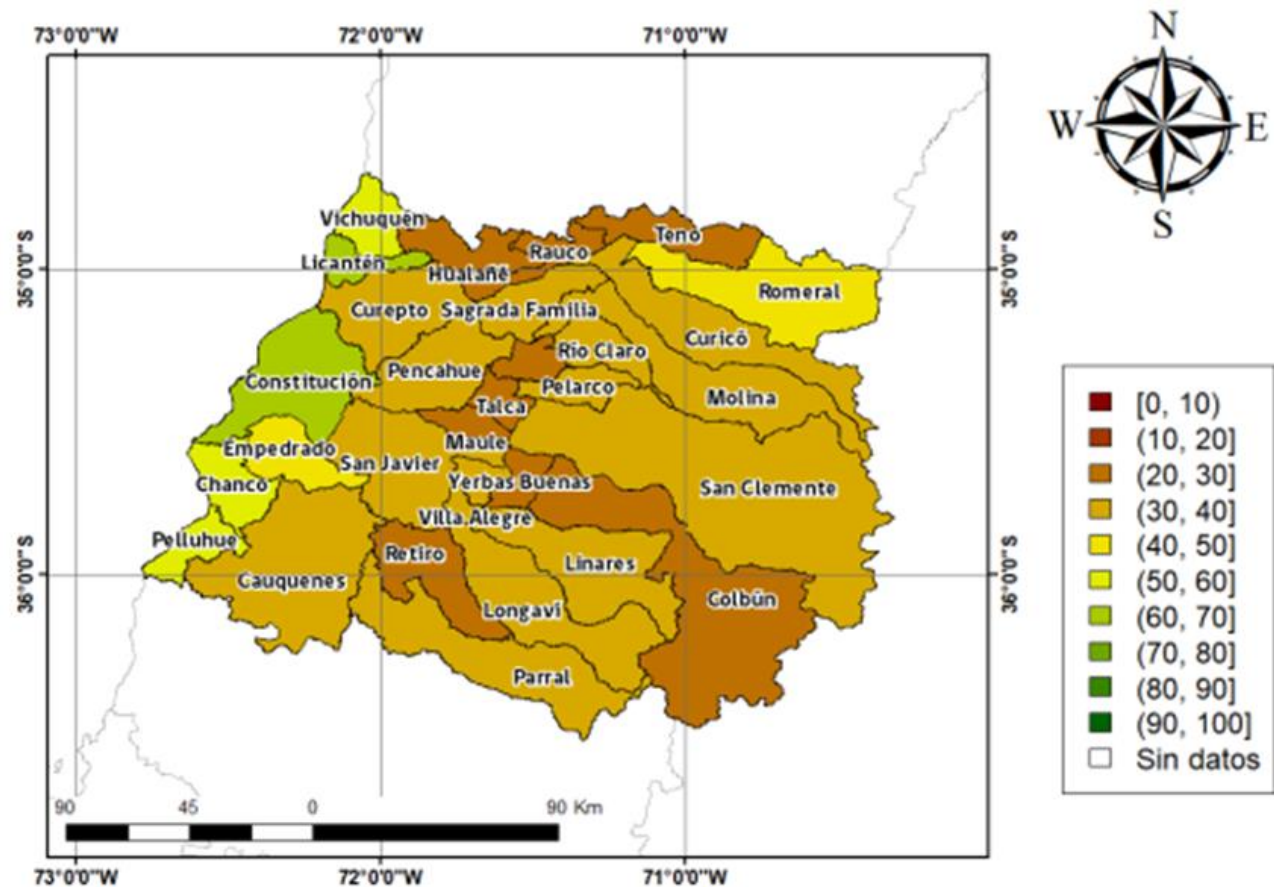
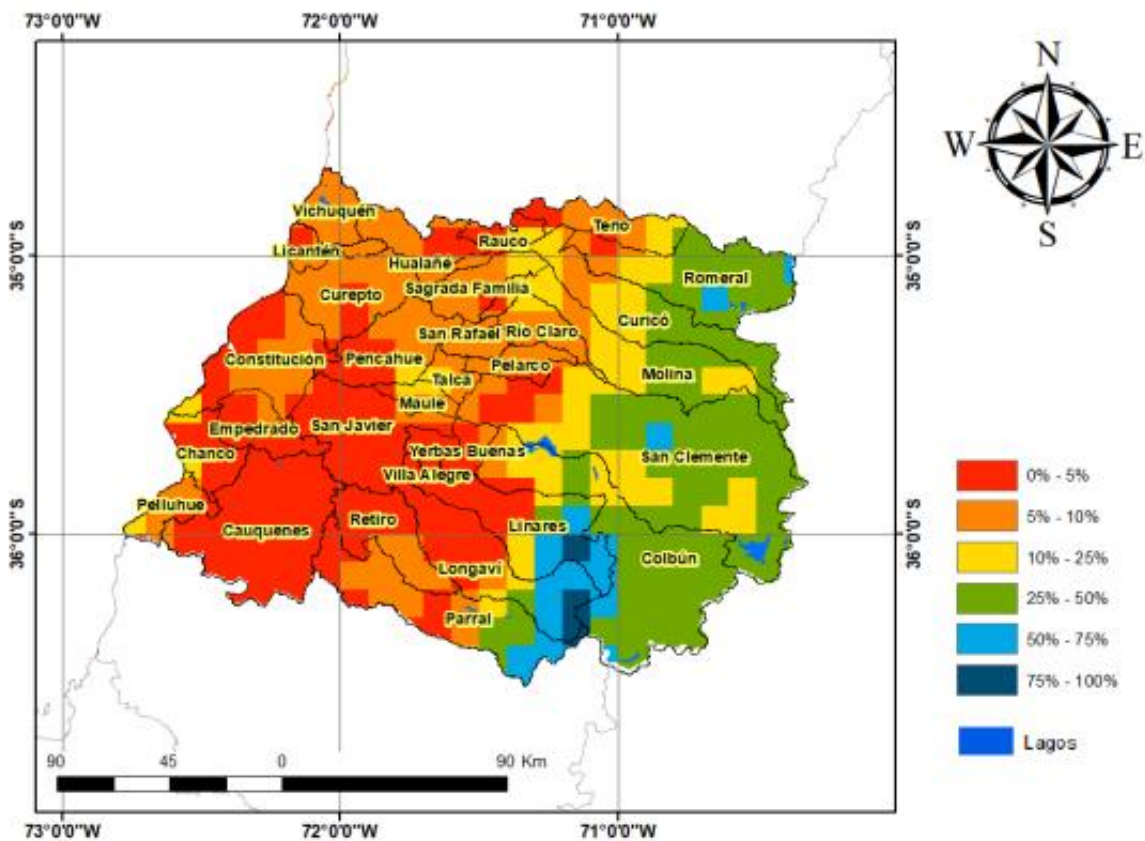


Valor	Categoría
mayor que 2	Extremadamente lluvioso
entre 1.5 y 2	lluvioso
entre 1 y 1.5	Moderadamente lluvioso
entre 0.5 y 1.0	Ligeramente lluvioso
entre 0 y 0.5	Normal
entre 0 y -0.5	Normal
entre -0.5 y -1	Ligeramente seco
entre -1 y -1.5	Moderadamente seco
entre -1.5 y -2	Seco
menor que -2	Extremadamente seco

3 meses

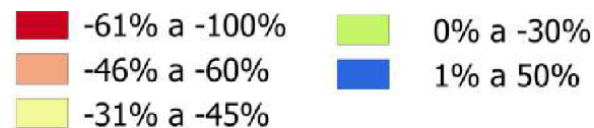
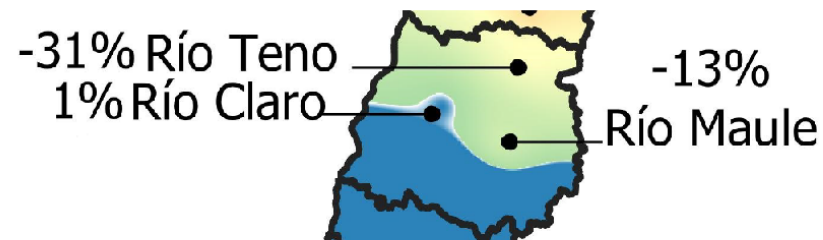
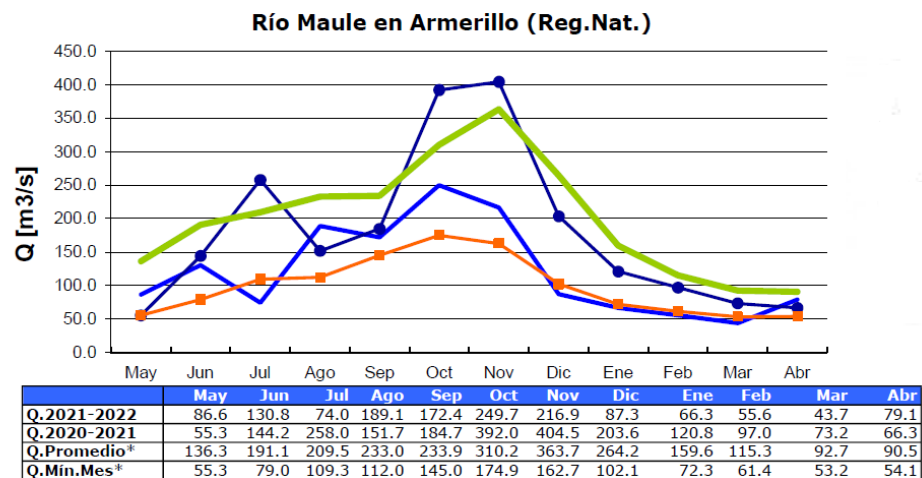
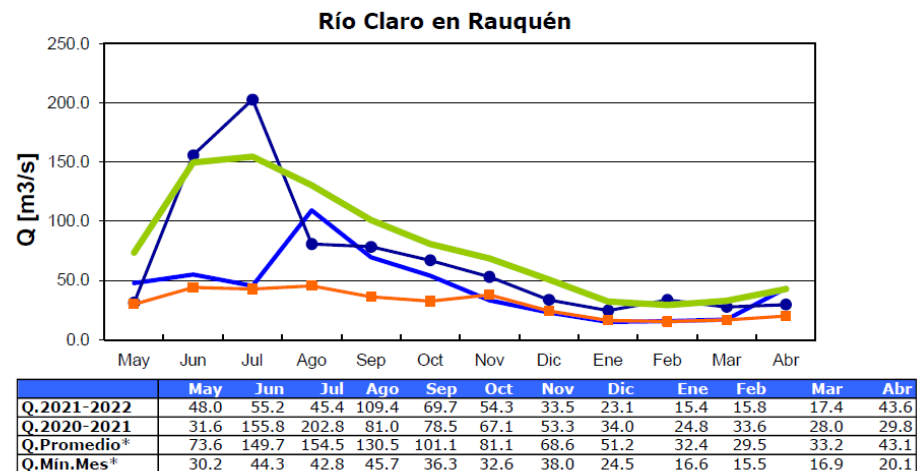
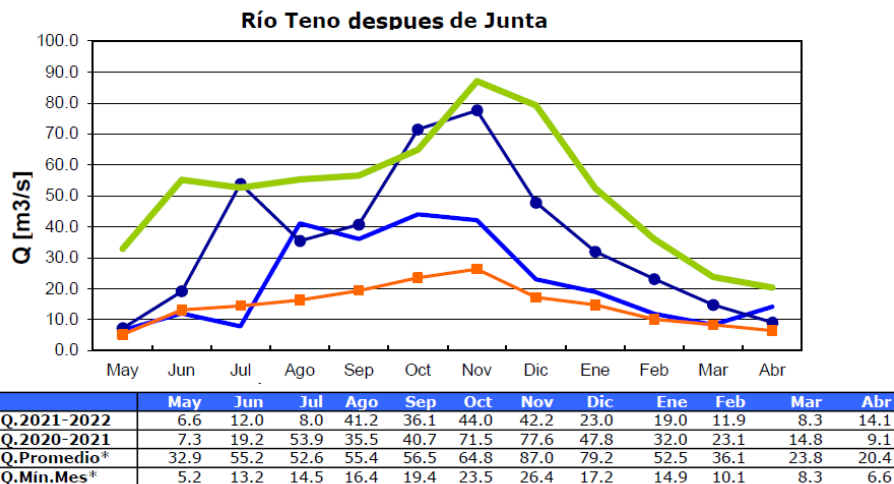
1 año

Esto tiene consecuencias (satélites)



Mala condición general de la vegetación en el interior, mejor en la costa. Poca agua acumulada en el suelo (es absoluto... no se tiene referencia histórica).

Esto tiene consecuencias



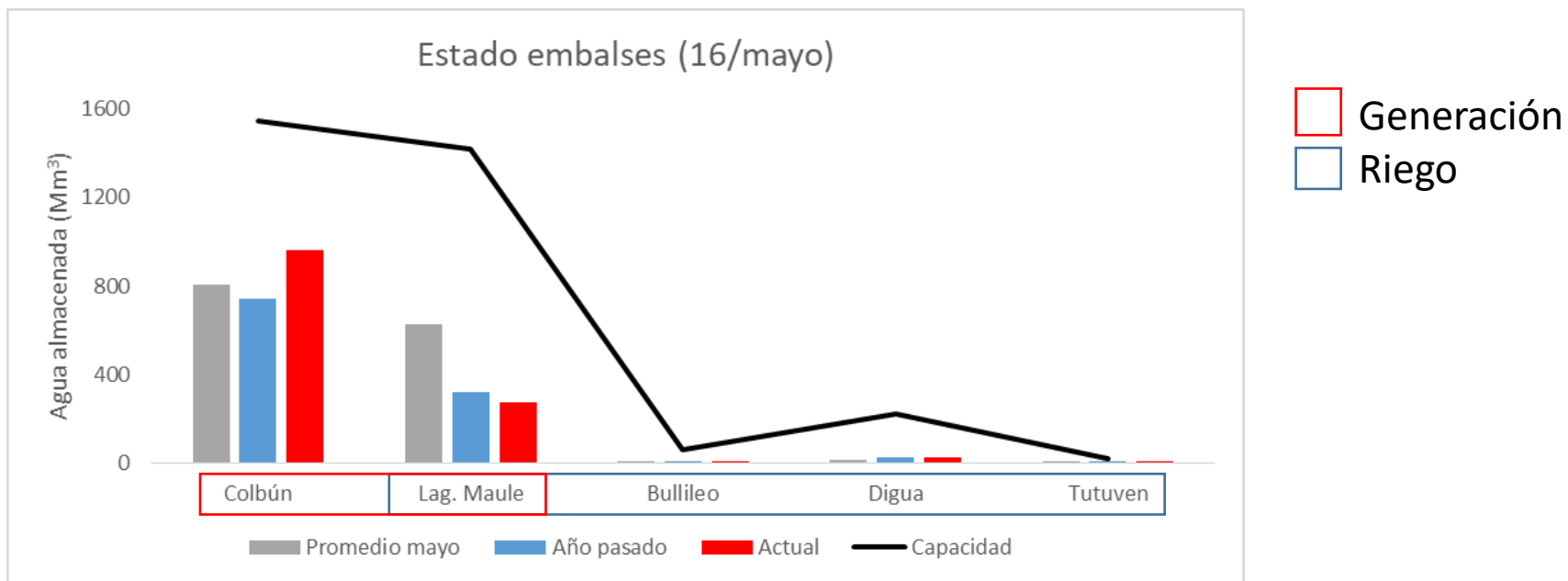
— Q.2021-2022 — Q.2020-2021 — Q.Promedio* — Q.Min.Mes*

Ríos con poco caudal, aunque se recuperaron en abril

<http://riesgoclimatico.inia.cl/public/publicaciones>



Esto tiene consecuencias

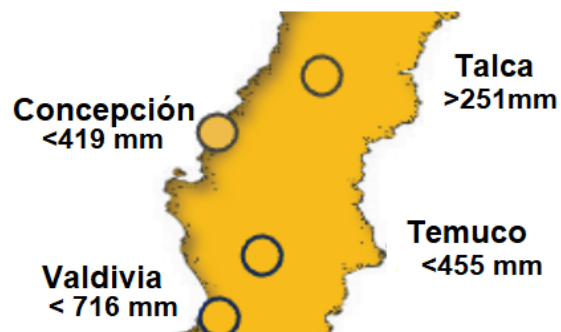


- Mejor que el año pasado y en torno al promedio histórico como suma, pero lejos de la capacidad máxima
- Mejor que en la zona central (poco riesgo de falta de abastecimiento humano)
- Ayudo mucho el evento de Abril
- ¿Aguanta otro año seco?

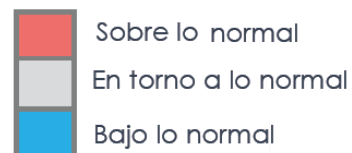
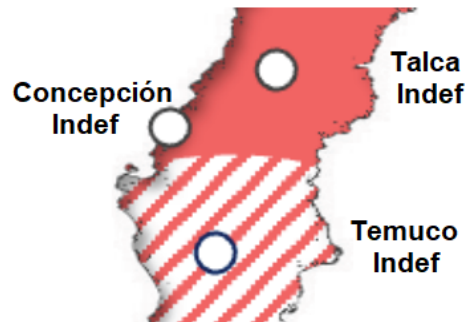


Y como se viene. Pronóstico de temporada MJJ (DMC)

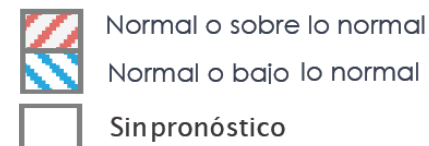
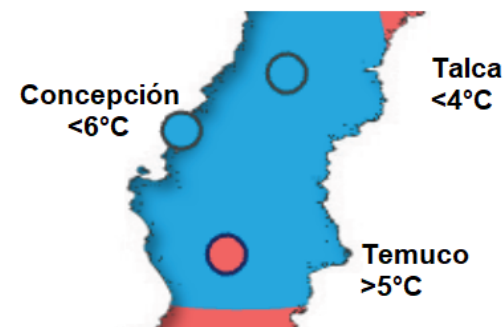
Precipitación



Temperatura Máxima



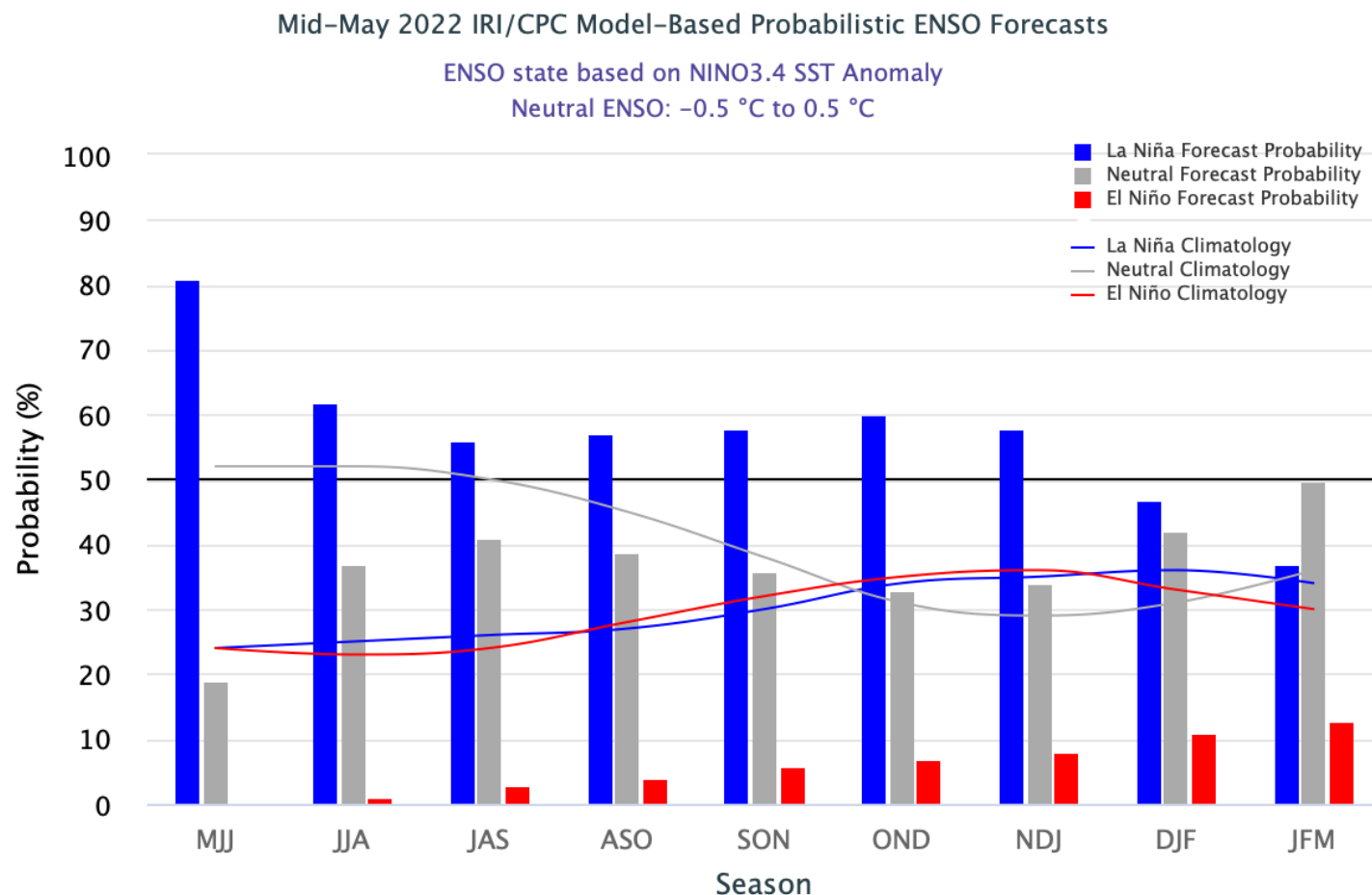
Temperatura Mínima



- Otoño seco y frío, aunque máximas pueden estar más altas (¿más días soleados?)
- Mayo más seco de lo normal, lo que no quita que haya eventos de lluvia... Junio sale muy luego.



Y a mediano plazo (sólo ENSO)



- Condición Niña... y Niña muy porfiada (no se quiere ir)
- Invierno seco y frío
- Lo más probable es que este año sea muy parecido al año pasado, ...aunque seguimos monitoreando, ya que el pronóstico a más de 3 meses es poco exacto



Pero ¿Qué hacemos?

Estar informados y actuar en contingencia a lo que está pasando.

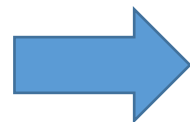


Boletín Nacional de Análisis de Riesgos
Agroclimáticos para las Principales
Especies Frutales y Cultivos y la
Ganadería

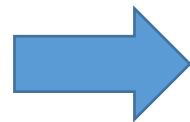
MAYO 2022 — REGIÓN MAULE

Autores INIA

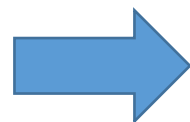
Raúl Orrego, Ingeniero en Recursos Naturales, Dr. Quilamapu
Alfonso Valenzuela, Ing. en Ejecución Agrícola, Quilamapu
Cristian Balbontin, Ing. Agrónomo Dr., Quilamapu
Dalma Castillo Rosales, Ing. Agrónomo Dr., Quilamapu
Fernando Fernández Elgueta, Ing. Agrónomo, Raihuen
Gabriel Donoso Nanculao, Bioquímico, Quilamapu
Ivan Matus, Ing. Agrónomo Ph.D., Quilamapu
Juan Tay, Ing. Agrónomo MS., Quilamapu
Soledad Espinoza T., Ing. Agrónomo Dr., Raihuen - Quilamapu
Kianyon Tay, Ing. Agrónomo, Quilamapu
Lorenzo León, Ingeniero Agrónomo, MSc, Quilamapu
Carmen Gloria Morales Alcayaga, Ingeniero Agrónomo, MSc, Raihuen
Irina Díaz Gálvez, Ing. Agrónomo, MSc, Raihuen
Marisol Reyes Muñoz, Ing. Agrónomo Dr., Raihuen
Jaime Salvo Del Pedregal, Ing. Agrónomo Ph.D. La Cruz
Cristóbal Campos, Ingeniero Civil Agrícola, Quilamapu
Marcel Fuentes Bustamante, Ingeniero Civil Agrícola MSc., Quilamapu



Pronóstico estacional y resumen hidrológico



Recomendaciones INIA: Arroz, trigo, vides,
frutales, praderas, ganadería y leguminosas



Análisis satelital de la condición de la sequía
(NDVI, anomalía del NDVI, VCI y humedad
de suelo)

<https://www.inia.cl/agroclimatico/> ➡ Acá se pueden inscribir para recibirlo

Otras herramientas útiles

Nuestra red (<https://agrometeorologia.cl/>)

20 estaciones en zonas agrícolas

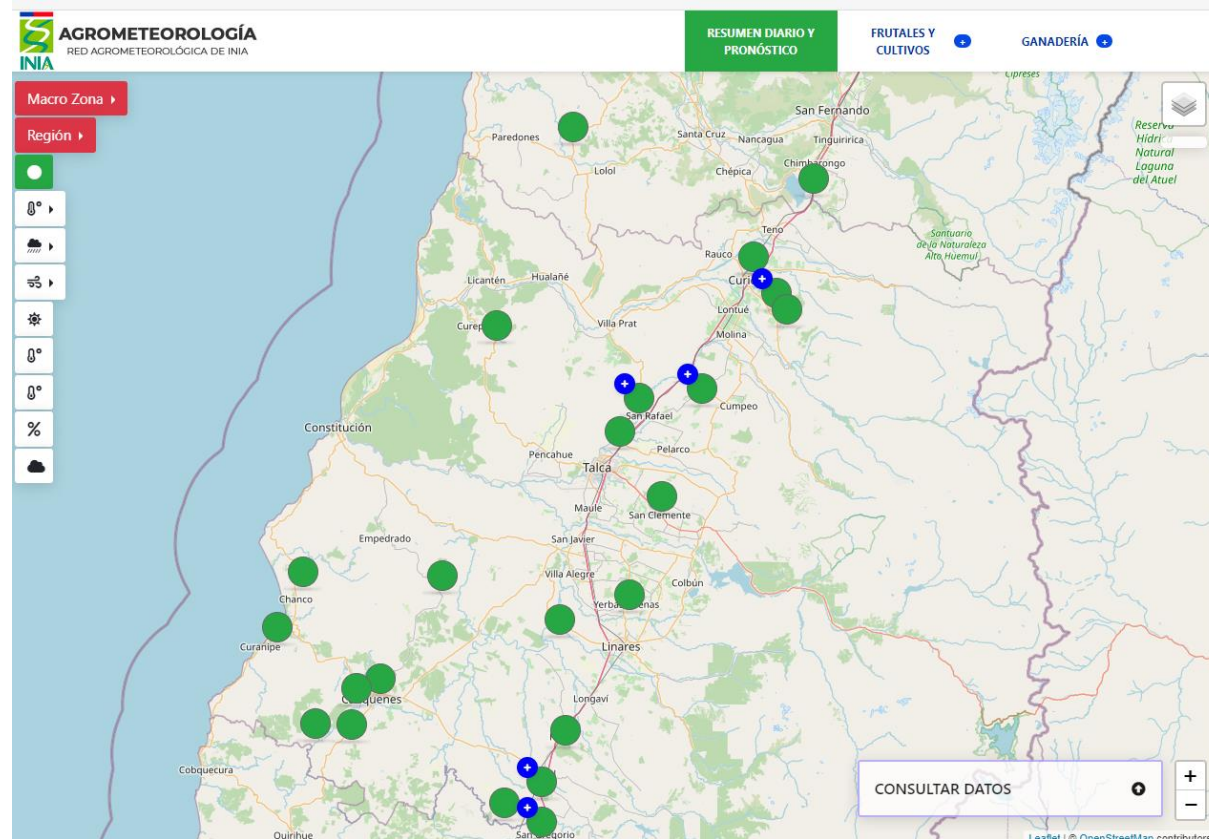
- Descarga de datos
- Evaluación en tiempo real
- Registros “históricos”
- Estimación datos de interés agrícola:(ET0 diario, grados día y hora de frío)
- “pronóstico”

San Clemente, San Clemente en línea

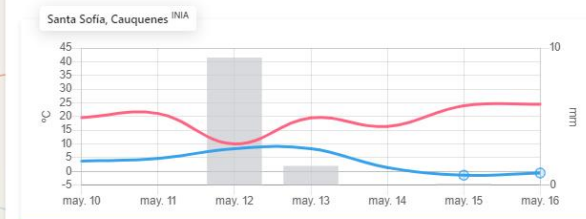
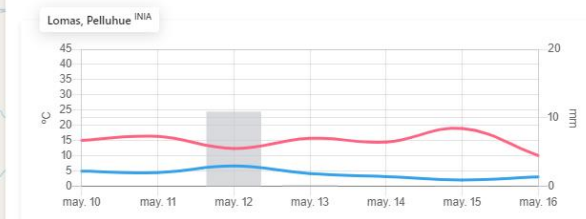
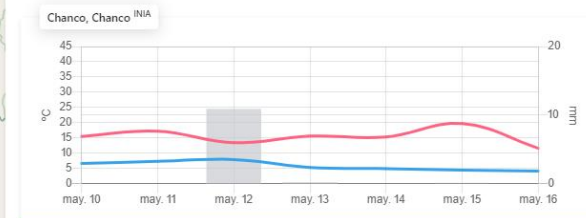
lat.: -35.53, lon.: -71.47, elev.: 221 mts.

	Ayer	Actual 00 a 7 ^{hrs}	Jueves	Viernes
Temperatura del Aire Máx. (°C)	15.4	9.9	9.1	8.7
Temperatura de Aire Mín. (°C)	7.3	6.9	6.6	6.9
Precipitación Acum. (mm)	4.8	0.5	0.0	0.0
Humedad Relativa (%)	86.1	93.1	91.2	91.2
Radiación Solar (Máx ^W)	5.0	0.0	nA	nA
Velocidad de Viento (km/h)	1.3	5.7	6.1	9.4
Ráfaga de Viento (km/h)	15.3	15.0	9.0	12.6
Dirección de Viento (grados)	76 NE	193 S	249 SO	207 S

Propiedad de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
Pronóstico de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) mediante modelo numérico WRF (valor no oficial).



Estaciones Visibles

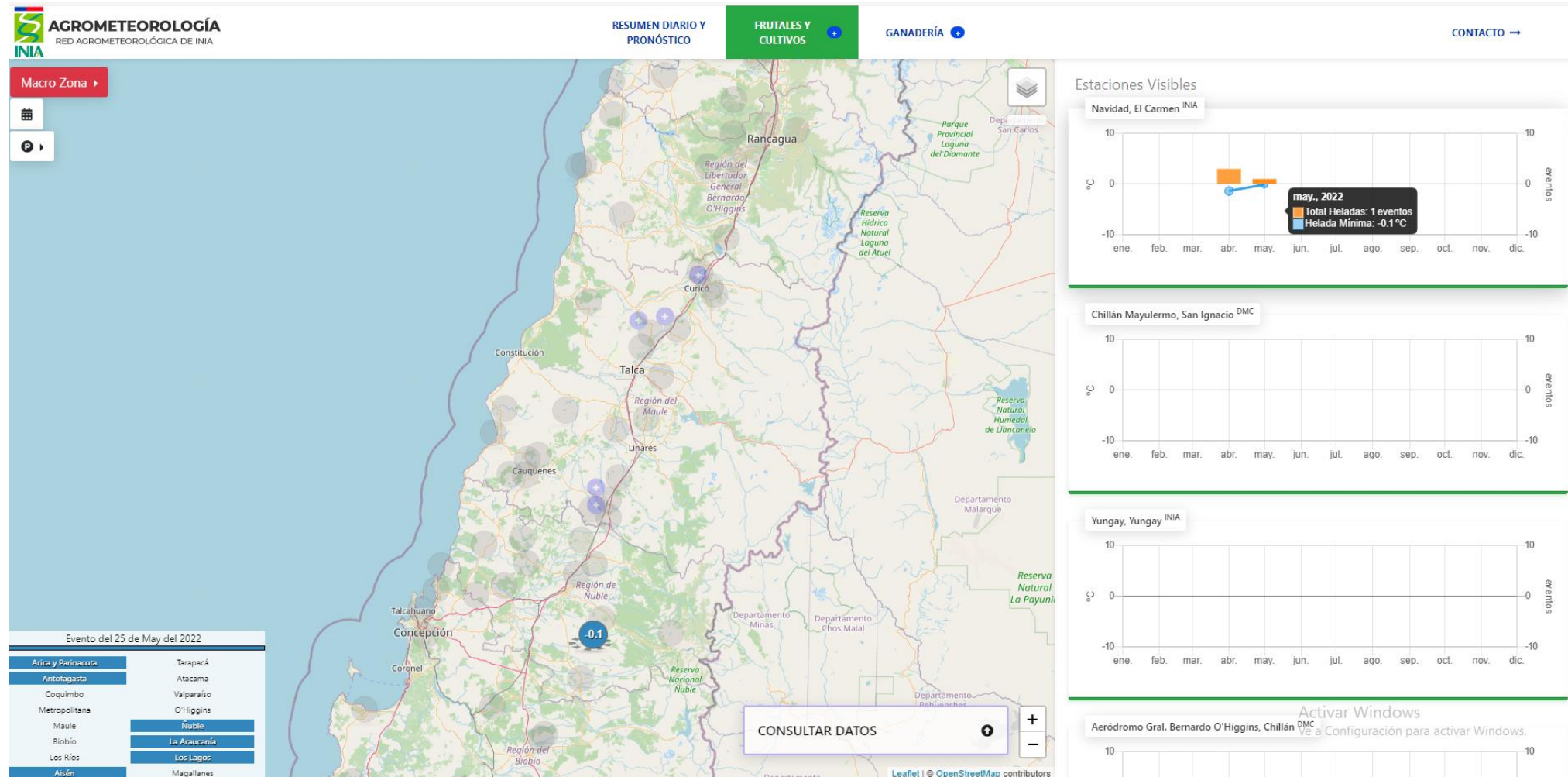


Activar Windows

Algunas herramientas útiles más

Nuestro predictor de heladas (<https://agrometeorologia.cl/heladas/>)

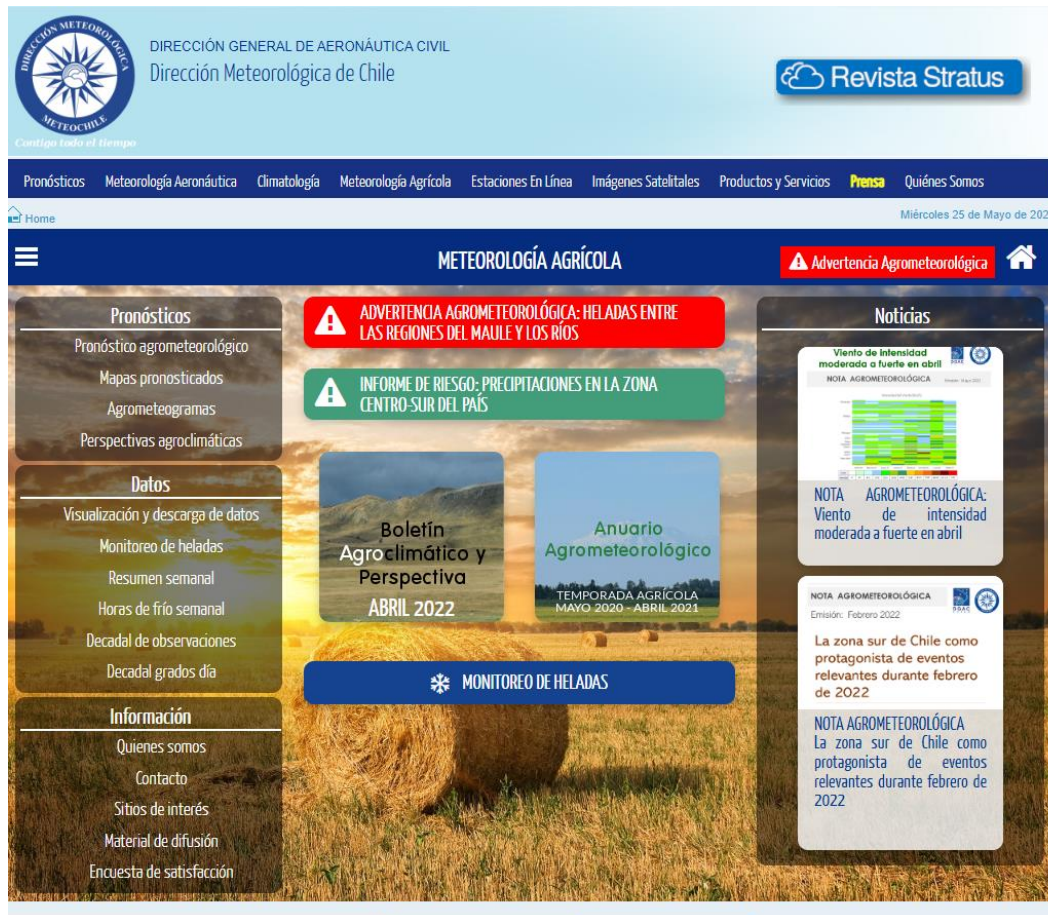
- Indicación evento (y registro, descargable y analizable)
- Indicación de ocurrencia asociado a magnitud y duración
- Pronóstico de ocurrencia y magnitud con hasta 3 días de antelación



Algunas herramientas útiles más

Emergencias agrícolas DMC (<http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>). Pestaña: “Meteorología Agrícola”)

- Más “grueso”, pero bastante más “asegurado” (heladas INIA se refiere sólo a la estación)
- Más riesgos: heladas, vientos, olas de calor, precipitaciones intensas, tormentas eléctricas



Sección

Meteorología Agrícola



ADVERTENCIA AGROMETEOROLÓGICA N°16: HELADAS EN LAS REGIONES DEL MAULE Y LOS RÍOS.

Emisión: Martes 24-05-2022 Hora: 15:20
Validez: Miércoles 25-05-2022 al Domingo 29-05-2022

Para más información visite meteochile.gob.cl o envíenos un correo con sus consultas a datosagro@meteochile.gob.cl

Heladas en las regiones del Maule y Los Ríos:

Entre mañana miércoles 25 y el domingo 29 de mayo de 2022, se esperan heladas en vales y precordillera entre las regiones del Maule y Los Ríos producto de la influencia de un régimen anticiclónico frío.

Los valores de temperatura mínima estimados se detallan en la siguiente tabla:

Temperatura mínima pronosticada [°C]						
Región	Zona	Miércoles 25	Jueves 26	Viernes 27	Sábado 28	Domingo 29
Maule	Cordillera de la Costa	6	1/3	-1/1	-1/1	-1/1
	Valle	6	1/3	2/4	3/5	-1/1
	Precordillera	6	3/5	3/5	4/6	-2/0
Ñuble	Cordillera de la Costa	1/3	0/2	0/2	0/2	-1/1
	Valle	2/4	0/2	0/2	-1/1	-1/1
	Precordillera	0/2	-2/0	-2/0	-3/-1	-4/-2
Biobío	Cordillera de la Costa	1/3	0/2	0/2	0/2	-1/1
	Valle	-2/0	-3/-1	-2/0	-2/0	-2/0
	Precordillera	-2/0	-4/-2	-4/-2	-4/-2	-5/-3
La Araucanía	Valle	0-2	0/2	1	1	-
	Precordillera	1-3	-3	-1	3	-
Los Ríos	Valle	1/2	0	1/2	2/4	-
	Precordillera	0/2	-1/0	-3/-1	0/1	-

Es importante recordar a los agricultores y usuarios que los valores presentados en la tabla son pronosticados, por lo que pueden sufrir modificaciones los días venideros. Estos pronósticos van dirigidos al sector agrícola. Para revisar el pronóstico general en ciudades diríjase a meteochile.cl



Entonces....

- El clima de Chile varía año a año, y estos “modos de variabilidad” estaban más o menos claros
- Desde aproximadamente el año 2010, las certezas que había sobre los modos de variabilidad están bajando su certidumbre, aunque aún nos sirven para tomar decisiones. En base a ello tenemos instrumentos útiles para proyectarnos
- Como INIA tenemos un boletín mensual, que recomendamos seguir para estar informados (<http://riesgoclimatico.inia.cl/public/publicaciones>)
- Este año se proyecta muy parecido al anterior, lo cual no son buenas noticias
- Pero... ¿es esto una nueva normalidad, o sólo algo momentáneo?



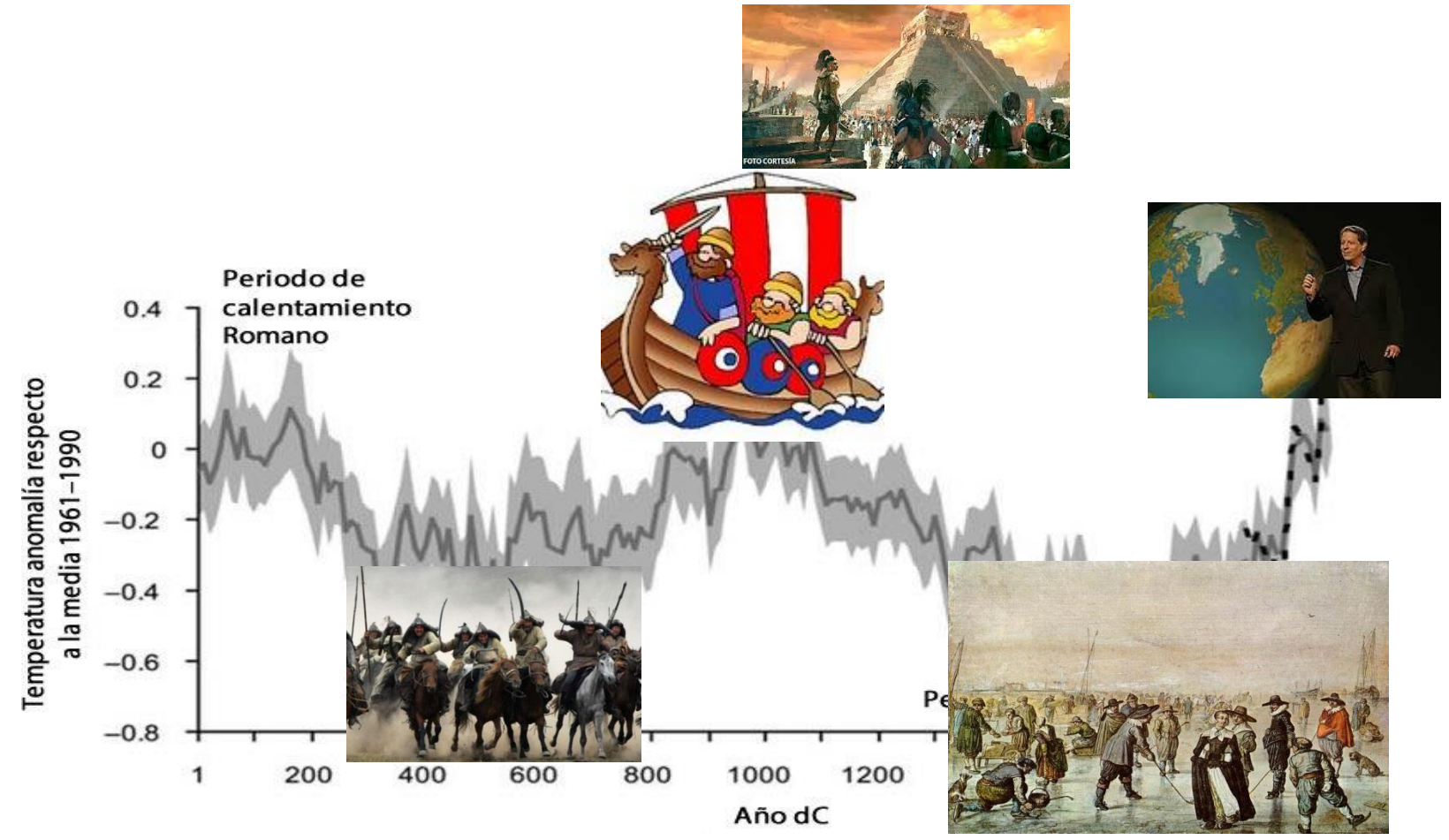
Hablemos de cambio climático





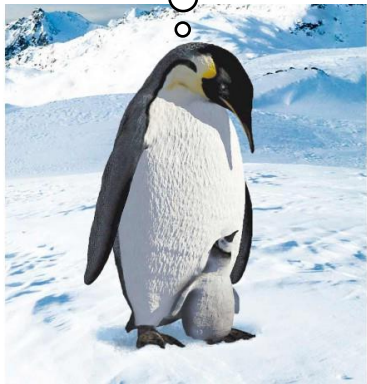
¿Cambia el clima de forma natural ?

- SI.

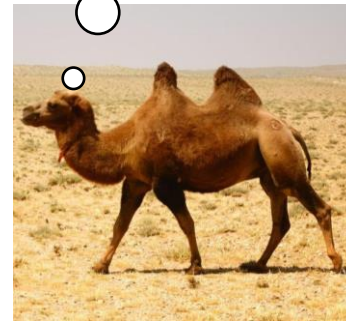


¿y es eso malo?

Pobre, debe tener
mucho calor



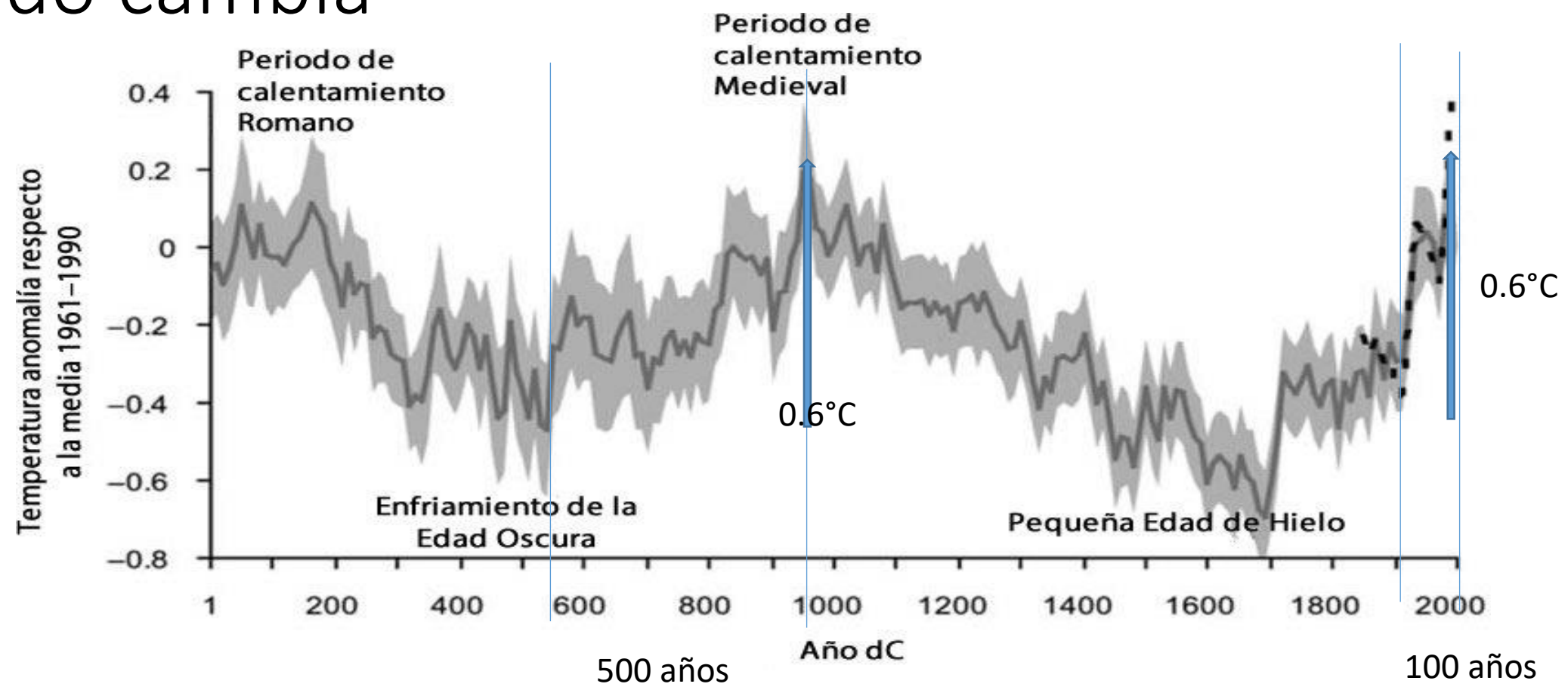
Pobre, tanta humedad
le hará mal



- No hay clima bueno o malo per se.
- El clima es bueno o malo según lo adaptado que estemos
- Estaremos bien adaptados en tanto NO CAMBIE DE MANERA MUY RÁPIDA y SEPAMOS ANTICIPARNOS



El problema no es que cambie... sino cuán rápido cambia



- Cambio NO paulatino. No alcanzamos a adaptarnos. Tasa inédita



De hecho.... Hoy observamos

Más calor, en especial en la noche

¿más días cálidos en invierno?

Menos disponibilidad de agua, sobre todo en verano

Menos heladas, pero siguen ocurriendo ... y en malas fechas

Ciclos fenológicos más cortos

Entrada a la dormancia en condición de estrés hídrico y antes

Dormancia interrumpida

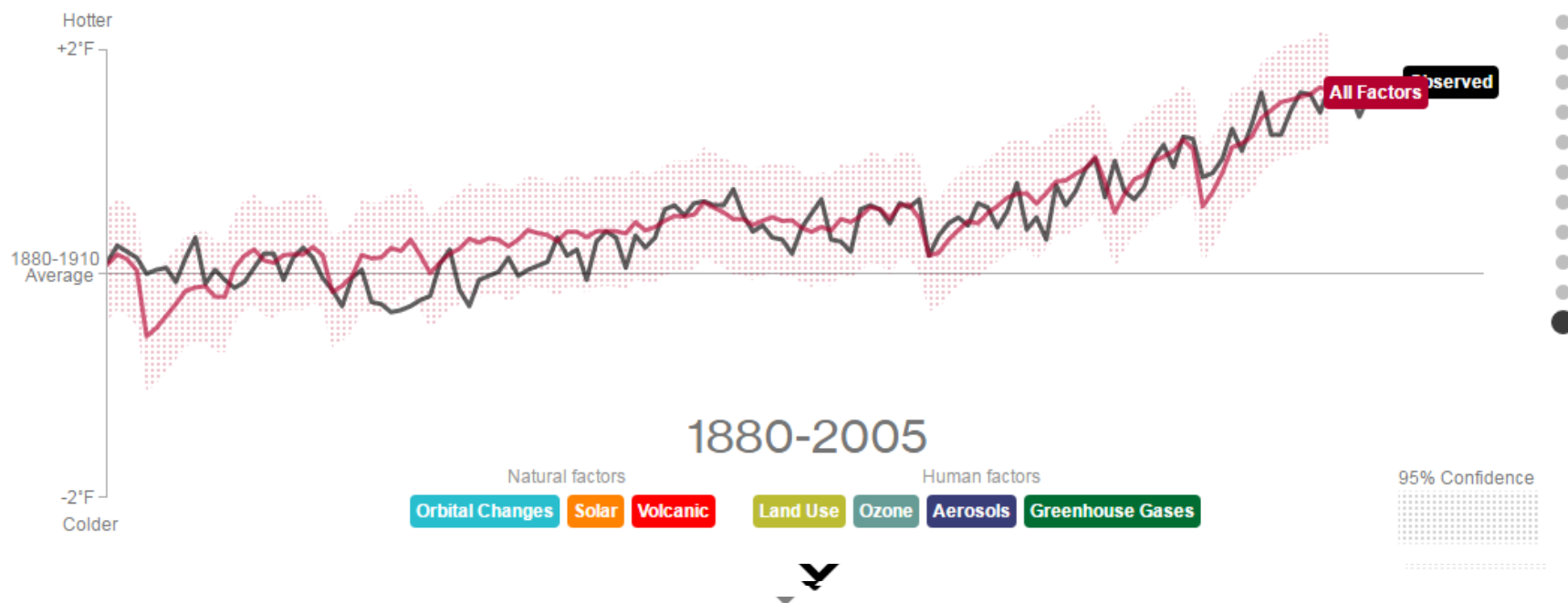
Adelanto Primavera

Mayor riesgo de superposición de periodos sensibles con eventos complejos



Y ¿Es culpa nuestra?

- <https://www.bloomberg.com/graphics/2015-whats-warming-the-world/>



Te Pillamos po'
Compadre!!

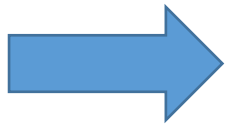


Análisis de largo plazo

- Este es un análisis de lo que se espera para la región en términos del cambio climático
- Es un análisis inicial y muy general. El tema da para un proyecto mayor de zonificación actual y futura para calcular impactos y potenciales de desarrollo
- Este análisis se hizo utilizando el modelo HadGem, que es el sucesor del modelo HadCM3, que es con el que se han hecho las proyecciones de cambio climático en Chile. Los datos fueron ajustados mediante el modelo ANUSCLIM. Son los que están disponibles en la base de datos World-Clim.
- El periodo de referencia para definir el año normal es 1960-1990



Escenarios de Emisión



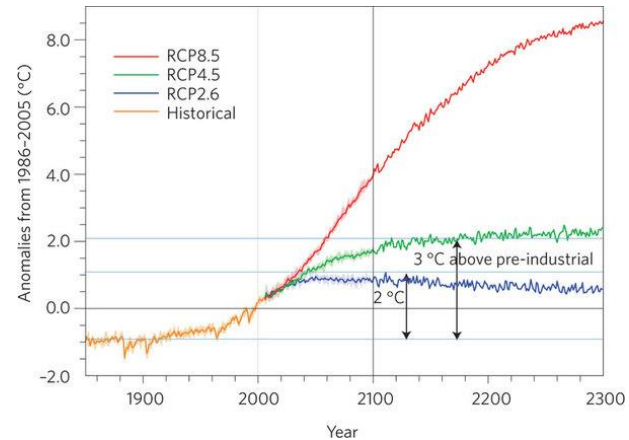
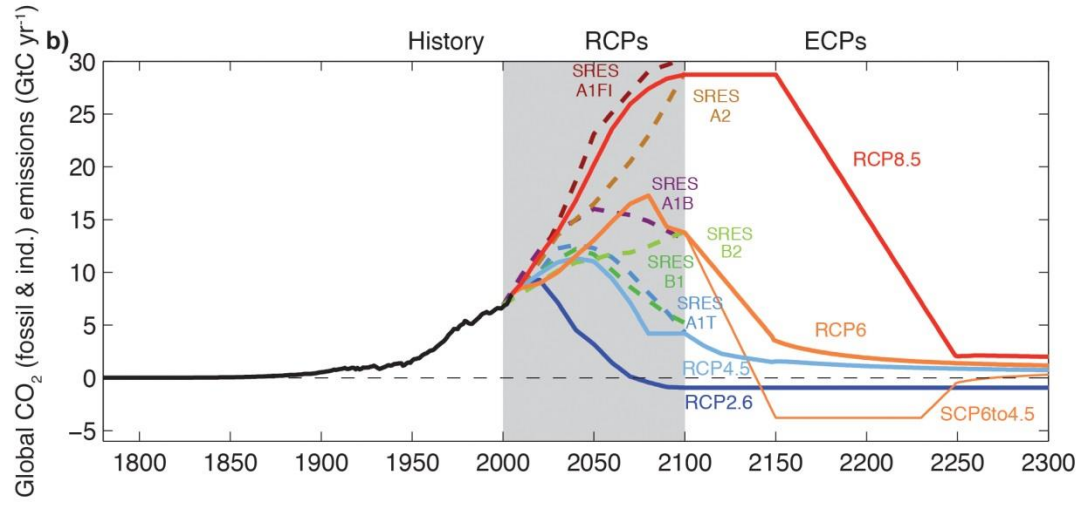
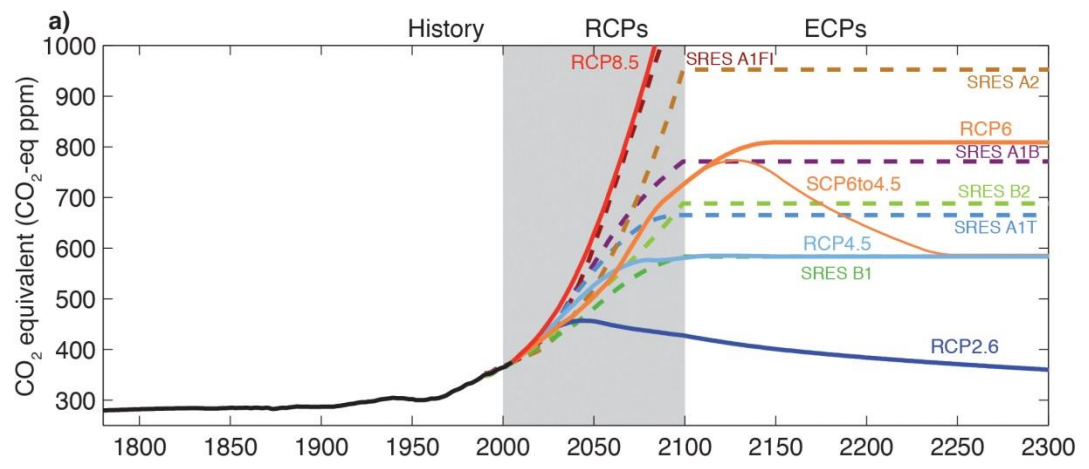
IS92



SRES

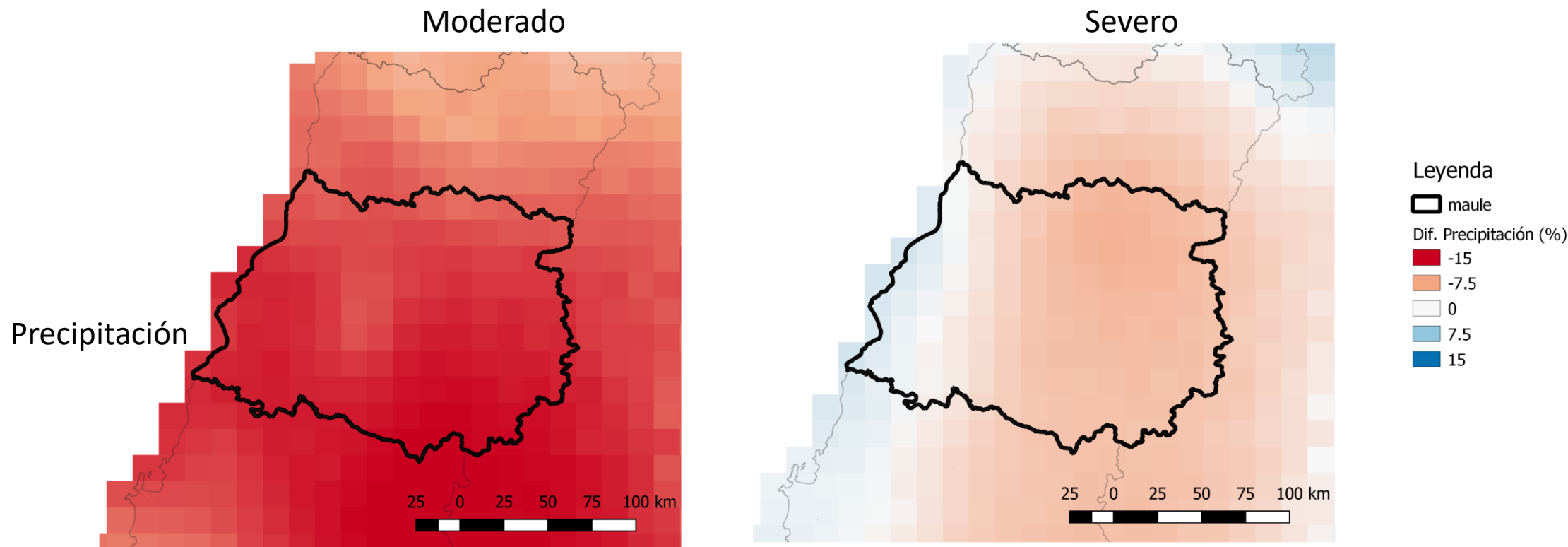


RCP



Veremos 2: severo y moderado

Y que dicen los modelos



Más seco. Hasta un 15% menos de agua en total. Impacto mayor en escenario moderado... (es lo que observamos hoy con la megasequía)

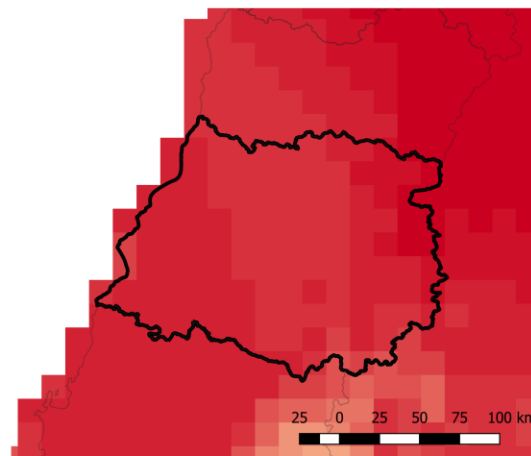
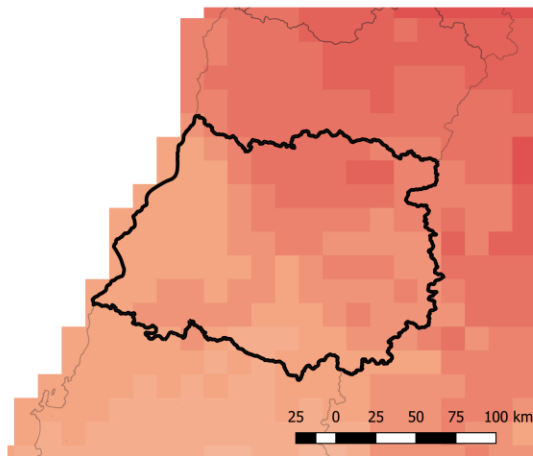


Y que dicen los modelos

Moderado

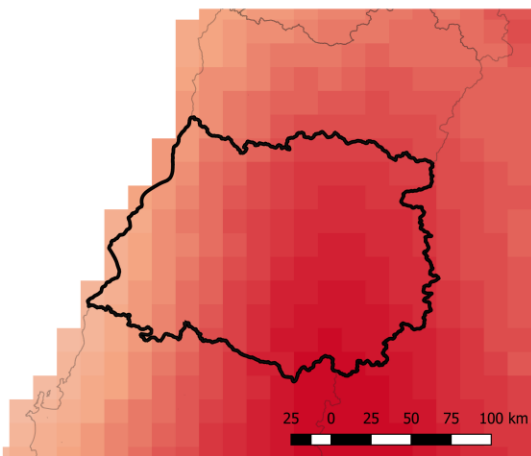
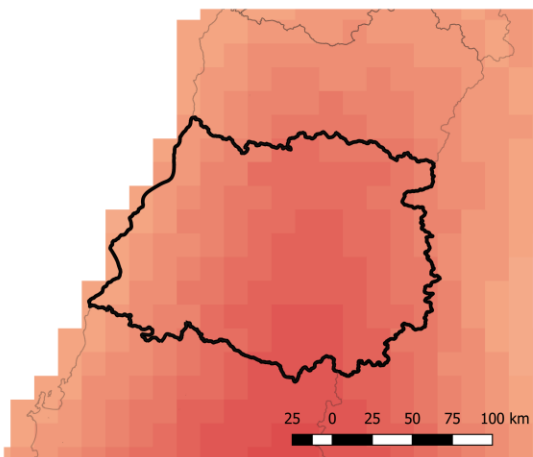
Severo

T. mínima



Leyenda
maule
Dif. Temperatura (°C)
-2
-1
0
1
2

T. máxima

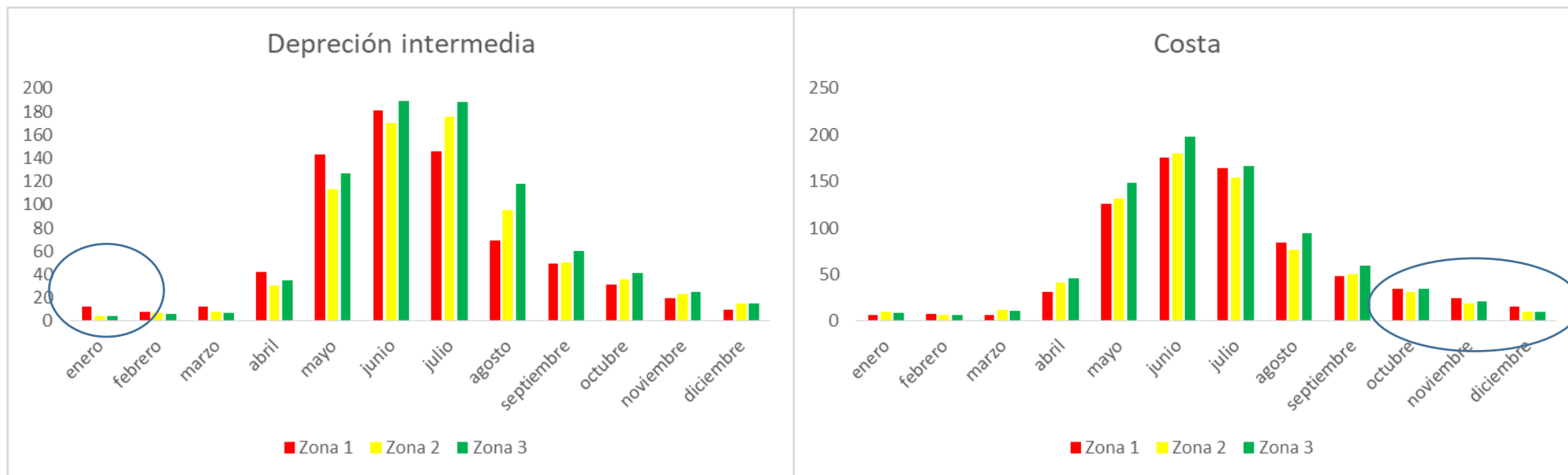


Leyenda
maule
Dif. Temperatura (°C)
-3
-1.5
0
1.5
3

Más cálido. Aumentos menores a 2°C en las temperaturas mínimas, y menores a 3°C en las máximas



Y que dicen los modelos. Precipitación

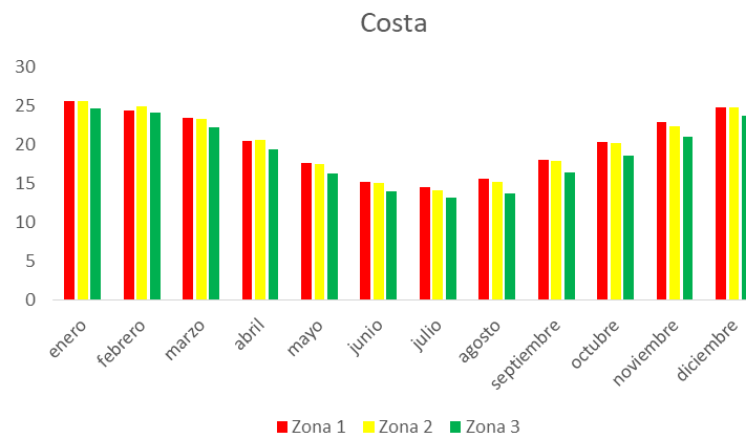
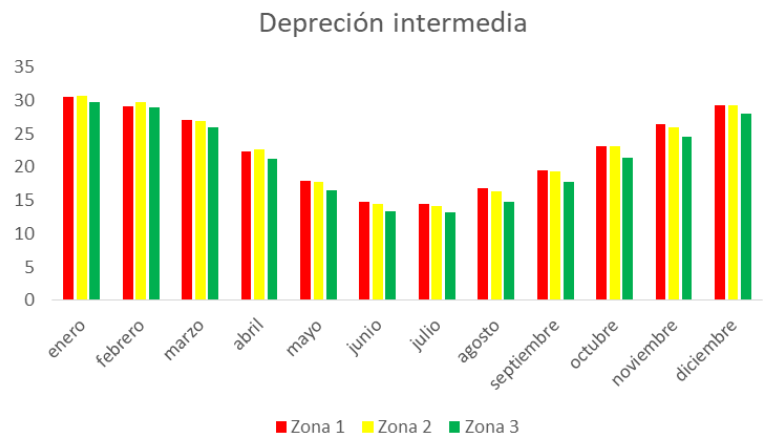
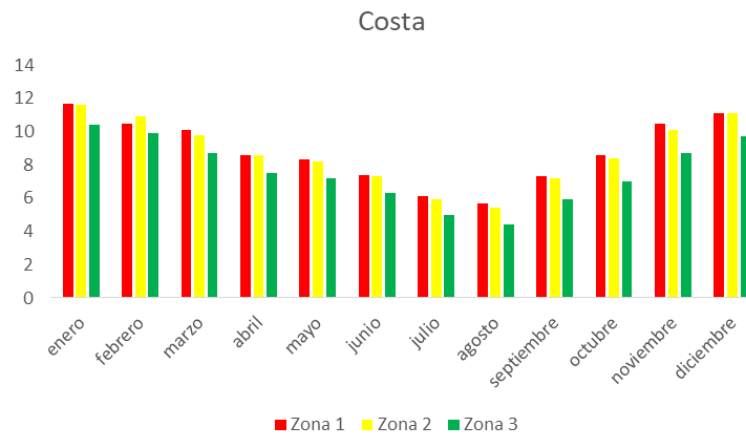
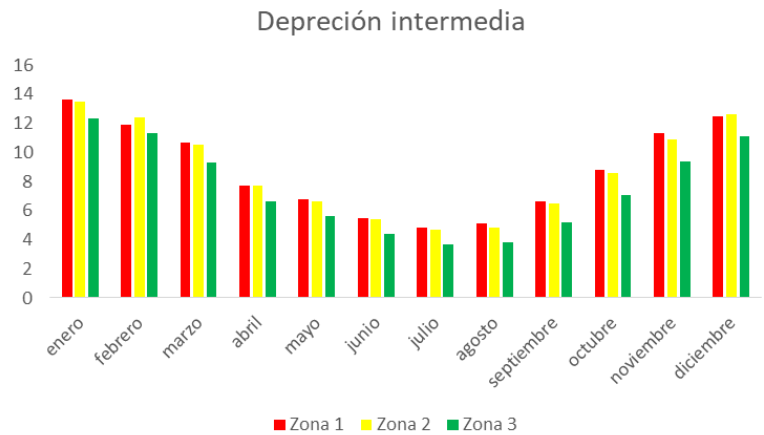


En general más seco, pero ojo con los últimos meses (y enero)

- ¿Y si consideramos al Niño como un escenario severo?



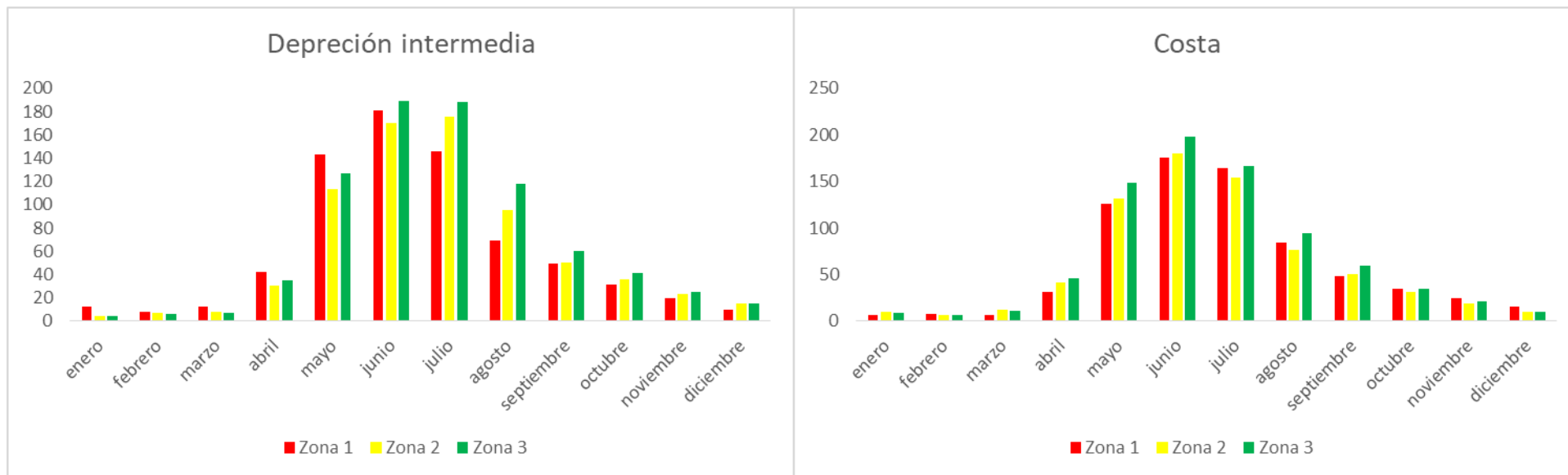
Y que dicen los modelos. Temperaturas



- Más calor. Efecto bastante “parejo”
- Ojo con los eventos extremos



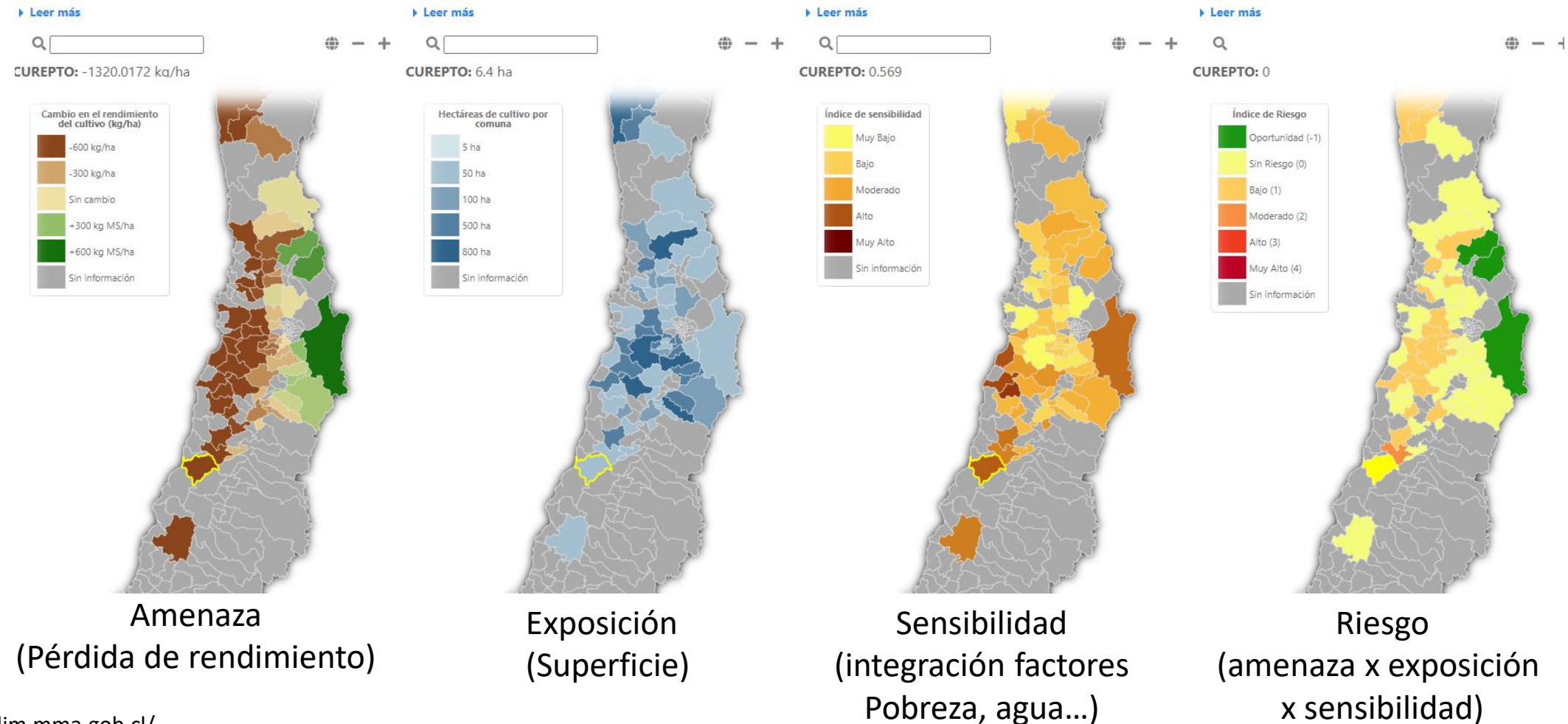
Y que dicen los modelos



Y no. Los climas NO se están corriendo hacia el sur. Lo que ocurre es que en el sur se está produciendo una sequía estival, que favorece a los frutales, junto con un aumento de las temperaturas medias. Sin embargo, las heladas siguen siendo HOY un limitante.... ¿y en el futuro?.... Pronóstico reservado

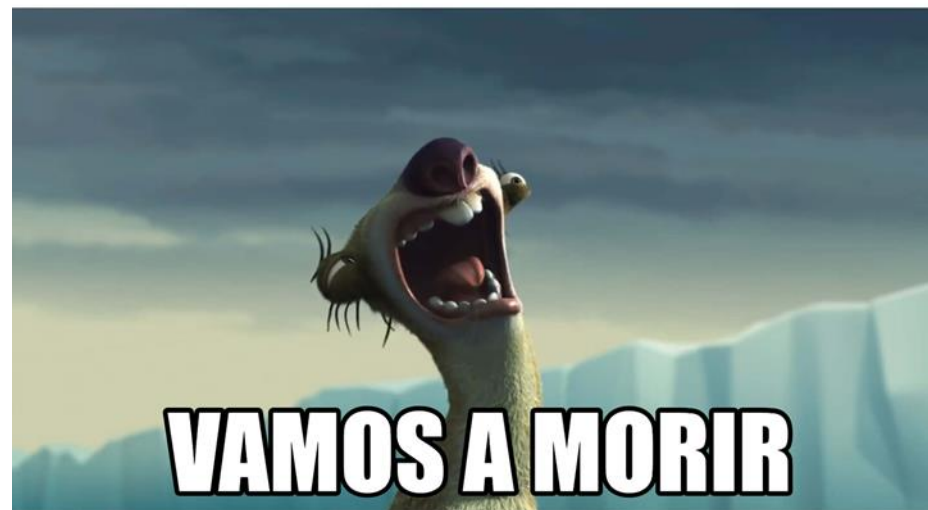
Y que dicen los modelos (atlas de riesgo climático)

Almendro





Entonces....



Hay que adaptarse!!!



Medidas tradicionales recomendadas

- Riego tecnificado → buenos a nivel de predio... ¿y a nivel de cuenca?
- Embalses → ¿y de donde sacamos el agua?... Riesgo de sufrir “la paradoja de la autopista”
- Biotecnología → pero matamos la diversidad varietal

..... El problema no es la herramienta sino su adecuación

LA BALA DE PLATA NO EXISTE





Medidas tradicionales

- Riego tecnificado → enmarcado en un manejo integrado de cuencas, usando inteligentemente el agua sobrante
- Embalses → bien ubicados, y con una política para evitar las falsas seguridades
- Biotecnología → mantener variedades rústicas y pensar bien la política para evitar dependencias



Entonces, ¿cómo nos adaptamos?

- Predecir los cambios

- Cambio climático
- Cambio climático + Variabilidad climática

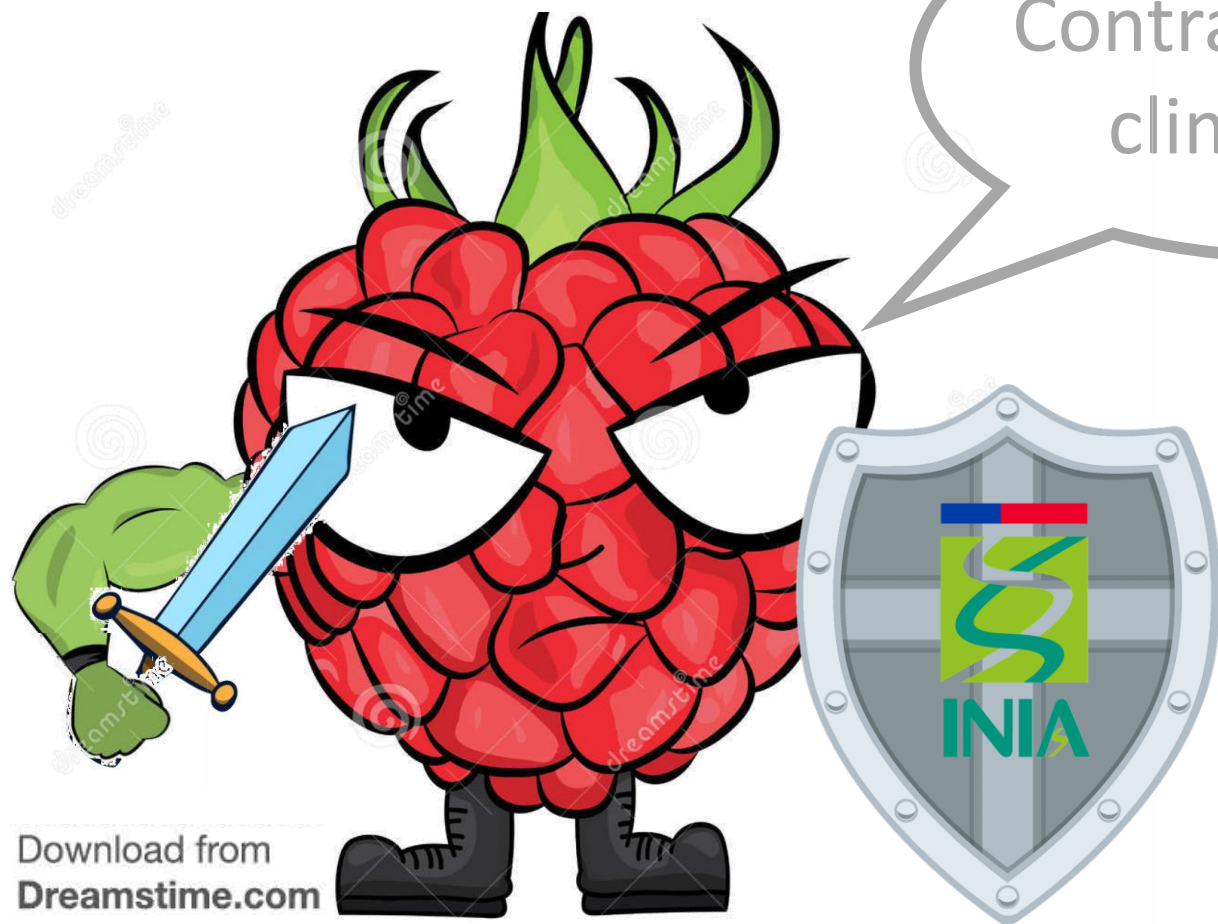
3 C: Ciencia, comunicación y coordinación

- Redefinir el manejo en función de esos cambios

- Monitoreo y tecnología de los datos → repensar el calendario
- Adaptar el consumo a la oferta, No la oferta al consumo
- No olvidar que existe la variabilidad

- Usar la tecnología para optimizar el éxito de esos cambios

- La agroecología también es tecnología!!! → un buen suelo no sólo almacena carbono, también es resiliente y ayuda a almacenar agua.



Contra el cambio climático!!!



También 3 C!!!

Download from
Dreamstime.com

Muchas Gracias