



# ¿SEQUÍA O ARIDIZACIÓN? ¿Qué haremos para enfrentar esta nueva normalidad?

**MINAGRI**  
Gestión Institucional

SECCIÓN  
EMERGENCIAS  
Y GESTIÓN DE  
RIESGOS AGRÍCOLAS

SISTEMA NACIONAL  
DE GESTIÓN DE  
RIESGOS  
AGROCLIMÁTICOS

Gestión del riesgo climático, para una MEJOR AGRICULTURA

*Este documento es una publicación de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), Departamento de Gestión Institucional, del Ministerio de Agricultura de Chile, realizada con el aporte y colaboración de expertos/especialistas, según se indica.*

*Este documento ha sido elaborado por:*

- *Sra. Liliana Villanueva Nilo, profesional SEGRA.*
- *Sra. Beatriz Ormazábal Maturana, profesional SEGRA.*

*Aportaron a la redacción de este documento los siguientes especialistas/expertos:*

- *Srta. María Carolina Vidal, Jefa de la Oficina Aplicaciones Agrometeorológicas de la Sección de Meteorología Agrícola, Dirección Meteorológica de Chile (DMC)*
- *Sr. Felipe Pérez Peredo, Jefe Subdivisión Meteorología y Nieves, Dirección General de Aguas (DGA)*
- *Sr. Fernando Santibañez, Director AGRIMED de la Universidad de Chile*
- *Sr. René Garreaud, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2*
- *Sr. Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC*
- *Sr. Jorge Núñez Cobo, Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe CAZALAC y Departamento Ingeniería de Minas Universidad de La Serena*

---

# CONTENIDO

---

PRESENTACIÓN.....	3
¿QUÉ ES EL OUTLOOK ESTACIONAL?.....	4
¿SEQUÍA O ARIDIZACIÓN? OUTLOOK ESTACIONAL OTOÑO-INVIERNO 2021.....	5
Programa del Encuentro .....	6
Relatores/expertos del encuentro .....	7
Equipo SEGRA.....	10
Palabras de bienvenida.....	11
Saludo del Sr. Subsecretario.....	12
BLOQUE 1. SITUACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA EN PERSPECTIVA .....	14
Situación actual y perspectiva para mayo-julio 2021.....	14
Perspectivas Pronóstico Temporada 2021-2022 (Río Copiapó-Río Ñuble) .....	26
Zona Norte: regiones Atacama y Coquimbo .....	26
Zona centro: regiones Valparaíso y O'Higgins .....	28
Zona centro sur: regiones Maule a Ñuble .....	30
Ruta de nieve .....	31
Preguntas y respuestas.....	33
BLOQUE 2. ¿SEQUÍA O ARIDIZACIÓN? AL RESCATE DE LA AGRICULTURA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	34
Hechos y evidencias.....	35
Las variaciones del clima pegan fuerte - Una mirada a la cuenca del Maipo .....	39
Las variaciones del clima pegan fuerte - Una mirada a nuestros ecosistemas .....	41
BLOQUE 3. CONVERSACIÓN CON EXPERTOS .....	46
Puntos de vista de los expertos .....	46
Aportes de los participantes a la conversación .....	48
RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ENCUENTRO .....	53
PUBLICACIONES RECOMENDADAS .....	55

---

## PRESENTACIÓN

---

La Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, en su propósito de generar conciencia y buscar soluciones para abordar los riesgos que afectan recurrentemente a la agricultura y sus agricultores, busca desarrollar espacios de integración, conversación y colaboración. Una de estas instancias es el Outlook Estacional,

El encuentro realizado el 12 de mayo, titulado “¿Sequía o aridización? Outlook Estacional otoño-invierno 2021”, reunió a representantes de los distintos sectores del agro, de las instituciones que otorgan servicios en meteorología e hidrología, expertos de la academia y público en general. Su objetivo fue conocer y analizar la situación climática con el fin de proponer/acordar medidas de adaptación.

El presente documento ha sido elaborado con el fin de dejar un testimonio del desarrollo del encuentro en su contenido técnico, académico e institucional, incluyendo las opiniones y aportes de los participantes. Así también, busca relevar la importancia de este tipo de encuentros para el público de interés, quienes requieren más información, herramientas, nueva tecnología, integración de los organismos público-privado e instancias participativas para, en conjunto, buscar/implementar soluciones y así minimizar los impactos de la sequía que se vienen presentando ya hace una década.

Esta actividad plantea como desafío el que el fenómeno de la sequía seguirá estando presente en la agricultura chilena, con pronósticos bajo lo normal en la sequía meteorológica e hidrología, que nos pueden llevar a una aridización. La Megasequía aún nos acompañará, no se ha podido revertir lo que ocurrió el 2019, denominado por los expertos como año de una Hiper Sequía. El conocer este pasado de los últimos 10 años contribuirá a enfrentar mejor el futuro.

La gravedad de la situación requerirá trabajar más integradamente entre la ciencia y los tomadores de decisión, en una nueva estrategia que considere aspectos como hidroinformática, un nuevo ordenamiento territorial, mejor planificación de la actividad agrícola (lo urbano y lo rural), evaluación económica del costo de una sequía, estimación de los impactos sociales y ambientales de una sequía, búsqueda de soluciones basadas en la naturaleza, la relación con el mundo forestal y los bosques nativos para las soluciones, y la adecuación de la normativa y política para el uso de los recursos hídricos.

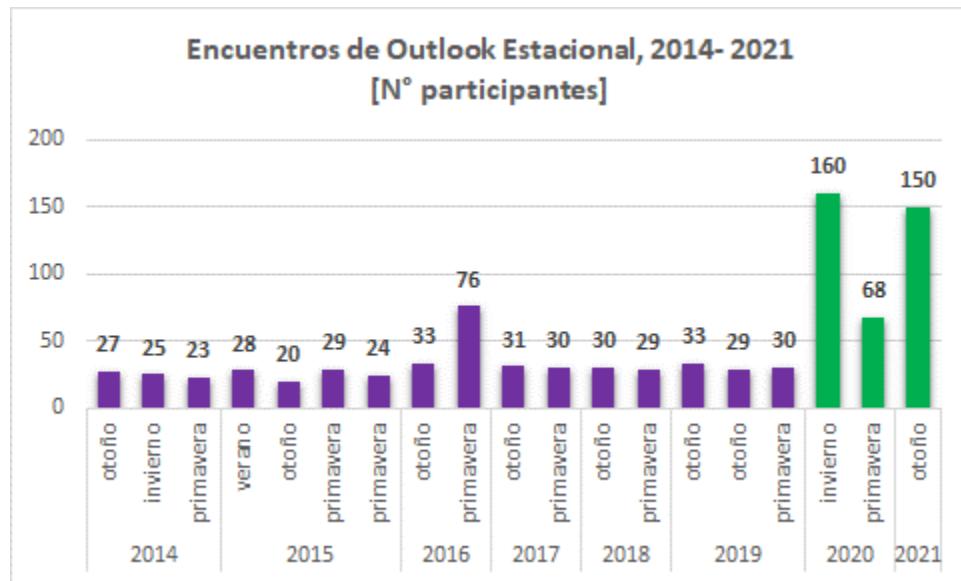
**Equipo Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas  
Ministerio de Agricultura de Chile**

## ¿QUÉ ES EL OUTLOOK ESTACIONAL?

La Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA) del Ministerio de Agricultura de Chile realiza todos los años, en otoño-invierno y en primavera-verano, un Outlook Estacional. Es decir, un encuentro para analizar la situación climática y agrometeorológica, el pronóstico para los próximos meses y las implicancias de dichos pronósticos para el sector agrícola.

Este encuentro se ha realizado desde el año 2014 y ha contado con la participación de representantes del ámbito público y privado. Además, es una oportunidad para el fortalecimiento de capacidades en materias vinculadas a la gestión de riesgos agroclimáticos. Para ello, se ha invitado a expertos que han realizado presentaciones en temáticas específicas sobre sequía, adaptación al cambio climático y prevención de incendios forestales, entre otros aspectos.

La figura siguiente muestra la historia de estos encuentros; en verde están marcadas aquellas actividades realizadas de forma virtual los años 2020-2021.



El último encuentro realizado el 12 de mayo de 2020 corresponde a la versión XIX y se conectaron vía plataforma Zoom 150 personas.

---

# ¿SEQUÍA O ARIDIZACIÓN? OUTLOOK ESTACIONAL OTOÑO-INVIERNO 2021

---

El 12 de mayo se realizó el Outlook Estacional otoño-invierno 2021, encuentro organizado por la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA). Su objetivo fue analizar la situación climática, el pronóstico para la temporada, los impactos de la sequía en la agricultura y qué acciones es posible seguir para enfrentar este fenómeno que nos ha acompañado los últimos 10 años.

El Bloque 1 sobre la Situación meteorológica e hidrológica en perspectiva estuvo a cargo de los especialistas Sra. María Carolina Vidal, Jefa de la Oficina Aplicaciones Agrometeorológicas de la Sección de Meteorología Agrícola, Dirección Meteorológica de Chile; y Sr. Felipe Pérez Peredo, Jefe de la Subdivisión Meteorología y Nieves, Dirección General de Aguas.

En el Bloque 2 se abordó la temática principal del encuentro que estuvo orientada por las siguientes interrogantes ¿Sequía o aridización? ¿Qué haremos para enfrentar esta nueva normalidad?, las que fueron desarrolladas por el Dr. Fernando Santibáñez, Director de AGRIMED de la Universidad de Chile. En su presentación, el Dr. Santibáñez intentó dar respuesta a: ¿cómo ha cambiado el régimen de precipitaciones? ¿hasta dónde se puede hacer agricultura en el territorio? ¿cómo sabemos si es sequía o aridización?

El Bloque 3 consistió en la Conversación con expertos. Participaron los expertos invitados: Dr. René Garreaud, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2; Dr. Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC; y Dr. Jorge Núñez Cobo, Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe CAZALAC y Universidad de La Serena. En este bloque la conversación estuvo orientada por las siguientes preguntas: ¿Qué haremos frente a la sequía/aridización? ¿podemos medir sus impactos en la agricultura? ¿cómo enfrentaremos juntos este fenómeno?

Finalmente, el resumen de la actividad fue realizado por la Sra. Beatriz Ormazábal Maturana, Profesional de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas. Además, durante todo el encuentro se fue dando respuesta a las inquietudes de los participantes.

En el programa siguiente se detallan los Bloques de esta actividad.

# PROGRAMA DEL ENCUENTRO



SECCIÓN  
EMERGENCIAS  
Y GESTIÓN DE  
RIESGOS AGRÍCOLAS  
SISTEMA NACIONAL  
DE GESTIÓN DE  
RIESGOS  
AGROCLIMÁTICOS  
Gestión del riesgo climático, para una MEJOR AGRICULTURA

## ¿Sequía o aridización?

¿Qué haremos para enfrentar esta nueva normalidad?



### Outlook Estacional otoño-invierno 2021

12 de mayo, 10:00 a 12:00 horas, vía ZOOM  
consultas: agroclimatico@minagri.gob.cl

La megasequía nos sigue acompañando en la zona central y avanzando hacia el sur, pero, ¿qué estamos haciendo para evitar sus efectos? ¿se trata de un año más se sequía o el clima ha cambiado en la zona central? ¿el desierto o la aridización tienen nuevas fronteras? ¿cómo afectará a la agricultura de aquí en adelante? ¿qué decisiones debemos tomar hoy?

12 de mayo  
10:00-12:00 horas

Inscripción en: <https://forms.gle/Up9oMjAxQGZMGVW48>  
Consultas: agroclimatico@minagri.gob.cl



## Bloque 2. ¿Sequía o aridización?

Experto Invitado:

Dr. Fernando Santibáñez,  
Director AGRIMED de la  
Universidad de Chile (20 min)

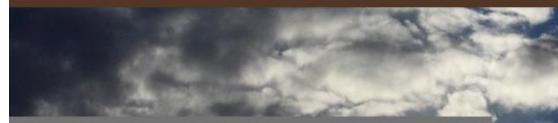
¿cómo ha cambiado el régimen de precipitaciones?  
¿hasta donde se puede hacer agricultura en el territorio?  
¿cómo sabemos si es sequía o aridización?



Inscripción en: <https://forms.gle/Up9oMjAxQGZMGVW48>  
Consultas: agroclimatico@minagri.gob.cl

## Palabras de bienvenida

Sr. José Ignacio Pinochet, Subsecretario de Agricultura (5 min)



## Bloque 1.

### Situación meteorológica e hidrológica en perspectiva



Expertos Invitados:

Sra. María Carolina Vidal, Jefa de la Oficina Aplicaciones Agrometeorológicas de la Sección de Meteorología Agrícola, Dirección Meteorológica de Chile (20 min)

Sr. Felipe Pérez Peredo, Jefe Subdivisión Meteorología y Nieves, Dirección General de Aguas (20 min)

Inscripción en: <https://forms.gle/Up9oMjAxQGZMGVW48>  
Consultas: agroclimatico@minagri.gob.cl

## Bloque 3. Conversación con expertos

¿Qué haremos frente a la sequía/aridización? ¿podemos medir sus impactos en la agricultura? ¿cómo enfrentaremos juntos este fenómeno?



Expertos invitados :

Dr. René Garreaud, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)  
Dr. Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC  
Dr. Jorge Núñez Cobo, Centro Regional del Agua para Zonas Aridas y Semicáridas de América Latina y el Caribe CAZALAC y Universidad de La Serena  
Dr. Fernando Santibáñez, AGRIMED, Universidad de Chile

Modera Sra. Liliana Villanueva, SEGRA

## Conclusiones y desafíos Presenta Sra. Beatriz Ormazábal, SEGRA

Inscripción en: <https://forms.gle/Up9oMjAxQGZMGVW48>  
Consultas: agroclimatico@minagri.gob.cl

## RELATORES/EXPERTOS DEL ENCUENTRO

---

### *Srta. María Carolina Vidal*

Meteoróloga de la Universidad de Valparaíso, Diplomado en Meteorología Operacional y Climatología de la Escuela Técnica Aeronáutica. El año 2014 ingresó a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) desempeñándose inmediatamente en la sección de Meteorología Agrícola, en donde desde el 2017 hasta la fecha es la jefa de la oficina de Aplicaciones Agrometeorológicas. En estos años de desempeño en la DMC ha participado principalmente en proyectos y publicaciones relacionadas con heladas y aplicaciones del pronóstico estacional a la agricultura.



### *Sr. Felipe Pérez Paredo*

Ingeniero de la División de Hidrología desde el año 2012, Jefe Subdivisión Meteorología y Nieves, Candidato a Magíster en Ciencias de la Universidad Estatal de Colorado, con especialización en Hidrología Nival. Está a cargo del desarrollo y mantención de la red meteorológica y nival de la DGA. Participa en la elaboración del pronóstico de caudales de deshielos. Ha participado en grupos de trabajo asociadas a sequías en Chile y en el extranjero. El año 2016 viajó a Japón a especializarse en inundaciones y desastres naturales gracias a una beca JICA. Se desempeñó como analista de información fluviométrica entre los años 2012 y 2016.



### *Sr. Fernando Santibáñez Quezada*

Docteur d'Etat en Bioclimatologie de la Universidad de Paris (Doctor de Estado en Bioclimatología), experto reconocido nacional e internacionalmente con relación a la bioclimatología y la gestión ambiental; creó, y actualmente dirige AGRIMED (Centro de Agricultura y Medio Ambiente) de la Universidad de Chile. Es autor principal del Atlas Agroclimático de Chile.

Ha dirigido y desarrollado diversos proyectos vinculados a la gestión de riesgos agroclimáticos y el cambio climático global (vulnerabilidad a la variabilidad climática, gestión hídrica, análisis climatológicos, modelamiento e información agroclimática, entre otras temáticas). Ha publicado numerosos papers en Chile y en el extranjero.

Responsable de diversos proyectos sobre modelamiento de cultivos, zonificación bioclimática, modelamiento de praderas, degradación y desertificación de la tierra e impactos del cambio climático sobre la agricultura. También ha participado en diversos proyectos financiados por la Comisión Europea, UNEP, IDRC, UNEP, UNDP, IICA, IBM, Cooperation francesa, CONICYT, ANID. Fue miembro del grupo de expertos de UNCCD y consultor internacional en proyectos de la FAO, WMO, UNCCD e IICA



### *Sr. René Garreaud Salazar*

René Garreaud es Profesor Titular del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile y Subdirector del Centro de Excelencia FONDAP de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2). Ha sido también Director del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2008-2009), Presidente del Consejo Superior de Ciencias de FONDECYT (2013), Presidente de la Comisión de Evaluación Académica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (2015). El año 2016 fue invitado como Research Fellow a la Universidad de Yale, EEUU, y mantiene una activa participación en iniciativas científicas internacionales.



Su formación académica incluye el Grado de Doctor en Meteorología obtenido el año 2000 en la Universidad de Washington, Seattle, EEUU. Además, es Ingeniero Civil y Magíster en Ciencias de la Universidad de Chile (1993).

Las líneas de trabajo del Prof. Garreaud incluyen la dinámica del clima, cambio climático y meteorología sinóptica, con énfasis en América del Sur. Su trabajo se refleja en más de 110 publicaciones en revistas internacionales especializadas y la dirección de 10 proyectos científicos nacionales. Ha contribuido a la formación de nuevos científicos, incluyendo 10 post-doctorantes, 12 estudiantes de Magíster y 3 doctorados. El profesor Garreaud imparte varios cursos sobre clima, meteorología y física para estudiantes de grado y postgrado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

(full CV: <http://www.dgf.uchile.cl/rene>)

### *Sr. Francisco Meza*

Ph.D. en Ciencias Atmosféricas de Cornell University; Ingeniero Agrónomo y Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mención Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile. Sus áreas de especialización en investigación son: impactos de la variabilidad climática y el cambio climático sobre la agricultura y recursos hídricos, Biometeorología y Climatología aplicada. Ha desarrollado proyectos y publicado en Chile y en el extranjero en múltiples revistas de renombre alcance internacional.



Actualmente es profesor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica. Co-Director del Centro Aquasec de Seguridad Hídrica en las Américas y autor del Sexto reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Sus áreas de trabajo involucran la climatología aplicada, impactos y adaptación de agricultura y recursos hídricos a la variabilidad y cambio climático.

*Sr. Jorge Núñez Cobo*

Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Magister y Doctor en Recursos Hídricos de la Universidad Concepción. Actualmente es académico del Departamento Ingeniería de Minas de la Universidad de La Serena e investigador del Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe-CAZALAC. Su área de trabajo principal se relaciona con los recursos hídricos en zonas áridas, con especial énfasis en los eventos de sequía, sus causas climáticas y vulnerabilidad de los sistemas productivos frente a sus impactos. Ha participado en una serie de proyectos sobre la materia, incluidos los proyectos EUROCLIMA y RALCEA de la Comisión Europea para América Latina y el Caribe. Es co-autor del Atlas de Frecuencia de Sequías de América Latina y el Caribe, editado por UNESCO, y colabora actualmente con la extensión de esta experiencia a los países de África.



## EQUIPO SEGRA

---

### *Sra. Liliana Villanueva Nilo*

Ingeniero Agrónomo, Magíster en Gestión y Planificación Ambiental de la Universidad de Chile, con estudios de especialización en Gestión Ambiental, en Japón (beca JICA 2002). Se ha desempeñado en diversos proyectos de las áreas de la educación agrícola; gestión ambiental y gestión de riesgos agroclimáticos. El año 2007 ingresa a la Subsecretaría de Agricultura, inicialmente en un Programa de Menciones de Calidad Agropecuaria, en Buenas Prácticas Agrícolas; y posteriormente integra, desde el 2010, el equipo de profesionales de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, Departamento de Gestión Institucional del Ministerio de Agricultura de Chile, como Coordinadora de Productos y Proyectos, a cargo del plan de capacitación/difusión, el seguimiento de proyectos, participa en la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres PRRD e integra el Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático CTICC. Contraparte de la Subsecretaría de Agricultura para la COP25. Y, representa al MINAGRI en la Mesa de Movilidad Humana y Cambio Climático; y Mesa Meteorológica, de ONEMI.



### *Sra. Beatriz Ormazábal Maturana*

Ingeniero Comercial de la Universidad del Norte, Arica, Chile. Ha estado a cargo de jefaturas, tanto del sector privado como público en las áreas de gestión y manejo presupuestario; también jefatura de compras de la Subsecretaría de Agricultura. Asimismo, se ha desempeñado en preparación y evaluación de proyectos en la Fundación para la Innovación Agraria FIA y como encargada del Programa de Gestión Territorial de la Subsecretaría de Agricultura. Actualmente se desempeña como Secretaria Técnica de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, del Departamento de Gestión Institucional del Ministerio de Agricultura de Chile, cargo en el cual participa como representante del Ministerio, en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, realizada en Sendai (Japón), 14 a 18 de marzo de 2015. Además, participa en la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres PRRD. Y, coordina el Componente 2 del Proyecto Mejoramiento de la Resiliencia al cambio climático de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins.



## PALABRAS DE BIENVENIDA

---

**Sr. Rafael Reyes, Jefe del Departamento de Gestión Institucional del Ministerio de Agricultura de Chile.**

Muy buenos días a todos y a todas. Agradecemos su participación en este encuentro, organizado por nuestra Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas. Este OUTLOOK ESTACIONAL corresponde al número 19 y se realiza cada año en otoño-invierno y en primavera-verano con el fin de proveer información meteorológica e hidrológica actualizada y analizar temas de interés para el agro con expertos y especialistas.

El título del encuentro ya nos plantea un tema de análisis... ¿Sequía o aridización? ¿Qué haremos para enfrentar esta nueva normalidad?

Hemos visto que la megasequía nos sigue acompañando en la zona central y avanzando hacia el sur, pero ¿qué estamos haciendo para evitar sus efectos? ¿se trata de un año más de sequía o el clima ha cambiado en la zona central? ¿el desierto o la aridización tienen nuevas fronteras? ¿cómo afectará a la agricultura de aquí en adelante? ¿qué decisiones debemos tomar hoy?

Junto a los expertos invitados queremos invitarles a conversar sobre estas interrogantes; seguramente no tendremos todas las respuestas y surgirán más preguntas que respuestas. Es así cuando analizamos la naturaleza, el cambio climático, los riesgos desastres y su relación con la agricultura, pero, todas las ideas serán bienvenidas y nos darán insumos para seguir trabajando en contribuir a dar una mejor respuesta las necesidades del agro, espacialmente a nivel local.

Especialmente queremos agradecer a los especialistas de la Dirección General de Aguas, de la Dirección Meteorológica de Chile, de AGRIMED de la Universidad de Chile; del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 de la Universidad de Chile; del Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile; y del Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe-CAZALAC y Universidad de La Serena. Además, de la participación de todos ustedes: representantes del sector público y privado y de la academia para analizar conjuntamente cómo enfrentar la temporada con la información que revisemos hoy.

Muchas gracias y que sea muy provechoso el trabajo de esta jornada.

## SALUDO DEL SR. SUBSECRETARIO

---

Muchas gracias a todas las personas que están participando en este encuentro.

El análisis histórico, en la evolución de la desertificación, debiera ayudarnos a saber cómo estamos y qué hacer hacia adelante. Desde el Ministerio de Agricultura, tenemos esa mirada de mediano y largo plazo para abordar estas problemáticas.

Se está haciendo esfuerzos importantes de mediano y largo plazo, en cambio climático. En el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) se ha inaugurado una cámara climática que permite simular las condiciones particulares en el territorio en 40 años más, particularmente en la región de Ñuble. Se está trabajando con imágenes satelitales que permiten establecer puntos representativos con aproximación de 1 [km] cuadrado, de variables meteorológicas y funciones climáticas (temperatura, días grado, etc.).

Este evento, es un esfuerzo en esta línea, organizado cada año por la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), del Departamento de Gestión Institucional, realizado en otoño-invierno y primavera-verano. Su objetivo es proveer información meteorológica e hidrológica con expositores de primer nivel y analizar impactos en la agricultura con los mejores especialistas.

La palabra clave es adaptación, el punto es cómo ha sido, y cuánto hay que adaptarse. El ser humano siempre se ha adaptado, pero, este proceso requiere orientación, de forma planificada, trabajando de forma inclusiva y sensible.

En el pasado habíamos aprendido que la sequía tenía un ciclo y luego se volvía a la normalidad...quizás se requiere un cambio de lenguaje, hablar de escasez hídrica y transmitir a la gente la idea de que es algo que llegó para quedarse, que debemos adaptarnos y aprender a vivir con ello. Aún así nuestra agricultura tiene un presente brillante y un futuro esplendoroso si hacemos lo que debemos hacer ¿estamos haciendo todo lo que se debe hacer evitando efectos negativos del clima? Debemos asumir que el clima ya ha cambiado.

Este encuentro nos ayudará a contar con orientaciones sobre qué acciones abordar en lo inmediato. A través de las presentaciones de hoy se intenta responder algunas interrogantes...seguramente finalizaremos con más preguntas. Pero, este tipo de encuentros es muy valioso, reunirnos, conversar y buscar soluciones en conjunto,

En este mismo contexto, se está trabajando en el Proyecto de Mejoramiento de la Resiliencia al cambio climático de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins, ejecutado por la Subsecretaría con el apoyo del INIA, financiado por el Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas, y con la participación de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID), cuyo objetivo es aumentar la resiliencia a la variabilidad y el cambio climático de comunidades rurales y pequeños agricultores de la zona del secano costero de la región de O'Higgins. Se está haciendo cambios productivos, cambios en la cultura

productiva, se precia como en poco tiempo, con asesoría de expertos, con poco financiamiento, se pueden hacer cambios drásticos y muy positivos, dando ciertas certezas en tiempos de gran incertidumbre.

Pese a las condiciones difíciles en esa zona, claramente la información agroclimática que proporcionamos a través del proyecto es útil. La información es clave para la adaptación. El enfoque se debe ser siempre preventivo.

La información que nos aporten hoy será de mucha ayuda a la decisión y así orientar a aquellos que cuentan con menos recursos para enfrentar esta adaptación.

Muchas gracias por estas diversas opiniones y visiones para el análisis. Hasta pronto.

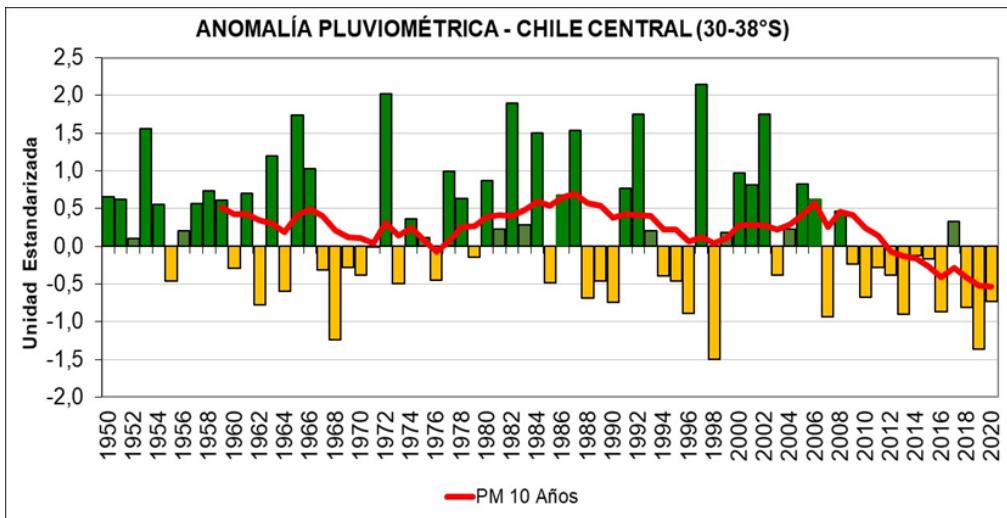
# BLOQUE 1. SITUACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA EN PERSPECTIVA

## SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVA PARA MAYO – JULIO 2021

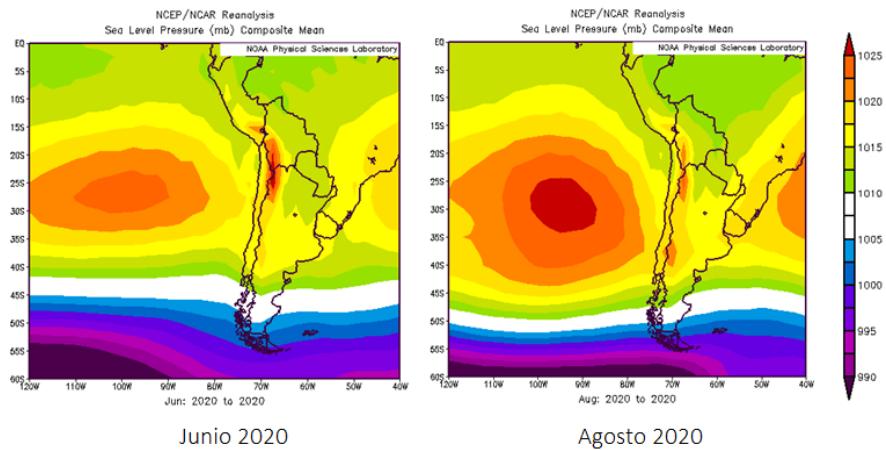
**Srta. María Carolina Vidal, Jefa de la Oficina Aplicaciones Agrometeorológicas de la Sección de Meteorología Agrícola, Dirección Meteorológica de Chile (20 min)**

Primero veremos cómo está la situación de las precipitaciones el 2020 y cómo ha ido avanzando la situación el 2021; el ciclo El Niño/La Niña y situación general de la atmósfera; pronóstico trimestre mayo-junio-julio; y la nueva normal climatológica.

La siguiente gráfica muestra la anomalía pluviométrica de Chile central ( $30^{\circ}$ - $38^{\circ}$ S), año 1950-2020. El último tiempo resalta el periodo de megasequía. El 2020 se sumó a este periodo de megasequía, sin embargo, no fue tan intenso como el año 2019.



El 2020 tuvimos abundantes precipitaciones en junio. Luego en julio se transitó de una condición lluviosa a una muy seca, con agosto muy seco también. En la siguiente figura se muestran configuraciones del Anticiclón de El Pacífico Sur, frente a las costas de nuestro país. Hacemos monitoreo de este Anticiclón porque muchas veces actúa bloqueando los frentes, evitando que alcancen la zona central, limitando las lluvias.

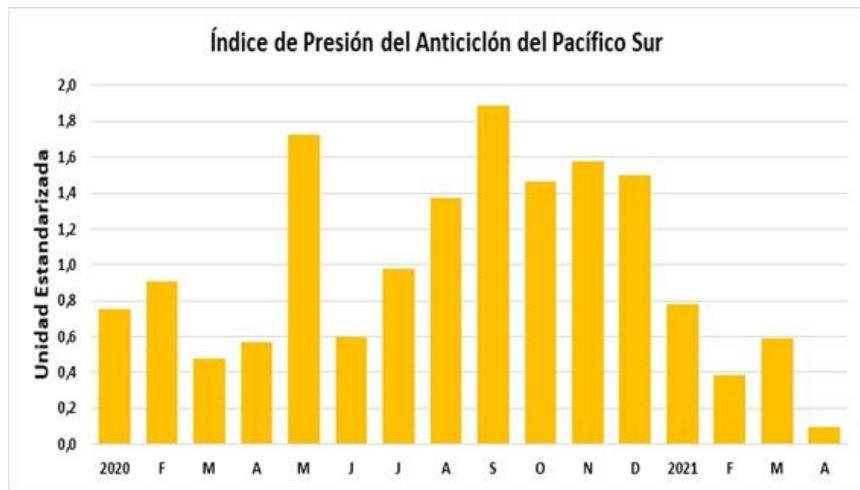


Pero ¿realmente tiene relación lo que ocurre con este Anticiclón y lo que ocurre con las lluvias en la zona central? El especialista Juan Quintana, Jefe de la Sección de Meteorología Agrícola de la Dirección Meteorológica lo responde a través de la siguiente gráfica. Representa la correlación del Índice del Anticiclón del Pacífico Sur con la precipitación en Chile Central, con una media móvil de 30 años. Lo interesante es que los últimos 30 años hay mejor correlación entre estos indicadores. Esta correlación sería inversamente proporcional, con un coeficiente de -0,63.

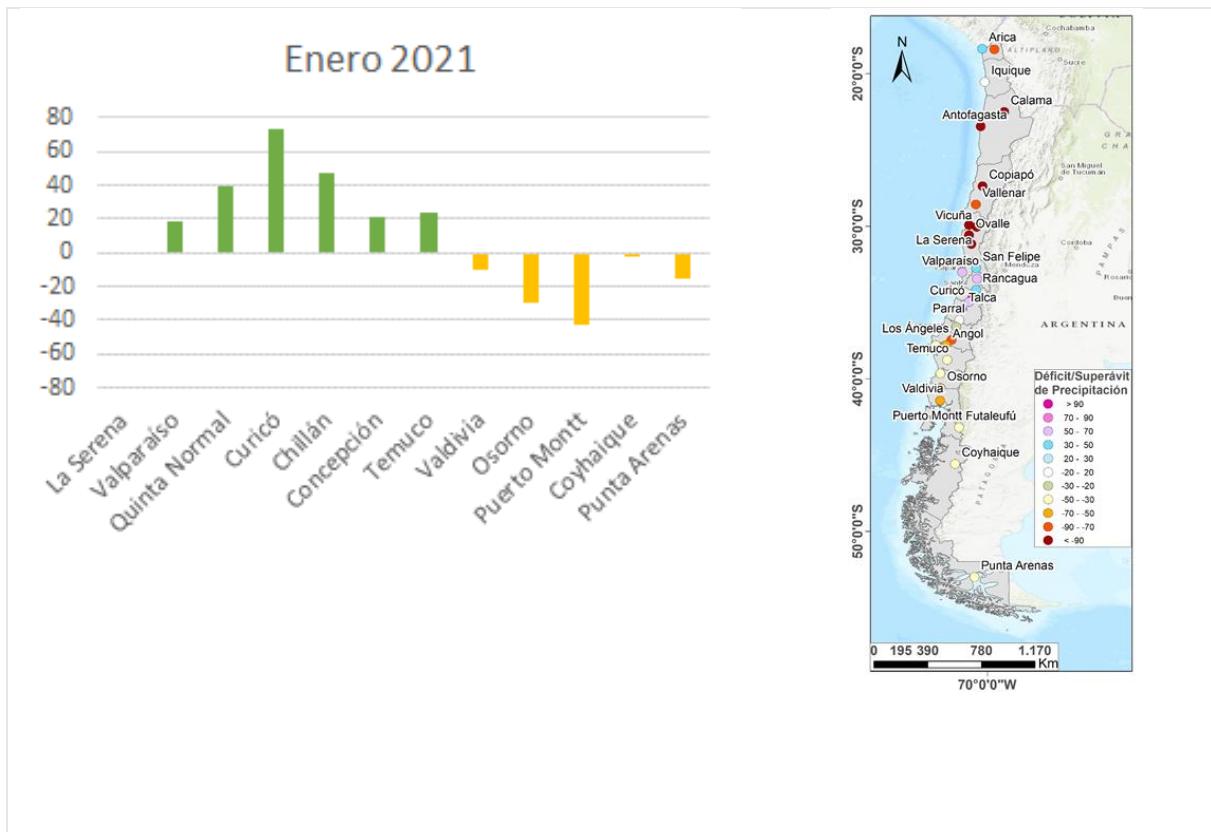


¿Qué ha pasado con este Índice de Presión del Anticiclón del Pacífico Sur el último año? En mayo de 2020 fue muy intenso, en junio no estaba tan intenso que y fue cuando llovió. Y, en julio y agosto 2020 estuvo más intenso, con déficits de lluvias. El 2021 se ha mantenido normal

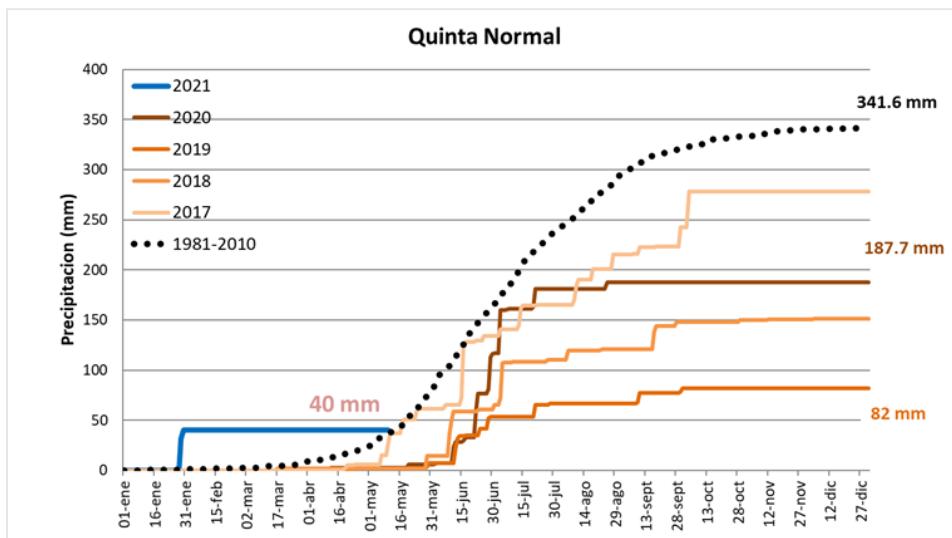
en abril, no muy lluvioso, pero con lluvias que han aportado al total acumulado del año. Ver la figura siguiente.



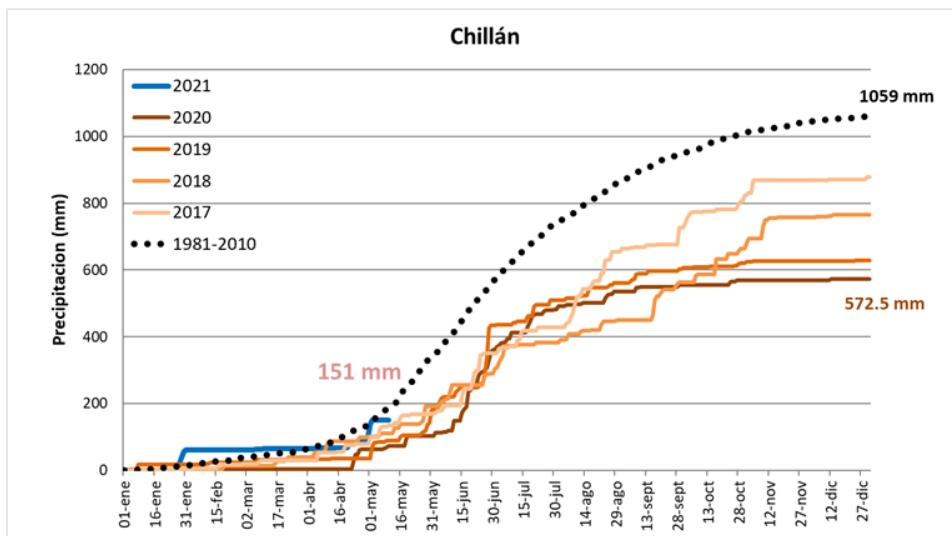
Tenemos déficit de precipitaciones de La Araucanía al sur, de 30 a 50%, de enero a abril 2021. En la zona central se tiene superávit de precipitaciones en las regiones de Valparaíso a Maule, debido a las lluvias intensas de enero. Si no existiera este evento de lluvias, seguramente, también tendríamos déficit en esa zona. La figura siguiente muestra déficit y superávits en enero 2021 (izquierda) y el mapa indica la magnitud del déficit/superávit entre enero y abril 2021 en puntos de color, según escala (derecha).



Revisando la información de la estación Quinta Normal en la zona central, la siguiente figura muestra la evolución de enero a diciembre de las precipitaciones [mm]. La línea punteada en negro indica el valor normal (promedio 1981-2010), en colores marrón los eventos de años anteriores (4 últimos años) y la curva azul el valor actual. La precipitación de fines de enero ha sido el último evento que aporta al acumulado anual, de 40 [mm]. En otoño no ha llovido.

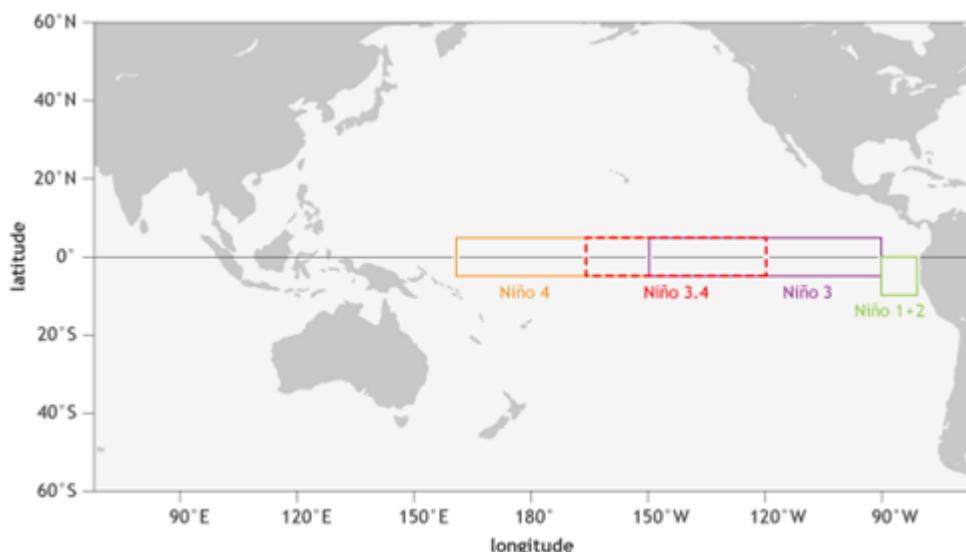


¿Qué ha pasado en Chillán? Sí ha llovido según muestra la figura siguiente (misma simbología que para Quinta Normal). La línea azul muestra el valor actual con un acumulado de 151 [mm] al 10 de mayo, mejor que los últimos 4 años y cerca del valor normal.

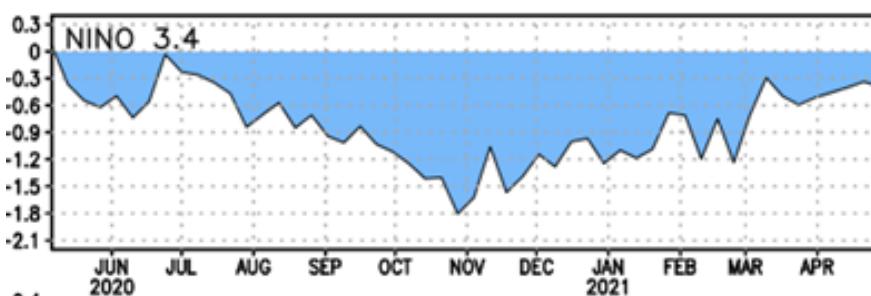


Revisando algunos indicadores del océano y la atmósfera, particularmente lo que ocurre en el Pacífico Ecuatorial central, en la zona que indica la siguiente figura como Niño 3.4 (zona delimitada en color rojo) que tiene relación con lo que ocurre en Chile, se ha tenido anomalías

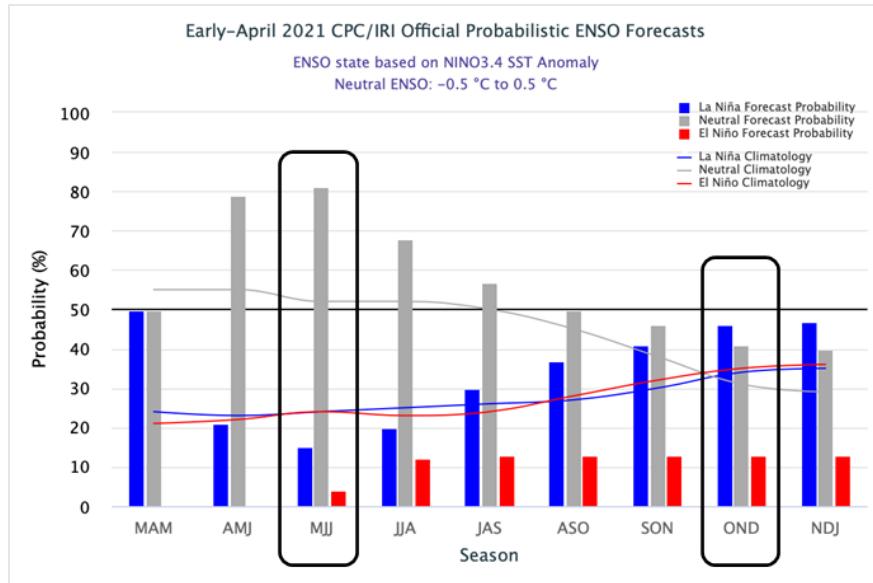
negativas de la Temperatura Superficial del Mar o TSM, asociadas a evento de La Niña. Aún las temperaturas están frías, pero más cerca de lo normal.



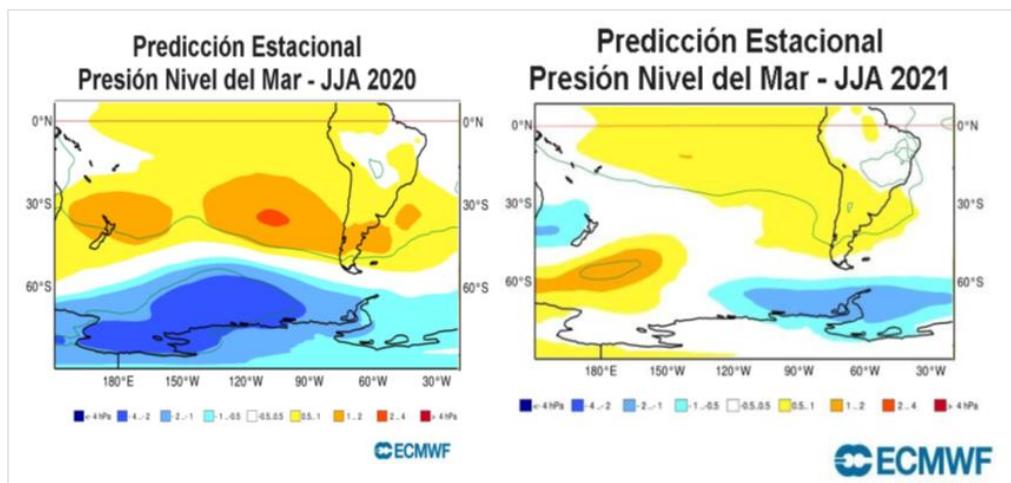
### Anomalías de TSM



Según nos indica CPC de la NOAA y el IRI de la Universidad de Columbia (ver figura siguiente), para el trimestre mayo-junio-julio tenemos un 80% de probabilidad de estar en condiciones neutrales del fenómeno ENSO. En junio-julio-agosto también. Hacia fin de año podrían regresar las anomalías negativas y por ende tener otro evento de La Niña. Todavía es muy pronto para aventurar este pronóstico, se deberá realizar seguimiento de lo que ocurre los próximos meses. En invierno estaremos en condiciones neutras.

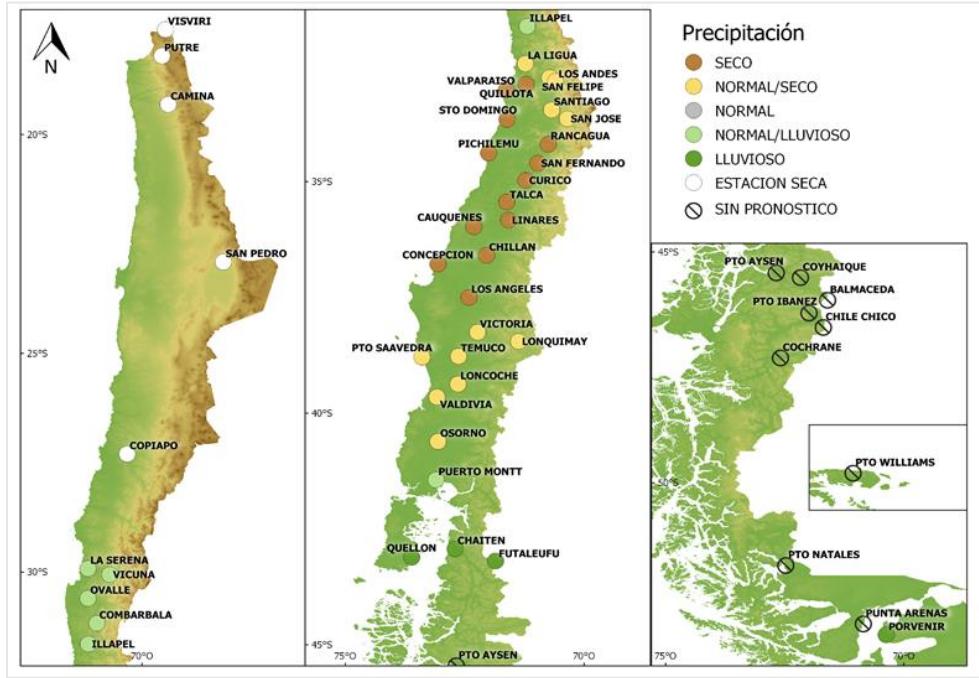


Como vimos previamente, hay relación entre la presión del Anticiclón del Pacífico Sur y las precipitaciones en Chile. Según el pronóstico del año pasado del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF) se observa que el pronóstico indicaba una intensificación de las presiones, con intensificación del Anticiclón y con ello mayores probabilidades de que los sistemas frontales no alcanzaran la zona central de Chile. A diferencia del año pasado, en el pronóstico para este invierno se observa menos intensificación de la presión en esta zona y con ello habría menos bloqueo al paso de frentes en la zona central de nuestro país. Esto nos trae algo de esperanza de lo que ocurriría este invierno con las precipitaciones.



El siguiente mapa presenta el pronóstico de precipitaciones para mayo-junio-julio en el país. En círculos de color se muestra cuánto se esperaría de lluvias en cada zona. La zona norte, de Copiapó al norte es estación seca, en la región de Coquimbo sería normal a sobre lo normal; de Valparaíso a Osorno sería bajo lo normal (normal en algunas estaciones marcadas en color amarillo). Pero, en la zona de la costa de Valparaíso, más las regiones de

O'Higgins, Maule y hasta Los Ángeles, se tiene una condición bajo lo normal para el trimestre indicado. Hacia la región de Los Lagos se tendría precipitaciones sobre lo normal en Quellón, Chaitén y Futaleufú. En la zona austral no se tiene pronóstico claro (no hay una categoría que tenga más peso que otra para tener un resultado claro).

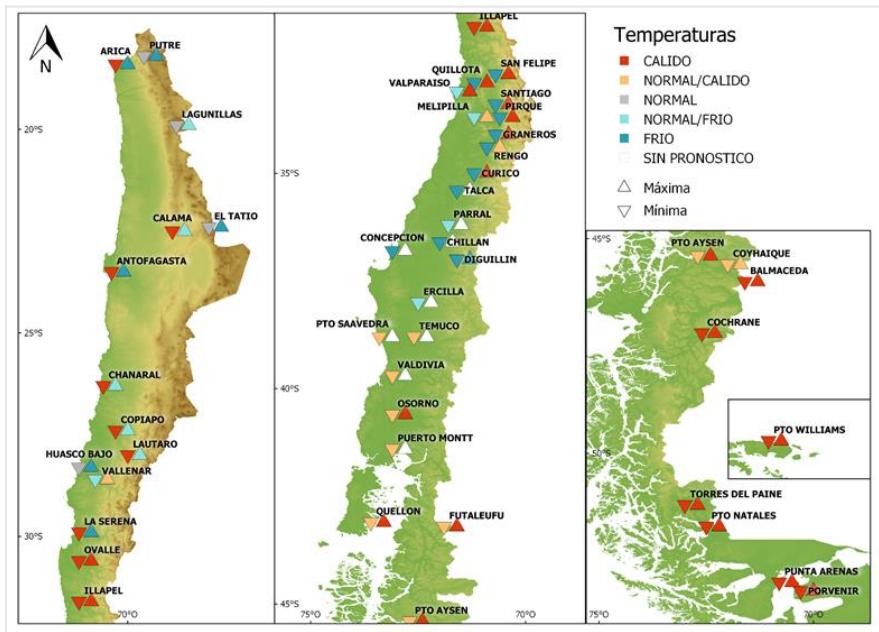


El detalle del pronóstico de lluvias por localidad se muestra en la siguiente tabla.

Precipitación Acumulada			Precipitación Acumulada		
Estaciones	Rango Normal	Pronóstico Probabilístico para MJJ	Estaciones	Rango Normal	Pronóstico Probabilístico para MJJ
Visviri	0.0 a 1.4 mm	Estación Seca	Cauquenes (EAP)	314.8 a 516.8 mm	Bajo lo Normal
Putre	0.0 a 1.9 mm	Estación Seca	Chillán - Bda. O Higgins Ad.	499.0 a 670.3 mm	Bajo lo Normal
Camina	0.0 a 0.0 mm	Estación Seca	Concepción Camel Sur Ap.	513.2 a 695.8 mm	Bajo lo Normal
San Pedro	0.0 a 0.8 mm	Estación Seca	Los Ángeles	501.7 a 683.2 mm	Bajo lo Normal
Copiapó	1.2 a 9.6 mm	Estación Seca	Victoria	628.6 a 754.2 mm	Bajo lo Normal
La Serena - La Florida Ap.	30.3 a 77.3 mm	Normal/Sobre lo Normal	Lonquimay	623.1 a 823.3 mm	Normal/Bajo lo Normal
Vicuña	38.1 a 92.3 mm	Normal/Sobre lo Normal	Temuco - Maquehue Ad.	455.1 a 575.3 mm	Normal/Bajo lo Normal
Ovalle	37.2 a 102.0 mm	Normal/Sobre lo Normal	Pto. Saavedra	436.0 a 601.5 mm	Normal/Bajo lo Normal
Combarbalá	66.1 a 189.8 mm	Normal/Sobre lo Normal	Loncoche	840.2 a 1027.4 mm	Normal/Bajo lo Normal
Illapel	69.2 a 161.0 mm	Normal/Sobre lo Normal	Valdivia - Pichoy Ad.	726.0 a 863.0 mm	Normal/Bajo lo Normal
La Ligua	139.7 a 263.1 mm	Normal/Bajo lo Normal	Osorno - Cañal Bajo Ad.	456.4 a 611.4 mm	Normal/Bajo lo Normal
San Felipe	95.1 a 173.7 mm	Normal/Bajo lo Normal	Puerto Montt - El Tepual Ap.	513.4 a 644.3 mm	Normal/Bajo lo Normal
Los Andes	107.8 a 200.2 mm	Normal/Bajo lo Normal	Chaitén	1016.5 a 1269.6 mm	Normal/Sobre lo Normal
Quillota	149.6 a 270.9 mm	Bajo lo Normal	Quellón	615.2 a 706.8 mm	Sobre lo Normal
Valparaíso - Punta Angeles	175.4 a 331.8 mm	Bajo lo Normal	Futaleufú - Aeródromo	657.2 a 802.6 mm	Sobre lo Normal
Lagunitas	340.2 a 727.6 mm	Normal/Bajo lo Normal	Puerto Aysén - Aeródromo	639.1 a 773.4 mm	Sobre lo Normal
Santiago - Gta. Normal	131.2 a 223.7 mm	Normal/Bajo lo Normal	Coyhaique - Tre. Vidal Ap.	313.6 a 391.5 mm	Indefinido
San José de Maipo	219.6 a 387.7 mm	Normal/Bajo lo Normal	Balmaceda - Aeródromo	177.7 a 232.7 mm	Indefinido
Santo Domingo	212.6 a 384.8 mm	Bajo lo Normal	Puerto Ibañez	172.0 a 242.6 mm	Indefinido
Rancagua	193.5 a 317.7 mm	Bajo lo Normal	Chile Chico	93.2 a 128.8 mm	Indefinido
Pichilemu	235.2 a 376.7 mm	Bajo lo Normal	Cochrane	204.8 a 263.9 mm	Indefinido
San Fernando	291.4 a 547.8 mm	Bajo lo Normal	Puerto Natales	73.3 a 115.1 mm	Indefinido
Curicó - General Freire Ad.	281.4 a 505.7 mm	Bajo lo Normal	Punta Arenas - Carlos Ibáñez A.	81.3 a 110.0 mm	Indefinido
Talca (UC)	322.0 a 463.9 mm	Bajo lo Normal	Porvenir (DGA)	70.8 a 84.3 mm	Sobre lo Normal
Linares	467.1 a 578.7 mm	Bajo lo Normal	Puerto Williams - Aeródromo	81.6 a 118.5 mm	Indefinido

Respecto de las temperaturas, en general, en la zona norte las mínimas se presentarán sobre lo normal o mañanas más cálidas y por las tardes tendríamos valores normales o un poco bajo lo normal excepto en Ovalle e Illapel que tendríamos mínimas y máximas sobre lo normal. En la zona central tendríamos mañanas más frías y máximas más cálidas (las tardes más cálidas), es decir, sería una zona con mayor amplitud térmica. En la zona sur las mínimas

estarán normal a sobre lo normal y las máximas sobre lo normal. En la zona austral, de Balmaceda al sur, tanto las máximas como las mínimas estarían sobre lo normal.

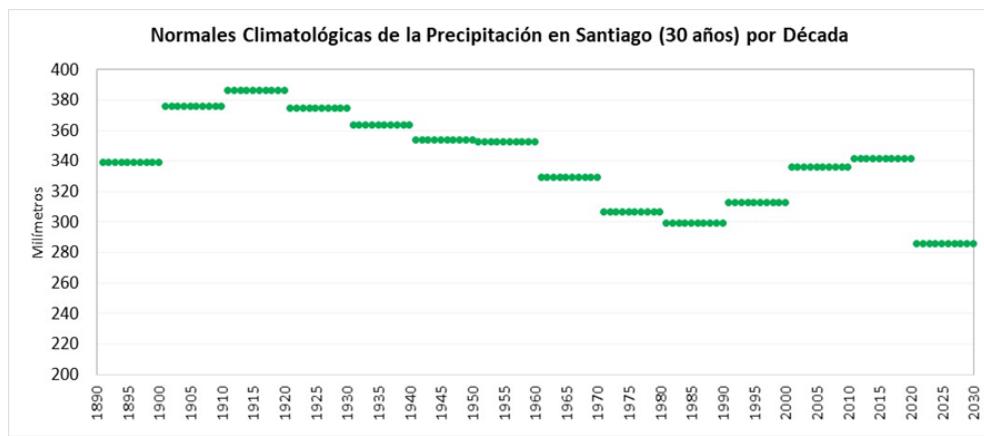


El detalle del pronóstico para temperaturas máximas y mínimas presenta en la siguiente tabla.

Temperatura Mínima			Temperatura Máxima		
Estaciones	Rango Normal	Pronóstico Probabilístico para MJJ	Estaciones	Rango Normal	Pronóstico Probabilístico para MJJ
Putre	1.3 a 2.1 °C	Normal	Putre	14.6 a 15.2 °C	Bajo lo Normal
Arica	14.2 a 15.4 °C	Sobre lo Normal	Arica	12.4 a 19.9 °C	Bajo lo Normal
Lagunillas (Pampa Lirima)	-13.1 a -9.5 °C	Normal	Lagunillas (Pampa Lirima)	10.2 a 11.5 °C	Normal/Bajo lo Normal
El Tatio	-9.6 a -7.8 °C	Normal	El Tatio	5.7 a 6.9 °C	Bajo lo Normal
El Loa Calama Ad.	-0.1 a 0.4 °C	Sobre lo Normal	El Loa Calama Ad.	21.4 a 21.8 °C	Normal/Bajo lo Normal
Antofagasta	11.9 a 12.6 °C	Sobre lo Normal	Antofagasta	17.3 a 17.9 °C	Bajo lo Normal
Chañaral Ad.	10.9 a 11.4 °C	Sobre lo Normal	Chañaral Ad.	17.4 a 18.0 °C	Normal/Bajo lo Normal
Copiapó	6.5 a 7.5 °C	Sobre lo Normal	Copiapó	21.1 a 21.7 °C	Normal/Bajo lo Normal
Lautaro Embalse	7.3 a 8.4 °C	Sobre lo Normal	Lautaro Embalse	25.5 a 26.3 °C	Normal/Bajo lo Normal
Huasco Bajo	6.4 a 8.4 °C	Normal	Huasco Bajo	16.6 a 17.3 °C	Bajo lo Normal
Vallenar	7.6 a 8.5 °C	Normal/Bajo lo Normal	Vallenar	18.7 a 19.5 °C	Normal/Sobre lo Normal
La Serena - La Florida Ad.	8.1 a 8.6 °C	Sobre lo Normal	La Serena - La Florida Ad.	15.7 a 16.3 °C	Bajo lo Normal
Ovalle Escuela Agrícola	6.7 a 7.6 °C	Sobre lo Normal	Ovalle Escuela Agrícola	17.9 a 18.6 °C	Sobre lo Normal
Ilapel (DGA)	5.5 a 6.1 °C	Sobre lo Normal	Ilapel (DGA)	18.8 a 19.6 °C	Sobre lo Normal
San Felipe	2.8 a 3.6 °C	Bajo lo Normal	San Felipe	18.6 a 19.6 °C	Sobre lo Normal
Quillota	4.1 a 5.1 °C	Bajo lo Normal	Quillota	18.0 a 18.5 °C	Sobre lo Normal
Olmue	5.0 a 5.4 °C	Bajo lo Normal	Olmue	19.0 a 19.6 °C	Sobre lo Normal
Valparaíso	9.7 a 10.4 °C	Normal/Bajo lo Normal	Valparaíso	15.2 a 15.7 °C	Sobre lo Normal
Lagunillas	-1.4 a -0.1 °C	Sobre lo Normal	Lagunillas	5.2 a 6.5 °C	Normal/Sobre lo Normal
Santiago - Pudahuel	4.2 a 5.1 °C	Bajo lo Normal	Santiago - Pudahuel	16.1 a 16.6 °C	Sobre lo Normal
Santiago - Quinta Normal	4.7 a 5.4 °C	Bajo lo Normal	Santiago - Quinta Normal	16.3 a 17.1 °C	Sobre lo Normal
Santiago - La Reina (Tobalaba)	4.5 a 5.0 °C	Normal/Bajo lo Normal	Santiago - La Reina (Tobalaba)	16.0 a 16.8 °C	Sobre lo Normal
Pirque	1.7 a 3.2 °C	Bajo lo Normal	Pirque	16.2 a 17.0 °C	Sobre lo Normal
Melipilla	5.4 a 6.1 °C	Normal/Bajo lo Normal	Melipilla	15.8 a 16.7 °C	Normal/Sobre lo Normal
Graneros	3.1 a 4.4 °C	Bajo lo Normal	Graneros	15.1 a 15.8 °C	Sobre lo Normal
Rengo	3.9 a 4.8 °C	Bajo lo Normal	Rengo	14.6 a 15.1 °C	Normal/Sobre lo Normal
Convento Viejo	4.4 a 5.6 °C	Bajo lo Normal	Convento Viejo	13.4 a 13.8 °C	Normal/Sobre lo Normal
Curico	4.4 a 5.2 °C	Bajo lo Normal	Curico	13.2 a 13.6 °C	Sobre lo Normal
Talca (UC)	5.5 a 6.3 °C	Bajo lo Normal	Talca (UC)	13.0 a 13.9 °C	Indefinido
Paral	4.3 a 5.4 °C	Normal/Bajo lo Normal	Paral	13.4 a 14.3 °C	Indefinido
Chillan	4.1 a 5.0 °C	Bajo lo Normal	Chillan	12.7 a 13.5 °C	Indefinido
Concepción - Carmel Sur Ad.	6.2 a 7.0 °C	Bajo lo Normal	Concepción - Carmel Sur Ad.	13.8 a 14.3 °C	Indefinido
Diguiñil	3.2 a 3.8 °C	Bajo lo Normal	Diguiñil	12.4 a 13.1 °C	Bajo lo Normal
Ercilla (Vida Nueva)	3.7 a 4.8 °C	Normal/Bajo lo Normal	Ercilla (Vida Nueva)	12.2 a 12.8 °C	Indefinido
Temuco - Maquehue	4.4 a 5.4 °C	Normal/Sobre lo Normal	Temuco - Maquehue	12.3 a 13.0 °C	Indefinido
Puerto Saavedra	5.1 a 6.2 °C	Normal/Sobre lo Normal	Puerto Saavedra	13.2 a 14.0 °C	Indefinido
Valdivia - Pichoy Ad.	4.4 a 5.4 °C	Normal/Sobre lo Normal	Valdivia - Pichoy Ad.	11.4 a 11.8 °C	Indefinido
Osmo	3.7 a 4.7 °C	Normal/Sobre lo Normal	Osmo	11.4 a 11.7 °C	Indefinido
Puerto Montt - El Tepual	4.2 a 4.9 °C	Normal/Sobre lo Normal	Puerto Montt - El Tepual	10.8 a 11.3 °C	Indefinido
Quellón Ad.	5.2 a 5.9 °C	Normal/Sobre lo Normal	Quellón Ad.	10.4 a 11.0 °C	Sobre lo Normal
Futaleufú	1.2 a 1.8 °C	Normal/Sobre lo Normal	Futaleufú	7.2 a 8.1 °C	Sobre lo Normal
Puerto Aysén Ad.	2.3 a 3.1 °C	Normal/Sobre lo Normal	Puerto Aysén Ad.	7.6 a 8.4 °C	Sobre lo Normal
Coyhaique Alto	-4.9 a -2.9 °C	Normal/Sobre lo Normal	Coyhaique Alto	5.3 a 6.7 °C	Normal/Sobre lo Normal
Balmaceda	-2.5 a -1.1 °C	Sobre lo Normal	Balmaceda	4.7 a 6.0 °C	Sobre lo Normal
Lord Cochrane Ad.	-1.2 a -0.5 °C	Sobre lo Normal	Lord Cochrane Ad.	5.3 a 6.3 °C	Sobre lo Normal
Torres Del Paine	-1.3 a -0.3 °C	Sobre lo Normal	Torres Del Paine	5.7 a 7.2 °C	Sobre lo Normal
Puerto Natales	-1.3 a -0.2 °C	Sobre lo Normal	Puerto Natales	4.2 a 5.2 °C	Sobre lo Normal
Punta Arenas Ad.	-0.4 a 0.6 °C	Sobre lo Normal	Punta Arenas Ad.	4.6 a 5.5 °C	Sobre lo Normal
Porvenir Ad.	-0.2 a 0.6 °C	Sobre lo Normal	Porvenir Ad.	4.8 a 5.6 °C	Sobre lo Normal
Puerto Williams - Aeródromo	-0.0 a 0.6 °C	Sobre lo Normal	Puerto Williams - Aeródromo	4.4 a 5.4 °C	Sobre lo Normal

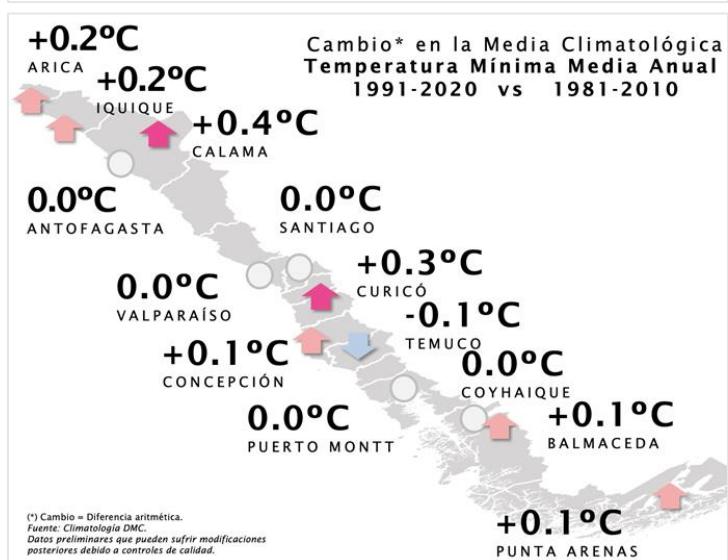
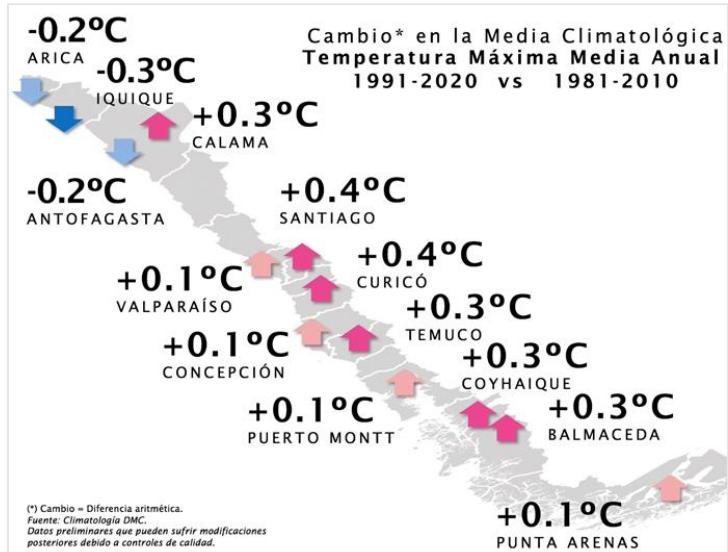
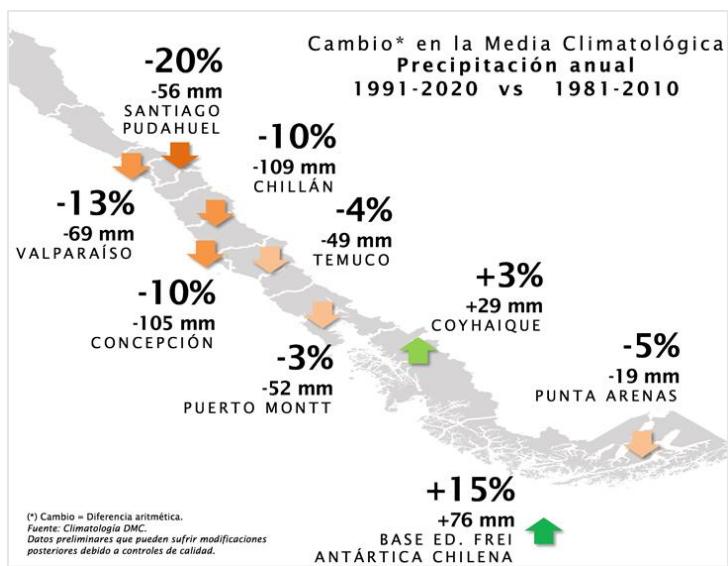
¿Qué es una normal climatológica? Normales climatológicas reglamentarias se definen como las medias de los datos climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 años, que abarcan desde un año que termina en 1 hasta un año que termina en 0, actualizadas cada diez años. Se estaba trabajando con el periodo normal del 01 de enero de 1981 al 31 de diciembre de 2010. A partir de este año debemos considerar el periodo 01 de enero de 1991 al 31 de diciembre de 2020.

¿Qué implica esto? La siguiente figura (preparada por el Sr. Juan Quintana, Jefe de la Sección de Meteorología Agrícola de la DMC) muestra cómo han estado estas normales a lo largo del tiempo en la estación Quinta Normal de la región Metropolitana (desde el 1870). El último periodo normal para esta estación es el que registra menos precipitación como valor normal en la historia.

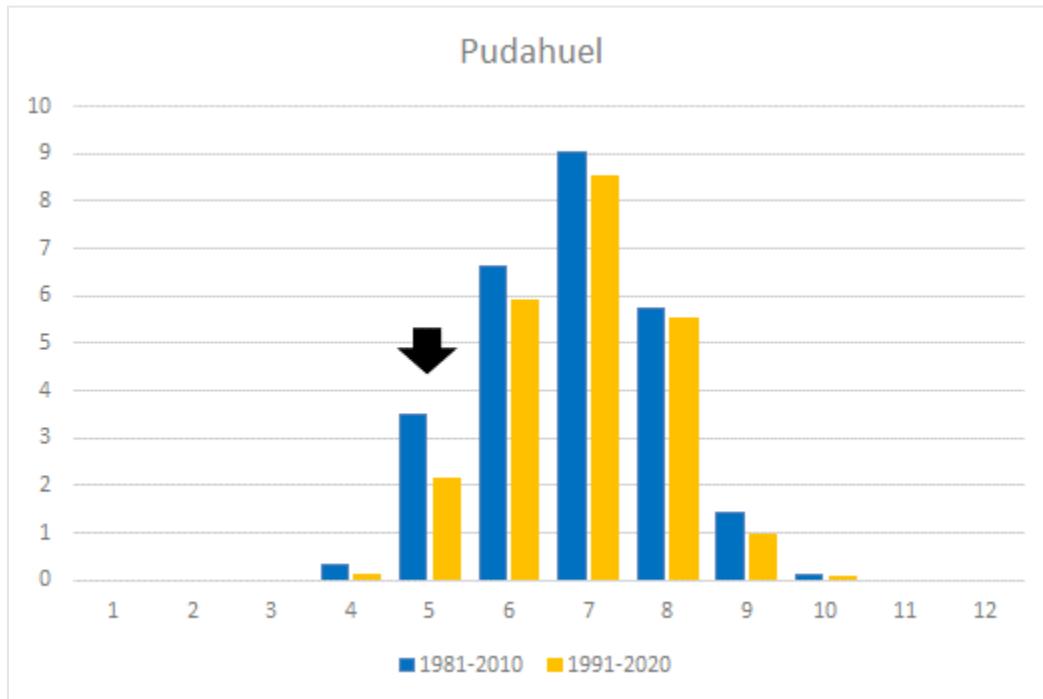


Es importante comunicar esto, porque estos cambios, para efectos de planificación territorial, implican que se debe ajustar según lo que se está experimentando en la realidad (por ejemplo, la sequía de los últimos 10 años). Es decir, se deben comunicar estas nuevas normales.

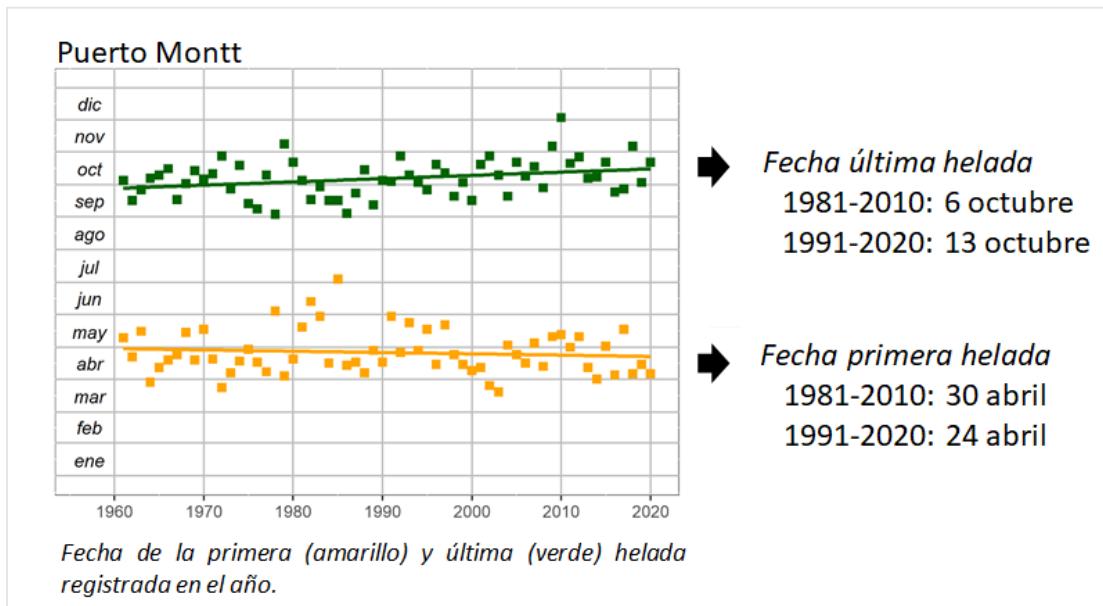
Las siguientes figuras muestran los cambios que se han producido entre las normales de 1991-2020 y 1981-2010 para las precipitaciones, temperaturas máximas y temperaturas mínimas. En general, se observa una reducción de los valores normales de las precipitaciones, según nuevas normales y aumentos en las temperaturas máximas. En las temperaturas mínimas es un poco más variable.



¿Qué pasaría con las heladas en la estación de Pudahuel, en la región Metropolitana? En mayo lo normal era tener 3 días de heladas y ahora son sólo 2 días. Ver gráfico siguiente.



¿Qué pasa con la fecha de la primera y última helada? La figura siguiente muestra el caso de la estación de Puerto Montt. La fecha de la primera helada se adelantaría al 24 de abril y la última helada se atrasaría para el 13 de octubre.



Para finalizar mi presentación los dejo invitados a visitar nuestra página en el portal Web [www.meteochile.gob.cl](http://www.meteochile.gob.cl) (Meteorología Agrícola) y les dejo nuestro correo electrónico para consultas ([datosagro@meteochile.cl](mailto:datosagro@meteochile.cl)). Ver imagen siguiente.

The screenshot shows the homepage of the Dirección Meteorológica de Chile's website. At the top left is the logo of the Dirección Meteorológica de Chile. To its right is the text "DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL" and "Dirección Meteorológica de Chile". On the far right is a link to "Blog MeteoChile" with the text "Haz clic aquí". Below the header is a navigation bar with links: Pronósticos, Meteorología Aeronáutica, Climatología, Meteorología Agrícola, Estaciones En Línea, Imágenes Satelitales, Área Comercial, Prensa, Quiénes Somos. The date "Jueves 6 de Mayo de 2021" is also in this bar. The main content area has a blue header "METEOROLOGÍA AGRÍCOLA". On the left, there are three vertical menu boxes: "Pronósticos" (with sub-links: Pronóstico agrometeorológico, Mapas pronosticados, Agrometeorogramas, Perspectivas agroclimáticas), "Datos" (with sub-links: Visualización y descarga de datos, Monitoreo de heladas, Resumen semanal, Decadal de observaciones, Decadal grados día), and "Información" (with sub-links: Quienes somos, Contacto, Sitios de interés, Material de difusión). In the center, there is a green box titled "INFORME DE RIESGO: HIELAS EN LA ZONA SUR DEL PAÍS" containing a warning icon, a thumbnail for the "Boletín Agroclimático y Perspectiva MARZO 2021", and another for the "Anuario Agrometeorológico TEMPORADA AGRÍCOLA MAYO 2019 - ABRIL 2020". Below these are two blue buttons: "MONITOREO DE HELADAS" and "ENCUESTA DE SATISFACCIÓN". On the right, there is a large image of a field with hay bales, and a box titled "Noticias" containing the text "PROYECTO SISSA AVANZA PROYECTO PILOTO DE SIMULACIONES DE RENDIMIENTO DE TRIGO EN CHILE". At the bottom right of the news box is another image of a field. The overall background of the page features a photograph of a field under a cloudy sky.

# PERSPECTIVAS PRONÓSTICO TEMPORADA 2021-2022 (Río COPIAPO- Río ÑUBLE)

Sr. Felipe Pérez Peredo, Jefe Subdivisión Meteorología y Nieves, Dirección General de Aguas

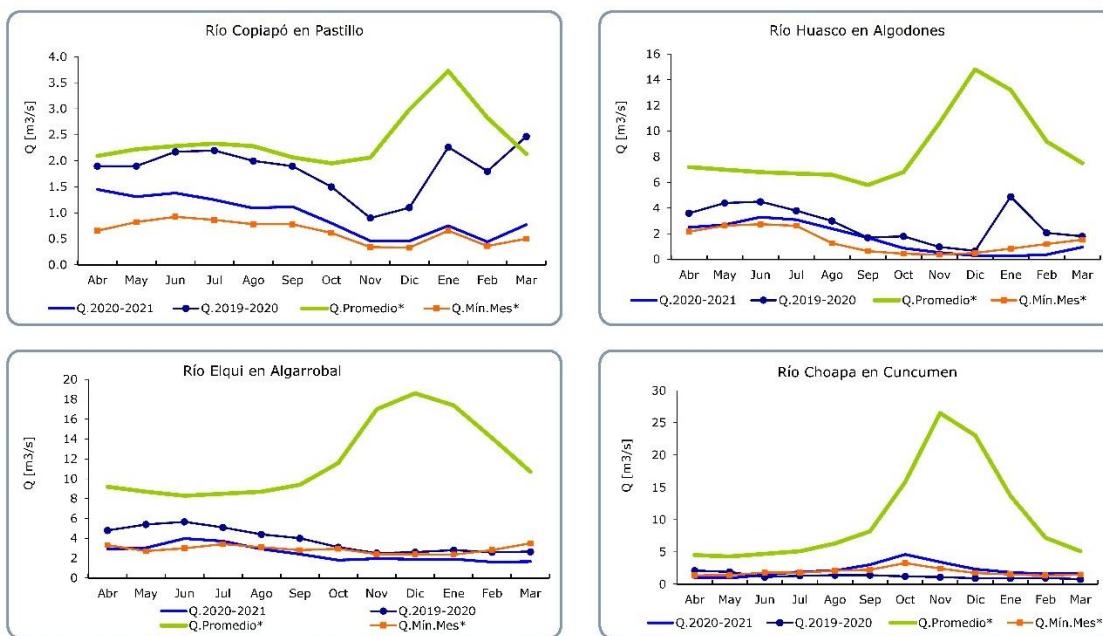
Esta presentación aborda las Perspectivas 2021-2022, específicamente:

- Conocer antecedentes Temporada 2020-2021
- Conocer valores promedios y/o normales
- Ver resultados Pronóstico 2020-2021
- Rutas de Nieves

Los valores de esta exposición consideran el promedio normal para los años 1981-2010.

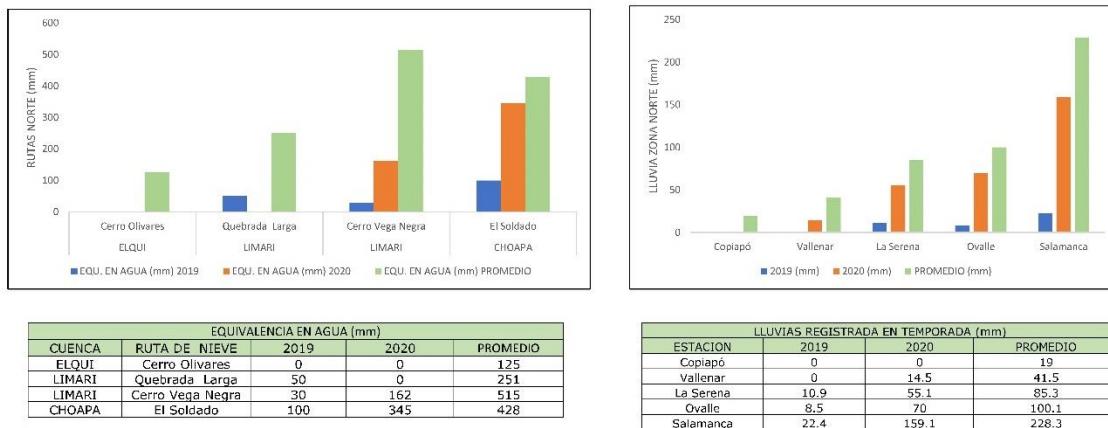
## ZONA NORTE: REGIONES ATACAMA Y COQUIMBO

Analizando la zona norte, regiones de Atacama y Coquimbo (gráficos siguientes), los caudales registrados a la fecha están en sus mínimos. Sería muy difícil alcanzar valores promedio históricos mensuales o normales. Entre río Copiapó y Elqui casi no se tuvo nieve la temporada pasada. Un escenario parecido este año sería complicado para esta zona. Algo de nieve se tuvo para la cuenca del Choapa, por lo tanto algo tuvo de escorrentía.

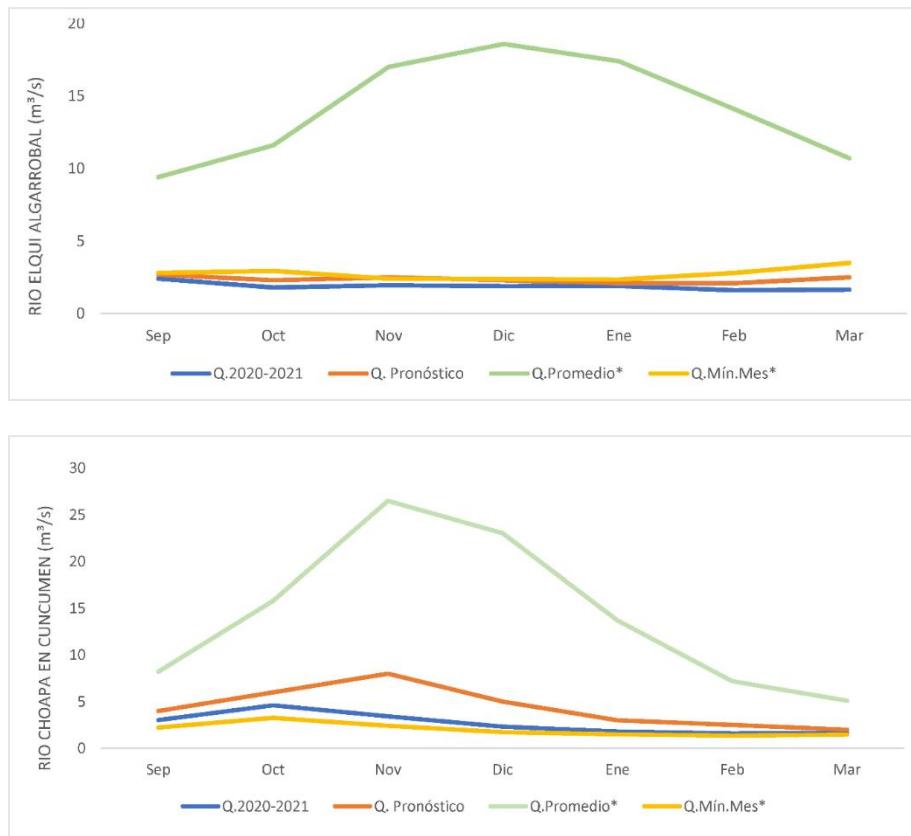


En relación a las rutas de nieve, con su equivalente en agua o precipitaciones, Cerro Olivares y Quebrada Larga no han tenido nieve los últimos años (aproximadamente 200 [mm] en ambas rutas). Ver gráfica siguiente (izquierda). En Choapa se observa algo de nieve, concordante con las lluvias registradas en Ovalle y Salamanca (gráfica, lado derecho) y esto

ocasionó algo de escorrentía (según lo visto en gráfica previa de caudales para Choapa). En esta zona aún la situación es complicada, considerando las acumulaciones nivales.



El pronóstico realizado para el 2020-2021 se presenta en las figuras siguientes. Realizar el pronóstico con valores muy alejados de las medias es muy complicado. Hay probabilidades de excedencia cercanas a un 80-90%. En el caso de Choapa en Cuncumén pronosticamos con un pick en noviembre que finalmente se alcanzó en octubre tal como muestra la figura siguiente correspondiente. A partir de ese momento se agotó la cuenca, no pudo aumentar más su escorrentía, alcanzando su mínimo.

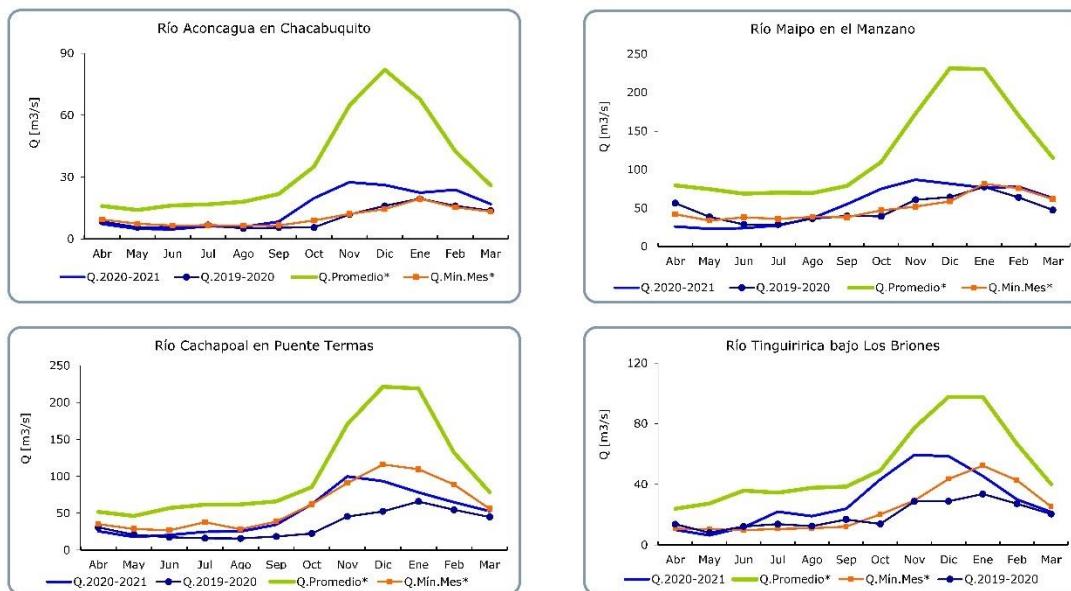


## ZONA CENTRO: REGIONES VALPARAÍSO Y O'HIGGINS

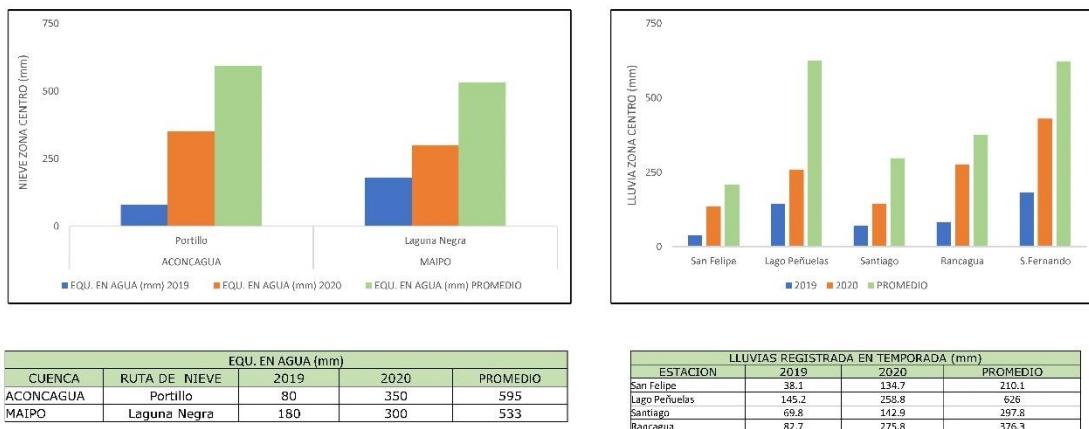
En la zona centro, que abarca las regiones de Valparaíso, Región Metropolitana y O'Higgins, la situación es un poco más favorable. Se observa escorrentía en las cuencas del Aconcagua y del Maipo, sus hidrogramas son prácticamente similares.

Al igual que el caso mencionado previamente, se había pronosticado un peak en diciembre, sin embargo, se produjo en noviembre. Y, desde allí, se produjo un descenso hasta que se produjeron las lluvias de enero que ayudan a tener una mejor situación de estos caudales.

Más al sur, en las regiones de O'Higgins y Maule se tiene una mejor situación. Las escorrentías tienden a acercarse un poco a los valores normales, sin embargo, se mantienen bajo ellos.

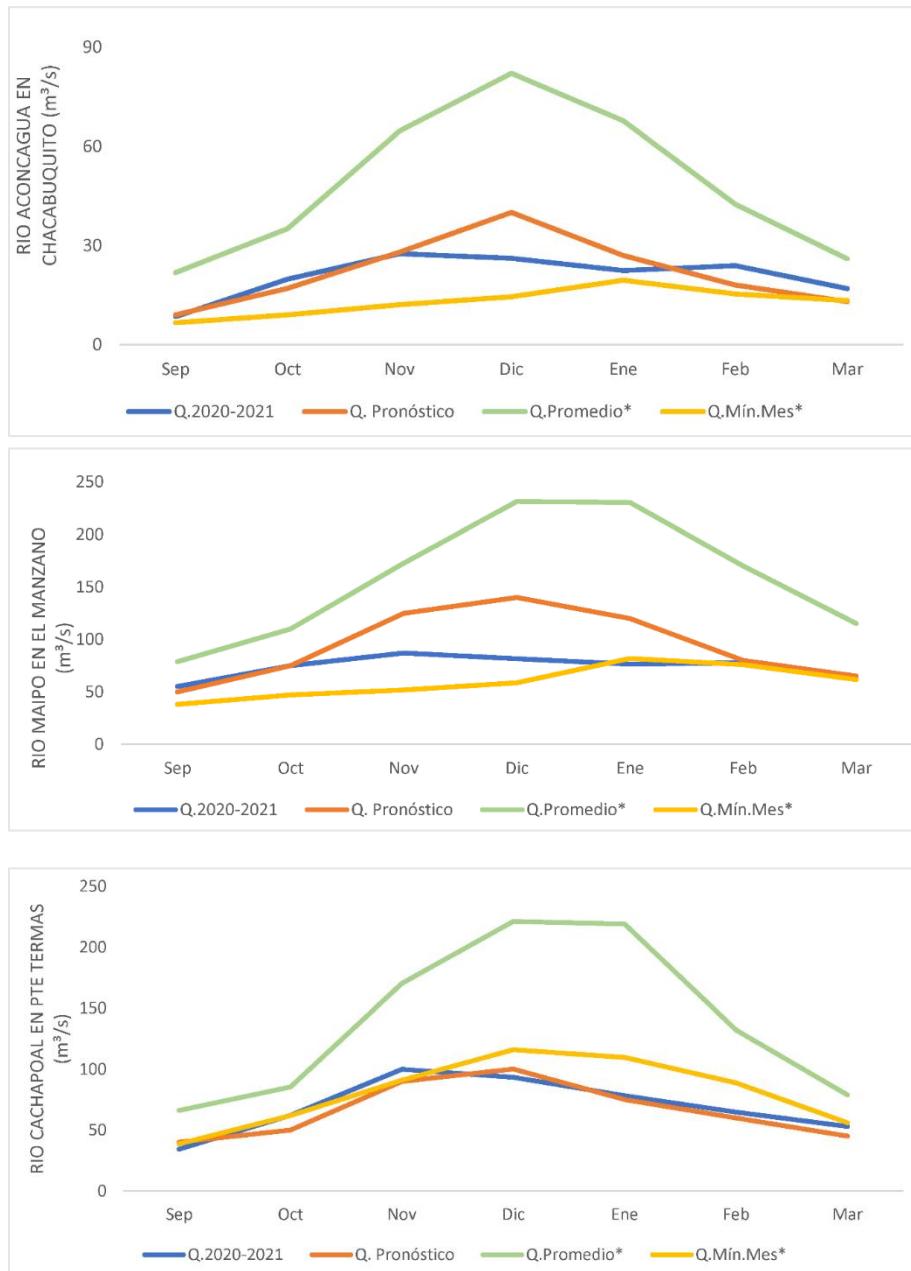


En Portillo, cuenca del Aconcagua, se tuvo un 50% de nieve, similar al caso de Laguna Negra. En este caso, con lluvias normales podríamos estar bordeando los caudales promedio.



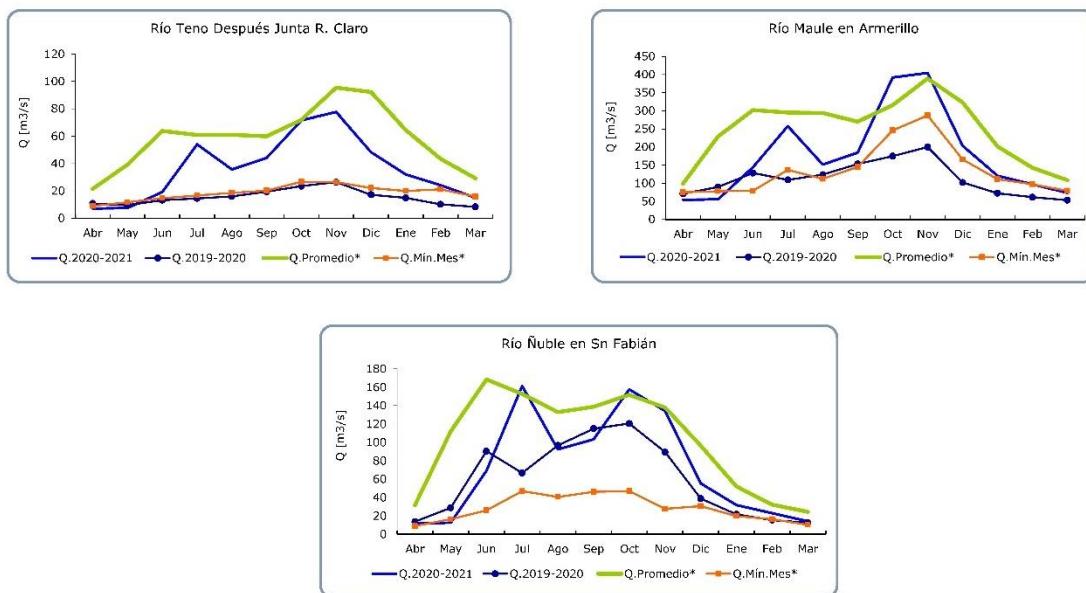
Los pronósticos para esta zona se muestran en los siguientes gráficos. En el caso del río Aconcagua, el peak se esperaba en diciembre, fue complicado modelar, tan solo con un 50% del caudal medio. Esto, particularmente ha sido complicado para el río Aconcagua, que lleva 4 años deficitarios en sus caudales.

En el caso del Cachapoal, mejora la situación. El pronóstico construido, comparado con lo registrado, tuvo muy poca diferencia.

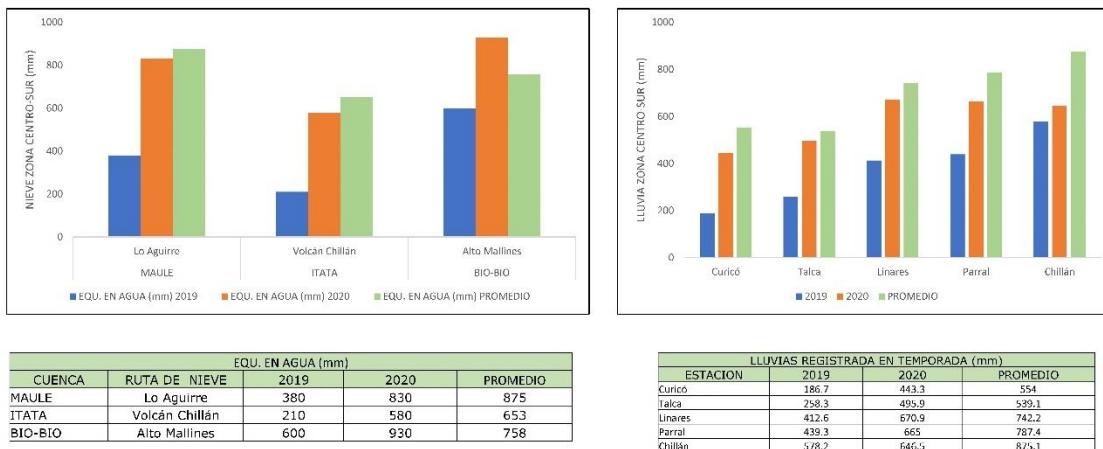


## ZONA CENTRO SUR: REGIONES MAULE A ÑUBLE

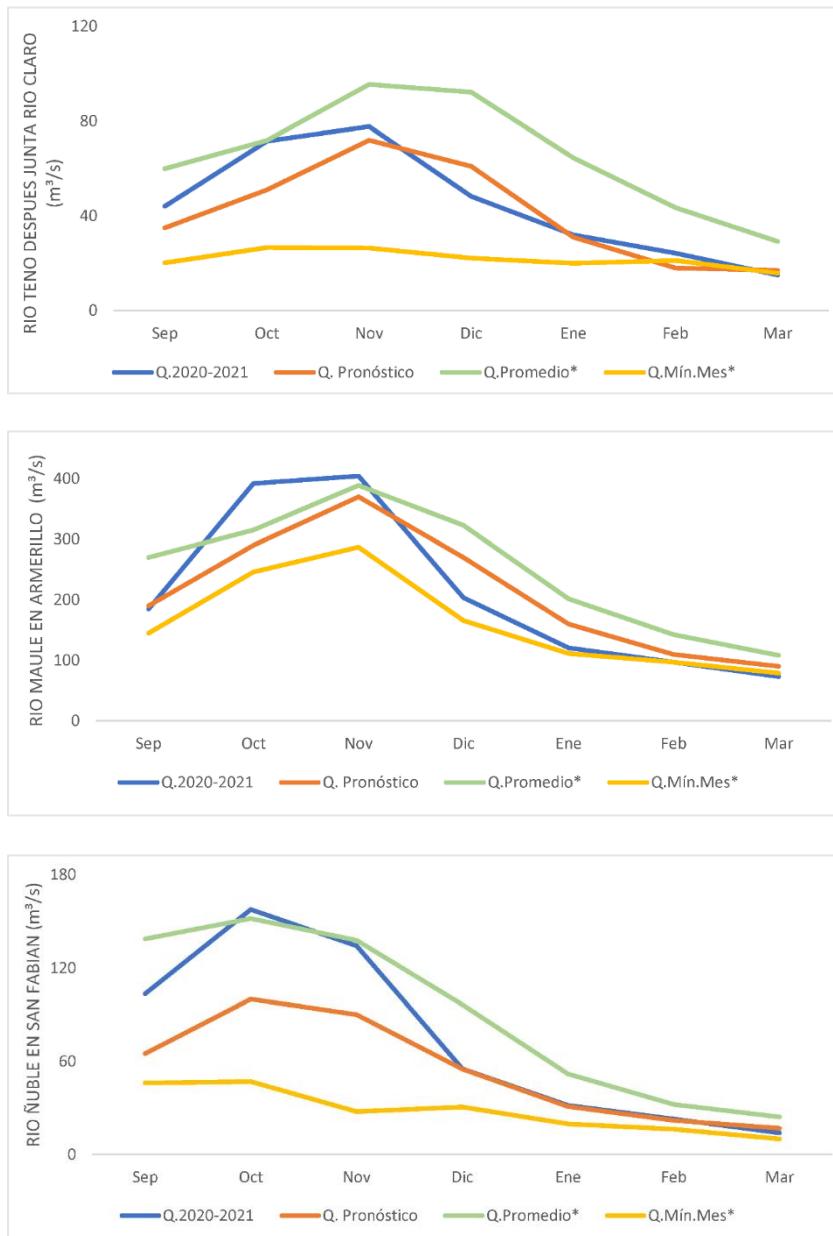
En la zona centro sur, de las regiones de Maule a Ñuble, el escenario es un poco más favorable, más normal. Hubo lluvias en septiembre 2020 que aumentaron los caudales, acercándose a las medias. Sin embargo, después se produce una baja abrupta, manteniéndose en recesión los meses de verano. Lo proyectado para esos meses fue acertado con lo registrado. Hoy estamos en los mínimos, pero, con una proyección normal de las precipitaciones podríamos alcanzar los valores mensajes medios.



Las rutas de nieve muestran una situación normal en esta zona, similar a las precipitaciones. Ver gráficas siguientes. Lo registrado el 2019 de nieve equivalente en agua, fue muy alejado del valor promedio. En Volcán Chillán fue prácticamente un tercio de la media. Con ello se alejaron bastante las proyecciones.



Las gráficas siguientes muestran las proyecciones del pronóstico para esta zona. Lo registrado, en general, estuvo sobre lo pronosticado, pero, con caídas similares en los caudales hacia el verano. Si continuaran las condiciones normales de precipitaciones esperaríamos alcanzar los valores promedio (línea verde) en los ríos Teno, Maule y Ñuble.

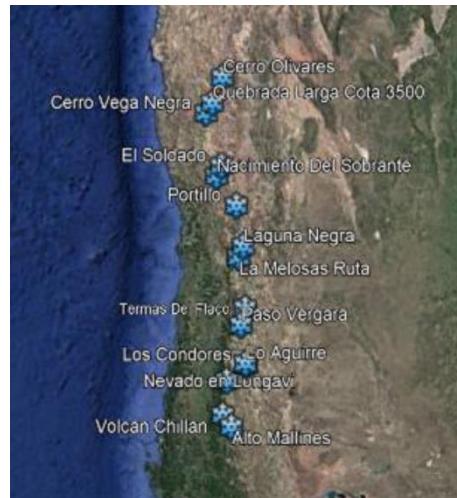


## RUTA DE NIEVE

En relación con las rutas de nieve, se cuenta con 15 estaciones (ver tabla e imagen siguientes). La mayoría con estadísticas antiguas. Todas con transmisión satelital. La última modernizada el año pasado fue Cerro Olivares. Este año se anexaron otras dos más: Las Hualtatas en la cuenca del Maipo y Quebrada la Negra en la cuenca del Cachapoal (norte).

Todas por sobre los 2.500 m, todas con control manual de temporada. Por lo tanto, se tiene observación en terreno de lo que está pasando. La observación es continua, con datos de por lo menos 60 años (inicia el año 1951 su operación).

CUENCA	RUTA DE NIEVE	AÑO INICIO	ALTURA (m.s.n.m.)
ELQUI	Cerro Olivares	1974	3560
<b>LIMARI</b>	<b>Quebrada Larga</b>	<b>1956</b>	3550
LIMARI	Cerro Vega Negra	1972	3532
CHOAPA	El Soldado	1969	3293
PETORCA	El Sobrante	1981	3383
<b>ACONCAGUA</b>	<b>Portillo</b>	<b>1951</b>	3037
MAIPO	Laguna Negra	1965	2790
MAIPO	Las Melosas Ruta	2019	3314
MAIPO	Las Hualtatas	2021	2017
CACHAPOAL	Quebrada La Negra	2021	3560
CACHAPOAL	Termas del Flaco	2011	2663
MATAQUITO	Paso Vergara	2016	2600
MAULE	Los Condores	2017	2442
<b>MAULE</b>	<b>Lo Aguirre</b>	<b>1953</b>	2000
MAULE	Nevados de Longaví	2011	1980
ITATA	Volcán Chillán	1966	2075
BIO-BIO	Alto Mallines	1967	1785



Todas las rutas deben tener ciertas consideraciones para representar bien tanto la acumulación como la pérdida del manto para la construcción del pronóstico con datos de fines de agosto e inicios de septiembre.

Ruta Portillo (Cuenca Aconcagua)



Ruta Las Melosas (Cuenca Maipo)



Ruta Laguna Negra (Cuenca Maipo)



Técnica de control manual en Ruta de Nieve



## PREGUNTAS Y RESPUESTAS

---

**Parece que el Qmax ya está siendo 1 mes antes que la condición histórica... ¿noviembre ahora? (René Garreau).**

Al parecer hay un desplazamiento de los caudales punta, sobre todo estos años de recesión o de déficit en las precipitaciones y sobre todo en la distribución de los caudales en la temporada, que hace difícil por lo volumen estimar los pronósticos (Felipe Pérez).

**¿Cuándo se comenzará a usar la nueva normal? (René Garreau).**

Este año se está trabajando en el uso de nuevas normales. Se espera que la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) use las nuevas normales a fines de año (María Carolina Vidal).

**¿Será posible agregar para las zonas norte y centro, un valor de caudal promedio desde el 2010 hasta el 2020, para tener una comparativa con los últimos años también? Es decir, la comparativa que se hace es con datos 1981-2010, es decir, la normal queda muy arriba. ¿es posible crear un valor de referencia de los últimos 10 años? (Tomás Zúñiga).**

Se puede presentar, sin embargo, no sería una normal estandarizada. Hablaríamos de una década para la comparación. Hemos visto que quitando los años 80 la normal se acerca más a la situación de la última década. Se podría construir, como un ejercicio, un valor de comparación de los últimos 10 años (Felipe Pérez).

**¿Dónde puedo buscar la precipitación para este nuevo periodo en la zona de Cabildo? (Orlando Ansaldi).**

Las normales, cuando se actualicen, estarán disponibles para las estaciones que tienen más datos, con data histórica de más años y registros completos (María Carolina Vidal).

**¿Hay registros de cambios en los niveles de agua subterránea para distintas zonas del país, respecto de años anteriores? (Sara Alvear).**

En los boletines se ha observado cierta diferencia en los niveles subterráneos, comparando con temporadas mejores. Por ejemplo, en el Copiapó, después de las lluvias 2015 se mantuvieron “arriba” los niveles de los pozos. Sin embargo, los últimos años ha habido descenso de estos niveles. En la zona centro es más difícil conocer la situación porque hay menos pozos (Felipe Pérez).

---

## BLOQUE 2. ¿SEQUÍA O ARIDIZACIÓN? AL RESCATE DE LA AGRICULTURA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

---

**Sr. Fernando Santibáñez Quezada, Doctor en bioclimatología y Profesor de la Universidad de Chile**

¿Sequía o aridización? Es una pregunta muy válida. Es decir, ¿estamos frente a un evento o un cambio coyuntural o estamos frente a un cambio más permanente (un ciclo más largo)?

Los dilemas climáticos de nuestro tiempo:

¿Ha cambiado el clima en el último siglo? Cuánto hemos transitado ya a un nuevo escenario climático.

¿Es el ser humano el responsable? Una gran pregunta en que las respuestas no han sido tan definitivas. Será que se están entremezclando cambios de tipo natural con cambios inducidos por el ser humano.

¿Qué rasgos del clima podrían cambiar? Desde la academia se debe dar alguna respuesta a los tomadores de decisión sobre cambios en la temperatura, precipitación, etc.

¿Cuánto durará el cambio climático? El cambio climático se debe fundamentalmente a una acción humana y pueden corregir conductas cuando los efectos son negativos. Por eso se hacen las COPs<sup>1</sup> y los acuerdos internacionales. Por lo tanto, suprimida las causas el efecto tendrá que disolverse en el tiempo y volver a la normalidad... si es que hay una normalidad... es posible que haya cambios en el planeta que no vuelvan atrás.

¿Están siendo efectivas los acuerdos internacionales? Se gasta mucho dinero en reuniones, en acuerdos, en COPs y no se sabe cuán efectivos están siendo.

¿Cuánto podría llegar a afectar a la agricultura, silvicultura y ganadería? Aquí se requiere responder, además: ¿Qué consecuencias económicas tendrá en nuestro país? ¿Qué consecuencias sociales tendrá en nuestro país? ¿Qué consecuencias ambientales (patrimoniales) tendrá en nuestro país?

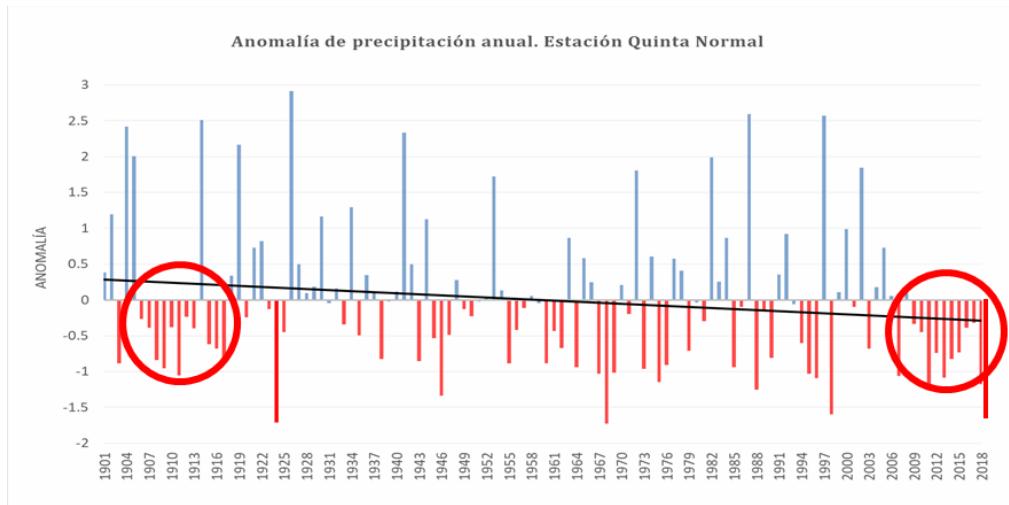
¿Qué recuperaremos y que no recuperaremos luego de este “paréntesis climático que vivirá la humanidad? ¿Durará unos 100 años, 200 años?... aún no es claro. Pero, luego de que el clima se reequilibre habrá cicatrices indelebles, que van a quedar. Por ejemplo, glaciares y especies van a desaparecer. Esto implica una pérdida de patrimonio para Chile y para la humanidad.

---

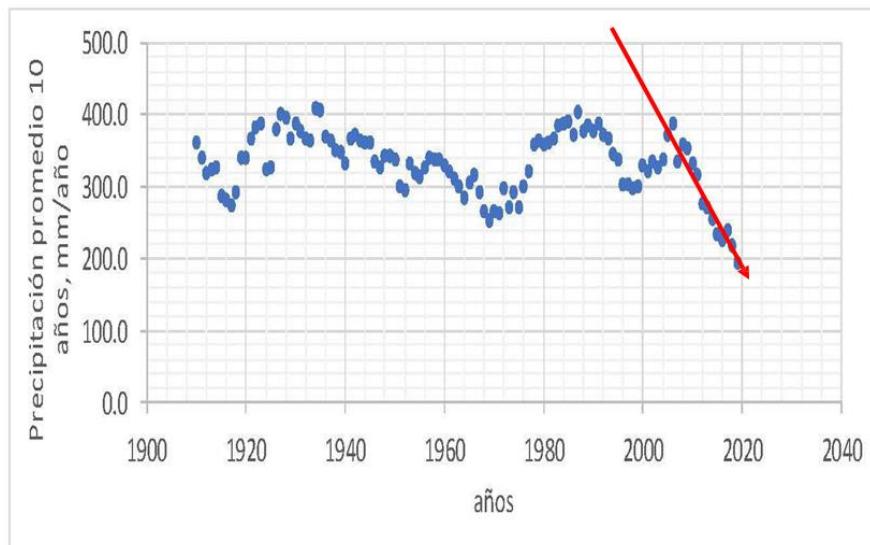
<sup>1</sup> COP: Conferencia de las Partes o Conference of the Parties (COP) es la Cumbre anual que realiza la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) donde se reúnen los 196 países más la Unión Europea que conforman a las Partes.

## HECHOS Y EVIDENCIAS

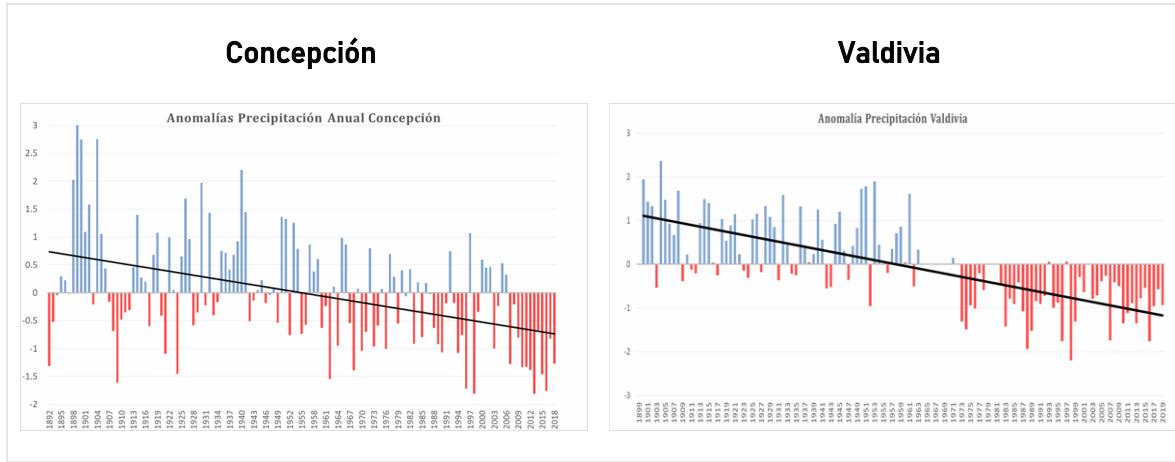
Las anomalías climáticas van claramente en una tendencia negativa. Al parecer, los años hiper lluviosos van en extinción y la frecuencia de las anomalías negativas va siendo cada vez más alta. Ver la figura siguiente para la estación Quinta Normal en Santiago, Región Metropolitana. Allí se destaca la megasequía de los últimos años (círculo rojo lado derecho de la figura), que no es un fenómeno nuevo, hubo un evento similar a principios de siglo (círculo rojo lado izquierdo de la figura). Esto nos deja un poco más tranquilos en el sentido de que no es un fenómeno nuevo, hace casi 100 años o más, ya tuvimos algo parecido. La megasequía entonces debiera cambiar de nombre.



Si observamos el promedio móvil de 10 años en Santiago, para ver la tendencia en el corto plazo, se ve claramente que algo está pasando desde el año 2000 en adelante. Hay una pendiente mucho más abrupta hacia la aridización del clima. Si tuviéramos en cuenta una normalidad de 10 años (ver figura siguiente donde los puntos representan valores normales de 10 años), entonces, Santiago tendría un promedio normal de 200 [mm] en estos momentos.



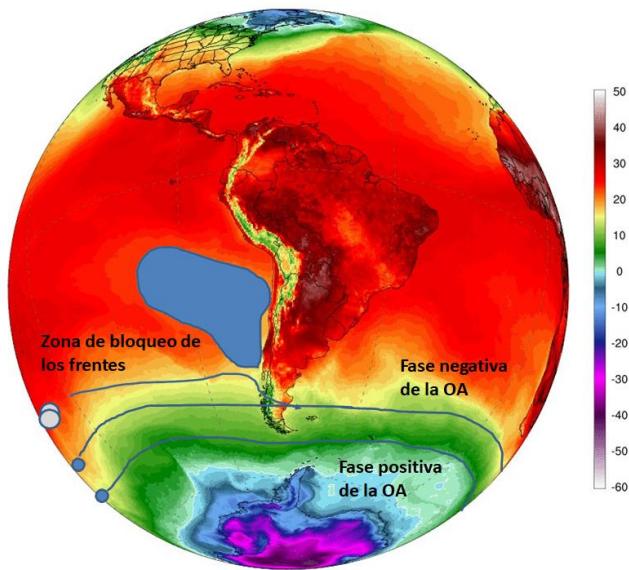
Si avanzamos hacia el sur, la situación no es mejor. De hecho en Concepción se observa una tendencia clara a la aridización, así también en Valdivia que muestra una situación peor. La figura siguiente muestra las anomalías de precipitación anual para Concepción (gráfica izquierda) y Valdivia (gráfica derecha). En Valdivia hace ya 30 años que las anomalías son todas negativas, salvo un par de años que se muestran normales. Aquí ya hay una tendencia más permanente. Hay una parte del sur de Chile que ya indica un cambio de clima que pareciera ser permanente.



Hay indicadores planetarios que también lo indican. El gran motor de la energía cinética de los frentes que llegan a nuestro país está dado por la circulación peri antártica que otorga energía a los frentes para moverse y mezclarse con aire más húmedos que viene del subtrópico. De esa manera llegan los frentes a la zona sur y centro de nuestro país.

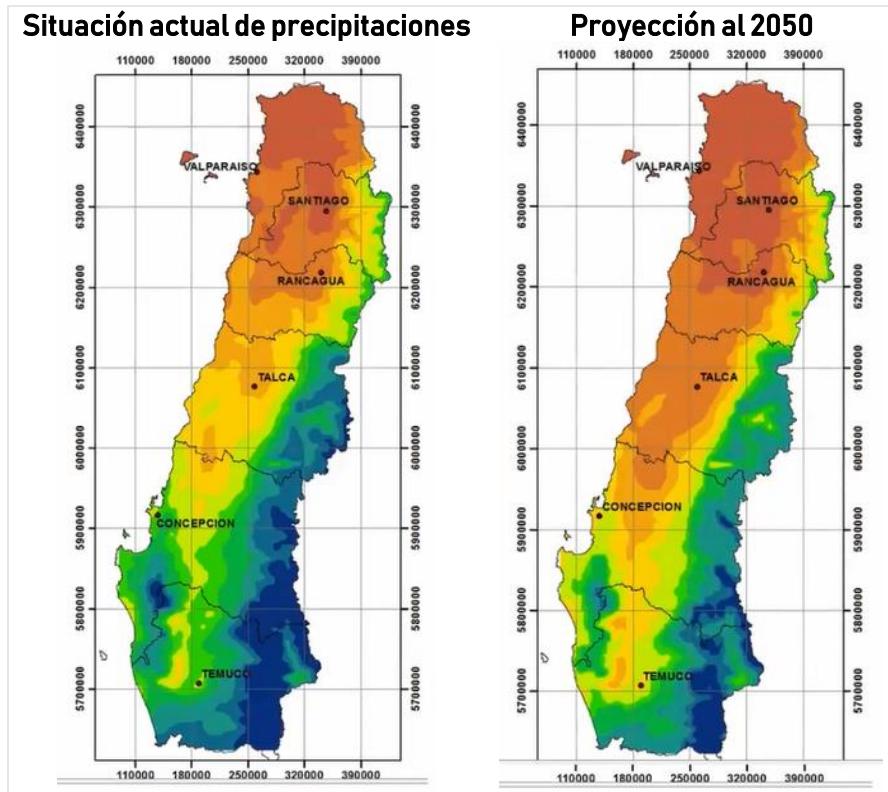
Pareciera ser que esta circulación ha cambiado, hay una tendencia de la oscilación peri antártica a moverse más hacia la Antártica. Es decir, una tendencia hacia lo positivo en la Oscilación Antártica que ha venido a manifestando claramente. Lo que indica que el motor que mueve los frentes se está alejando, se está yendo más hacia la zona antártica.

Además, el Anticiclón está tomando más una posición de bloqueo cada vez más efectiva; se ha movido, prolongándose hacia el extremo sur, lo cual hace que los frentes se estén desviando de Chiloé al sur y les cuesta mucho más llegar hacia la zona central.

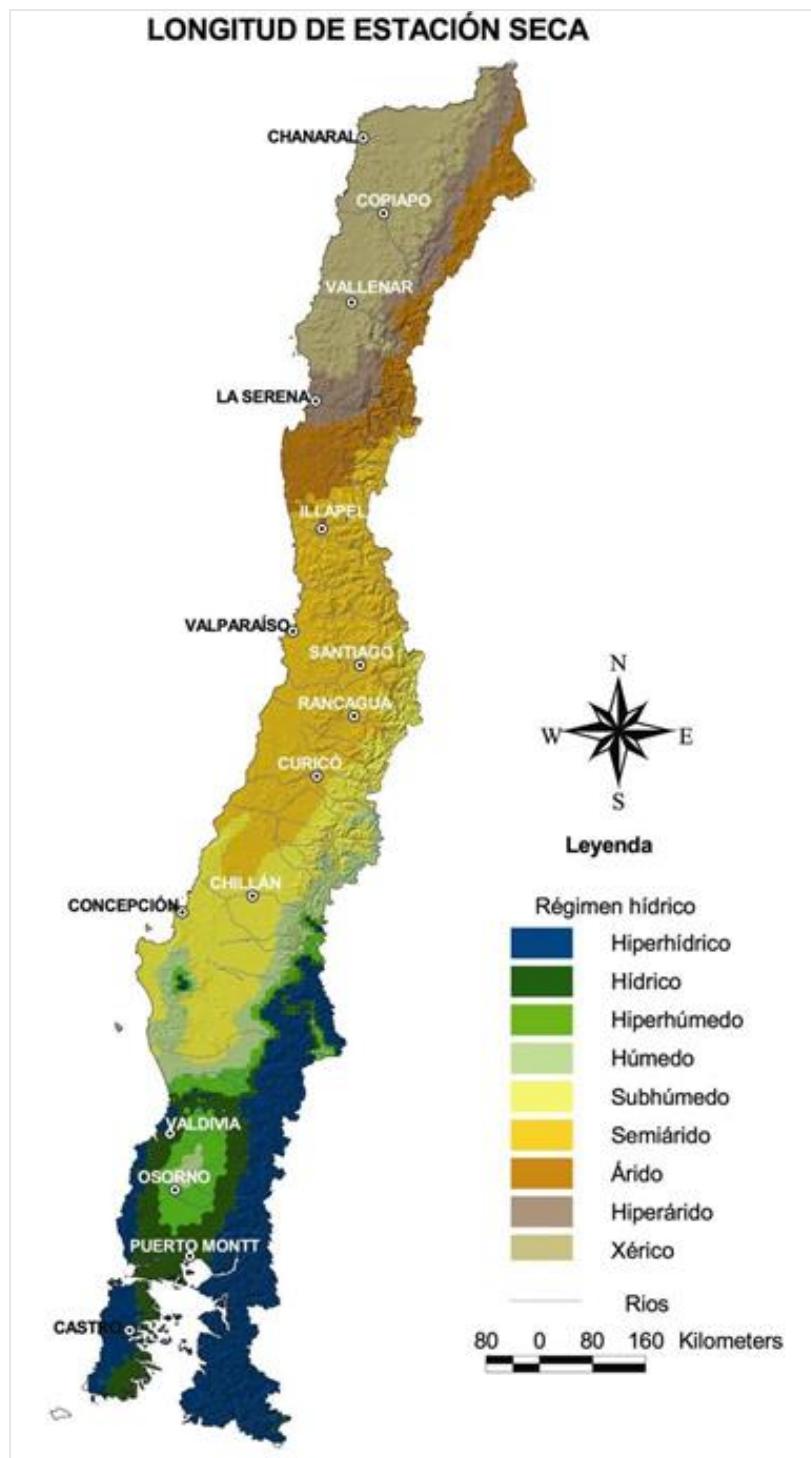


Es decir, hay un cambio planetario que explica lo que estamos observando en las estadísticas. Está ocurriendo una aridización, respondiendo la pregunta de análisis.

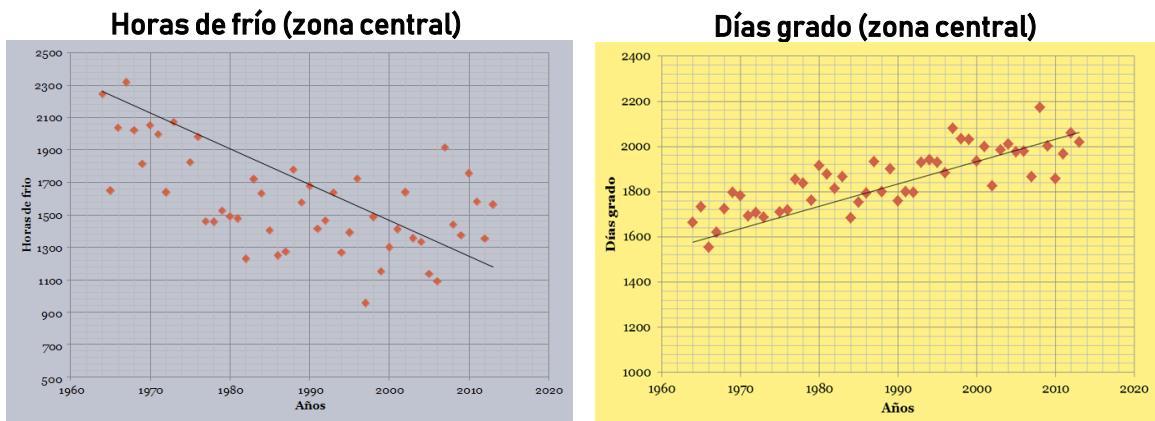
La figura siguiente muestra las precipitaciones, situación actual (lado izquierdo) y la proyección hacia el 2050 (lado derecho), es decir las isoyetas avanzan alrededor de 100 a 200 km hacia el sur.



Esto puede tener como consecuencia que las líneas que determinan las distintas zonas de aridez: hiperárida, árida, semiárida, se van a desplazar hacia el sur a razón de unos 150 km. Es decir, el desierto de Atacama hoy está 150 km más cerca de lo que estuvo el año 1900. Es una realidad que está ocurriendo en todo el mundo. Se ha manifestado en el hemisferio norte también.

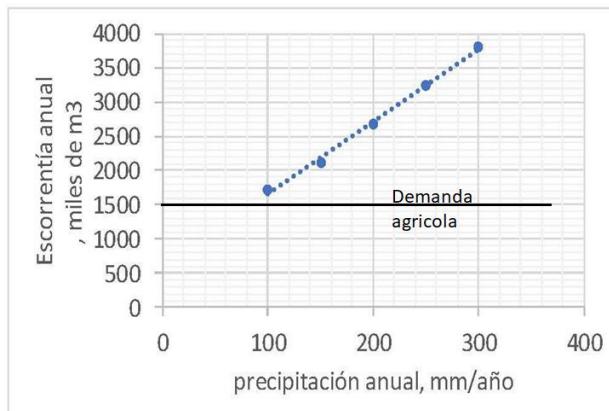


Hoy se está produciendo menos frío y más calor. Las horas de frío acumuladas en Curicó han descendido en las últimas décadas, los inviernos tienen menos frío (ver figura siguiente, lado izquierdo). Es un hecho evidente en la zona central. Así también, más calor. Los días grados, las temperaturas sumadas durante el año completo, no promediadas van al alza (ver figura siguiente, lado derecho).



#### LAS VARIACIONES DEL CLIMA PEGAN FUERTE – UNA MIRADA A LA CUENCA DEL MAIPO

Viendo el gráfico siguiente para la cuenca del Maipo, cuando llueven 300 [mm] escurren entre 3.500 y 4.000 miles de metros cúbicos en un año en la cuenca. Cuando llueven 200 [mm] escurren un poco más de 2.500 millones de metros cúbicos y cuando llueven 100 escurren unos 1.500 millones de metros cúbicos. La demanda agrícola en el valle del Maipo está más o menos en ese orden. Cuando llueven entre 100 y 200 [mm] casi toda el agua tendría que destinarse a la agricultura. Sin embargo, la prioridad de consumo de agua la tiene la población. Es un problema más bien crónico en la medida que las precipitaciones sean de 200 a 300 [mm].



La siguiente muestra el nivel de satisfacción que tienen las demandas de agua que tiene la agricultura en el valle del Maipo, descontado el consumo de los otros prioritarios. Es decir, sin la demanda de Santiago (18 a 20 metros cúbicos por segundo) y la industria en el área de

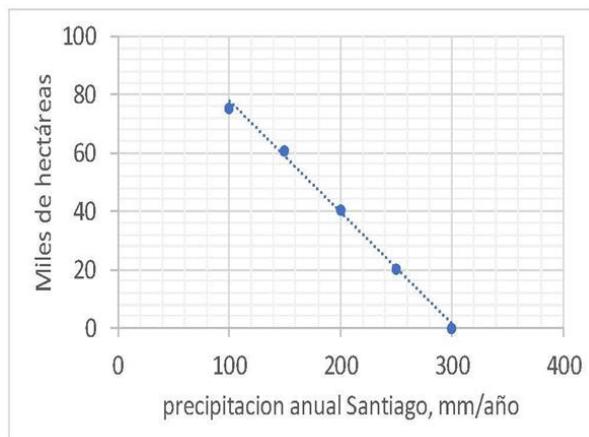
Santiago. Ya se tiene un déficit crónico, cercano al 10%. Aún en un año normal se tendrá un déficit de ese orden.

Si en el promedio de 10 años la precipitación se ha acercado a los 200 [mm], entonces, la agricultura está teniendo déficit en diciembre a enero del 40% (ver línea color morado en el gráfico). Eso lo notan los agricultores, quiere decir que tienen una dotación un poco superior al 50% de lo que necesitan.

¿Cuáles pueden ser las consecuencias económicas de esto? Por cada 1% que se limita la dotación de agua de riego en una cuenca como la de Santiago, significa un costo de 22,5 millones de dólares en productos exportables, básicamente fruticultura. Si el promedio de pérdidas de un año es de 20% equivale una pérdida anual de 450 millones de dólares. Eso significa para el país aceptar un déficit de esta magnitud, porque no tenemos infraestructura para enfrentar un déficit de precipitaciones de este valor.

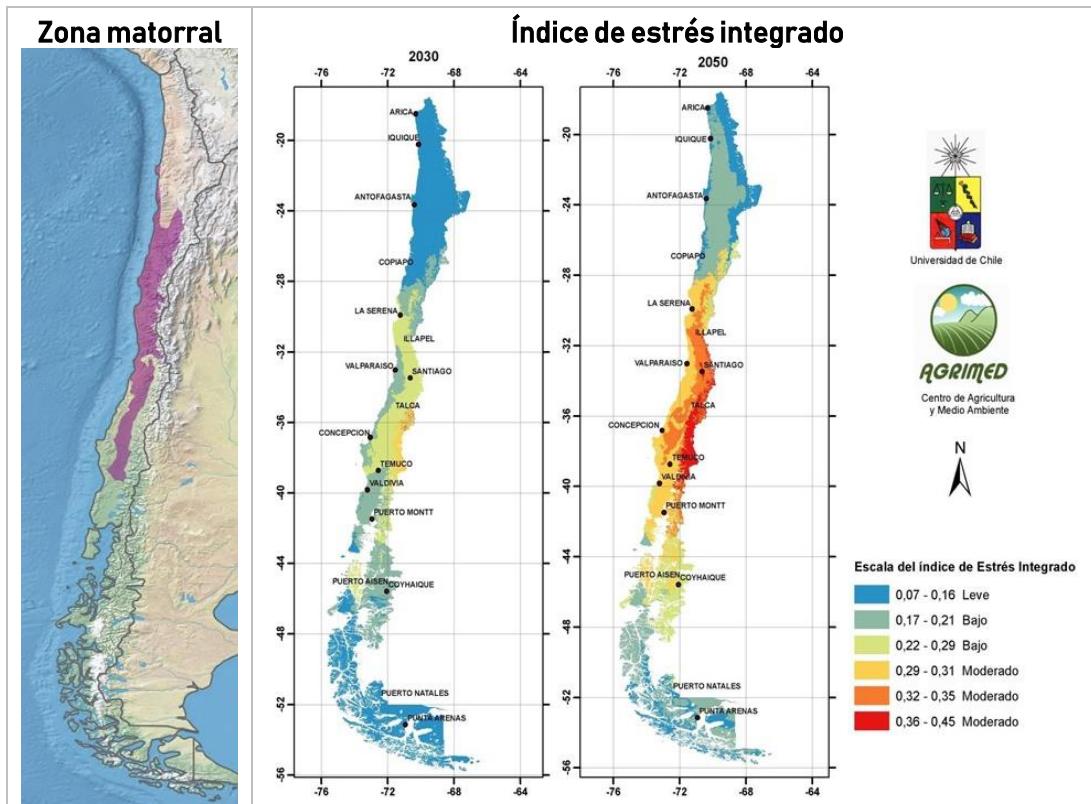


Si en el futuro se mantienen estos déficits promedio de 200 o 100 [mm] se iría perdiendo la posibilidad de regar hasta 50.000 a 60.000 hectáreas. Eso implica que parte de la agricultura o su totalidad (123 mil hectáreas regadas en la cuenca de Maipo) quedaría sin sustento o soportar un déficit crónico aún más agudo. Ver figura siguiente. Aunque aún no sabemos con certeza el escenario, se tendrá costos bastante altos.

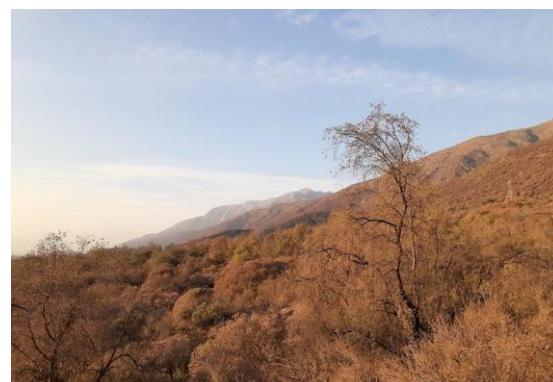


## LAS VARIACIONES DEL CLIMA PEGAN FUERTE – UNA MIRADA NUESTROS ECOSISTEMAS

La figura siguiente muestra la zona de matorrales, vegetación más bien xérica, el bosque esclerófico en Chile (lado izquierdo). Haciendo un análisis de estrés frente al cambio climático, toda la zona central que es la zona más biodiversa del país estaría sujeta al mayor estrés bioclimático en el próximo futuro (año 2050). Esto implica que en esta zona podría haber una erosión de especies bastante significativa.



Considerando la mano del ser humano, cada año se queman 40.000 a 50.000 hectáreas, incluso algunos años mucha mayor extensión (figura siguiente, lado izquierdo). Así también, yendo hacia el Roble en Tilitil (región metropolitana) se tiene un Maitén completamente seco (figura siguiente, lado derecho).



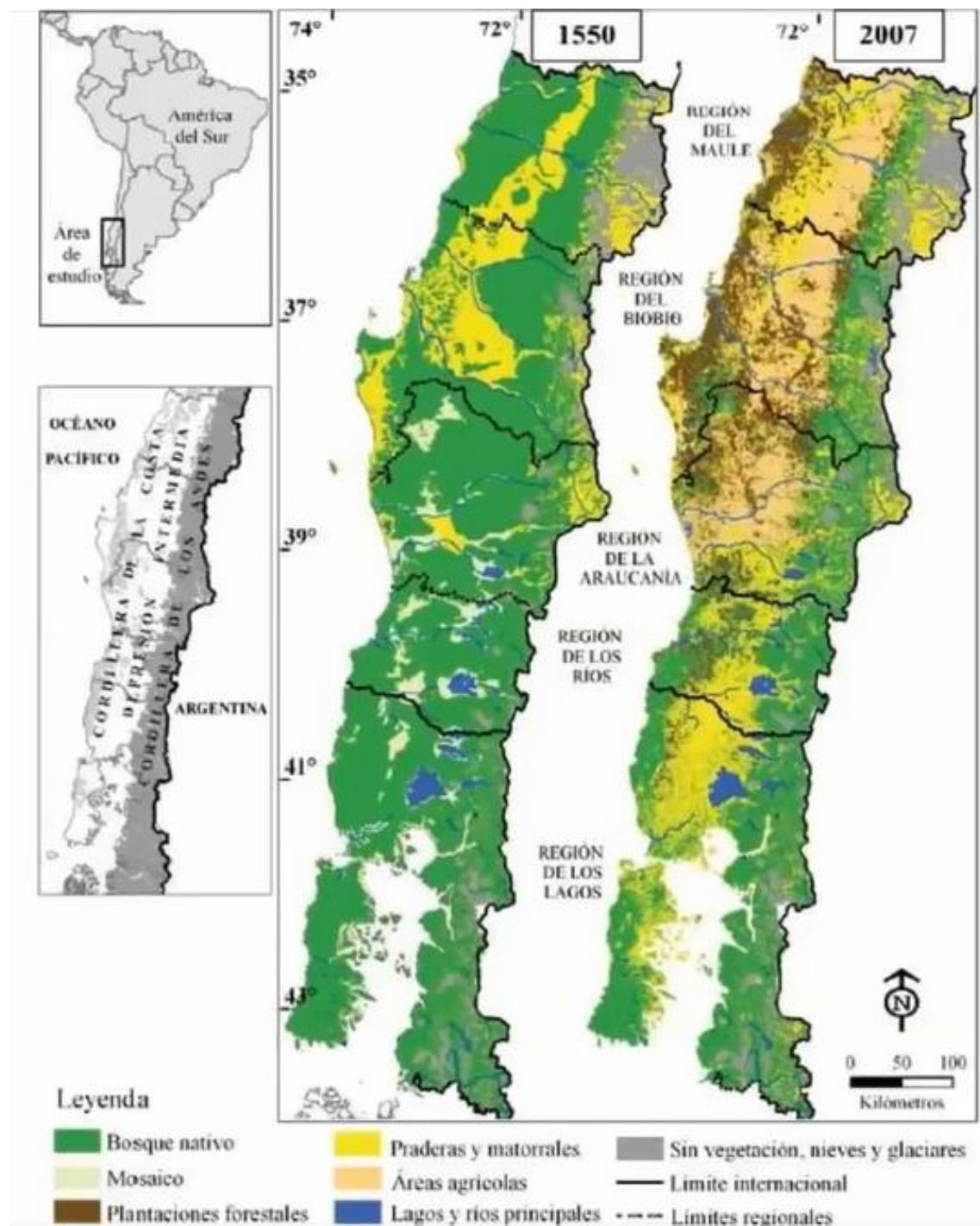
**El bosque esclerófico en estado agónico, yendo a San Gabriel y el Ingenio (figura siguiente, lado izquierdo). Bosque esclerófico moribundo en la ladera norte, subiendo a Caletones (figura siguiente, lado derecho).**



La siguiente figura muestra un Litre secándose en la zona central (lado izquierdo superior) y seco (lado izquierdo inferior); y una Patagua seca en Casablanca (región de Valparaíso), un caso repetitivo para esta zona.



A lo indicado se suma la huella humana, la siguiente figura muestra la zona cubierta por bosque en el pasado (año 1550) y la situación hoy por acción humana, es decir, el remanente de bosque. Y ahora se suma el clima. Con ello se reiteran las emergencias agrícolas.



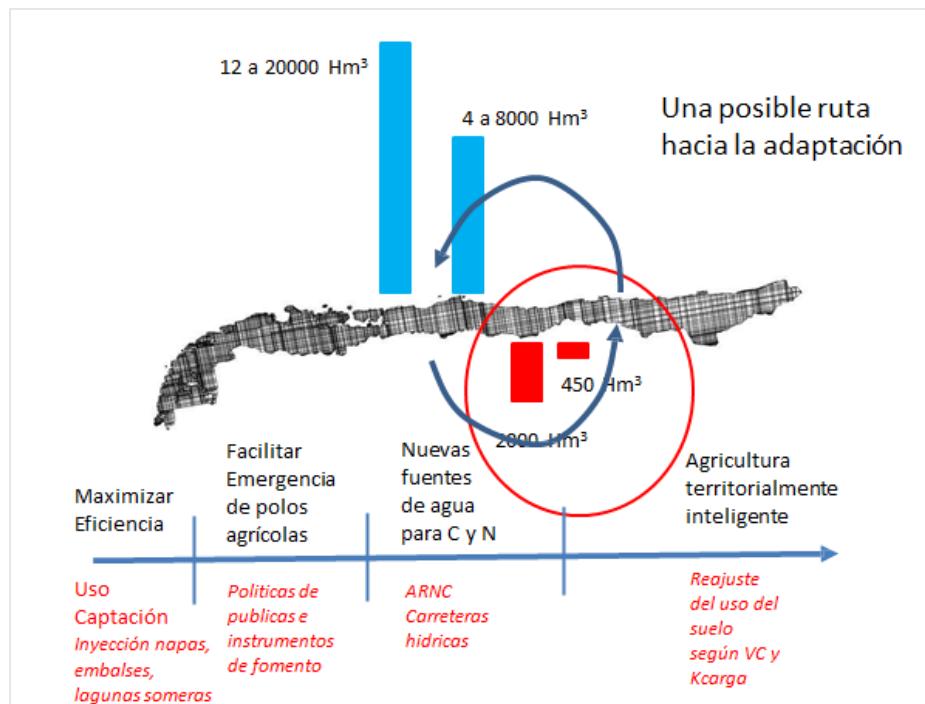
El 2019 fue un año fatídico, con muy pocas precipitaciones, que dejó su huella, por ejemplo, en Pumanque (región de O'Higgins), afectó una huerta de maíz y girasol (ver figura siguiente).



Finalmente, y dada nuestra experiencia, estos problemas se trasladan a la sociedad (figura siguiente, lado izquierdo). Hay guerras que se han declarado por el agua; es caso de Siria, por ejemplo. Hay lecciones que aprender sobre esto. Por ejemplo, el caso de Petorca (figura siguiente, lado derecho).



Para concluir, hay una paradoja enorme. Entre Coquimbo y la RM hay un déficit de 2.450 hectómetros cúbicos, se trata de un déficit crónico (barras rojas en la siguiente figura). De Maule a Ñuble hay un excedente de agua (no usada) que va de 4.000 a 8.000 hectómetros cúbicos de agua y de Biobío al sur 12.000 a 20.000 hectómetros cúbicos de agua que hoy están desembocando en el mar. Por su puesto cumpliendo un rol ecológico importante. La pregunta es si ¿parte de esa agua, sin afectar el caudal ecológico, podría ser utilizada? Entonces hacia el futuro tenemos el dilema ¿parte de esa agua la trasladamos hacia el norte? o le decimos a la agricultura que tiene que desplazarse hacia el sur.



La ruta de acciones sería más o menos lo siguiente:

- Maximizar la eficiencia del uso del agua, con los recursos que hay, en cada región: con inyección de napas, construcción de embalses, lagunas someras cerca de la costa, etc.
- Facilitar la emergencia de polos agrícolas. Empezar a desplazar la agricultura, lo que ya está ocurriendo. Pero, hacerlo de una manera más sistemática, con, políticas públicas e instrumentos de fomento.
- Nuevas fuentes de agua, no convencionales. Por ejemplo, las carreteras hídricas, en la medida que no tengan grandes efectos ambientales y cumpliendo con todas las normativas o legalmente viables.
- Agricultura territorialmente inteligente. Es decir, reajustar el uso del suelo en función de la capacidad de carga que tiene cada territorio y de las ventajas competitivas que tiene cada territorio y no hacer un uso desordenado del territorio.

*El agua será el recurso más estratégico de este siglo. Serán muchos los países amenazados por su escasez, pero solo los que enfrenten el problema con inteligencia lograrán evitar los daños permanentes que esto provocará a sus economías, medioambiente y sociedad.*

---

## BLOQUE 3. CONVERSACIÓN CON EXPERTOS

---

Modera Sr. Liliana Villanueva Nilo, Profesional de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), Departamento de Gestión Institucional, Ministerio de Agricultura.

En este Bloque se invita a participar a un panel de expertos conformado por:

- Dr. Fernando Santibáñez, Director AGRIMED de la Universidad de Chile
- Dr. René Garreaud, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2
- Dr. Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC
- Dr. Jorge Núñez Cobo, Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe CAZALAC y Universidad de La Serena.

También, han sido consideradas las opiniones de los participantes durante el desarrollo de este conversatorio.

### PUNTOS DE VISTA DE LOS EXPERTOS

---

El contexto para la **Conversación con Expertos**, del Outlook Estacional otoño-invierno 2021, se les propuso reflexionar sobre la Megasequía, si este fenómeno recurrente en estos últimos años **¿ha producido un daño tan profundo como una aridización de los suelos de Chile, especialmente en la zona central?**, **¿cuán irreparables serían estos daños?** **¿cuáles podrían ser los índices para medir la aridez?** **¿bastaría solo con precipitación anual, temperatura, viento, evapotranspiración potencial, humedad del suelo, estado de la vegetación, etc.?** **¿creen ustedes que este fenómeno se está descontrolado?** **¿las medidas que ustedes conocen o que se han aplicado son suficientes?** **¿cuáles faltarían?** **¿es suficiente lo que hace el MINAGRI a través de SEGRA u otros servicios del agro?**

Y en este contexto a responder las siguientes interrogantes durante la conversación...**¿Qué haremos frente a la sequía/aridización?** **¿podemos medir sus impactos en la agricultura?** **¿cómo enfrentaremos juntos este fenómeno?**

A continuación, se desarrollan los distintos puntos de vistas expresados por los expertos durante la conversación.

#### Sr. René Garreaud, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2

Plantea 3 cosas la primera que al analizar la megasequía y aridización, respecto al comportamiento de décadas anteriores, donde los años buenos 97, 82 y 87 hacían subir los promedios, esta vez se ha visto más acentuada en la Zona Sur donde los promedios de las precipitaciones se han desplomado y en la Zona Central, en esta década se caracteriza por una *hiper-megasequía* al año 2019, donde ningún año bueno ha superado los 310 a 320 [mm] de precipitación, igual a décadas anteriores, vivimos en el desierto árido a super árido. Este

fenómeno todavía es producto de los efectos del Cambio Climático, donde la mezcla entre la variabilidad y cambio climático, el régimen de alta variabilidad se observa más en la zona central y cambio climático, por los efectos invernadero y ozono, en la zona sur.

Considera necesario colocarle número o una estimación, el signo peso a cuánto nos ha costado la sequía, porque a la gente le interesa sobre todo al sector de la economía y política, es decir la evaluación económica de la sequía, que permita dimensionar el fenómeno, tomar conciencia y generar políticas para la solución.

**Sr. Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC**

Para la respuesta a las preguntas y sus comentarios se refieren la necesidad de:

Desafío comunicacional de los años normales, la comunidad DGA emite declaraciones de escasez o sequía, basado metodologías con datos y variables inter decadales, comparados con datos de décadas normales, donde aparecen los efectos del fenómeno del Niño normal, que desde el punto de vista estadístico y meteorológico dan seguridad, pero la reflexión que se debe hacer, respecto a la disponibilidad hídrica, es la relación entre la oferta y la demanda y los nuevos niveles de seguridad hídrica.

Nuevos indicadores, más datos de los impactos de la sequía, con estadísticas, con Sistemas de medición de los impactos o sistemas de muestreo que permitan dimensionar los niveles de producción con necesidades de agua y su impacto social y económico, para medir su fragilidad.

Ordenamiento territorial, que puede llevar a la reducción del tamaño de la agricultura, se debe fomentar una agricultura territorialmente inteligente y responsable. No se puede permitir que la agricultura sea una acción no planificada, que nos lleva a sistemas de alta exposición, donde aumentar la superficie, no es responsable.

**Sr. Jorge Núñez Cobo, Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe CAZALAC**

Para complementar las reflexiones desarrolladas por los panelistas anteriores y que los comparte, realiza un análisis de la situación histórica, con datos de producción del valle del Elqui y de las exportaciones de la región de Coquimbo, 100 años después. Con esta mirada histórica, se pregunta si la condición del clima y los forzantes en la hidrología, versus la mirada de la actualidad, hoy se habla distinto en la cual ha existido una adecuación de la forma en que se ha hecho el trabajo agrícola, producto de los cambios climáticos, es decir ha habido Adaptación, forzada o más o menos conducida por razones políticas, institucionales o de mercado, donde los agricultores permanecieron en la actividad, por lo que les tocó vivir y enfrentar o porque fueron por estrategia inducidos a hacerlo.

La pregunta que plantea en estos nuevos escenarios es qué será de aquellos agricultores situados en zonas de desierto o aridización, que quedarán fuera del camino mientras que para otros será una oportunidad.

La sociedad chilena, en el tema hídrico, ha establecido varias Estrategias de largo plazo para enfrentar la escasez a contar aproximadamente desde el año 1600, como una estrategia confesional, descrita por don Benjamín Vicuña Mackenna, luego viene un periodo hidráulico privado para la construcción y manejo de los principales canales y en el siglo 20 una estrategia nacional hidráulico estatal, que permitió la construcción de embalses. Luego una estrategia institucionalista, donde se crearon el MOP, DGA, CNR, etc., cuyo contenido fue de muchas normativas, leyes y planes.

Finalmente considera que deben agregarse una 5° y 6° estrategia que aborde los datos y todos los elementos claves para generar evaluaciones, con planes de respuesta, adaptación inducida y una 6° estrategia Hidro Informática, que aproveche las nuevas tecnologías. Redes de información que ya se manejan a nivel país.

#### **Sr. Fernando Santibáñez, Director AGRIMED de la Universidad de Chile**

La situación de la sequía/aridización es global, no solo de Chile. Se requiere de acciones lo más fundadas en la ciencia posible y también mejorar la conexión entre la ciencia y la toma de decisiones, con urgencia. Desde la ciencia la información, a veces demora debido a las rigurosidades necesarias. Sin embargo, hay un problema evidente global de ecosistemas en crisis que va más allá de la ciencia y los datos. a veces, Esto se evidencia en el caso de Coquimbo, hace tiempo se exportaba trigo, lo que hoy es impensado. Por otra parte, el tomador de decisión necesita creer y confiar más en la ciencia, construir puentes con la ciencia. Con ello se puede tener la creatividad suficiente para implementar las políticas necesarias para enfrentar un problema de esta magnitud. La conclusión desarrollar trabajo más coordinado e integrado entre la Ciencia y la Institucionalidad (tomadores de decisión)

## **APORTES DE LOS PARTICIPANTES A LA CONVERSACIÓN**

---

Durante este encuentro estuvieron conectadas 150 personas, algunas de ellas hicieron comentarios y plantearon sus inquietudes sobre los temas analizados. Las principales temáticas discutidas estuvieron en torno al uso de nuevas normas y cómo esta información aportaría a las decisiones del agro (por ejemplo, declaraciones de emergencias agrícolas o declaraciones de escasez hídrica); la integración del mundo agrícola y el forestal a la visión de la problemática del agua y la prevención de incendios forestales; valorizar lo que ha significado la sequía para el sector con el fin de tener información para mejores decisiones; cuáles serían las estrategias que se debe seguir para abordar la carencia del recurso como planificación estratégica, capacidad de carga y fuentes diversas de agua; incorporación de la dimensión ambiental y de sostenibilidad a la problemática del agua; consideraciones del mundo urbano y rural en la gestión del recurso hídrico; acciones autónomas; así como nuestra relación con la naturaleza. Algunas decisiones del pasado y actuales sobre el recurso hídrico y adaptación al cambio climático pudieran no ser las más beneficiosas para el sector, es un análisis que debe seguir estando presente en nuestro desempeño desde lo público y en el trabajo colaborativo con intra e interinstitucional.

A continuación, se resumen las inquietudes de algunos participantes durante el Outlook Estacional, según la información recogida en el Chat de este encuentro, vía Zoom.

Hasta el 2020 los valores normales abarcaron el periodo 1981-2010. A partir de 2021 debiera ser 1991-2020. Sin embargo, hay inquietudes respecto de si la omisión de algunos eventos de los años 80 pudiera afectar los análisis presentes. Así también, la no consideración de la megasequía de los últimos años también puede crear distorsiones en estos análisis. Quizás se requiera hacer seguimiento por décadas, como análisis complementarios, para contar con una mirada más completa de lo que está ocurriendo y también para hacer proyecciones.

Los análisis dependerán de estas normales, del largo de las series; por ello, es muy importante hacer la evaluación (Claudia Villarroel, DMC). Esto, basándose en distintas “normales” y haciendo referencia a ellas.

Estas normales también pudieran afectar los decretos de escasez hídrica que permiten apalancar una parte de los efectos negativos de la menor disponibilidad del recurso hídrico (Carolyn McLean). Podrían, además, subestimarse los impactos de la sequía.

La crisis climática debiera abordarse también considerando el componente forestal (bosques), no solo la visión desde lo agrícola. Es decir, tener presente la conservación de los fragmentados bosques nativos en la zona central, y más repoblación forestal. Sin embargo, ¿será suficiente el agua en esta zona? Se requiere una agricultura planificada consciente de las limitaciones en los territorios, capacidad de suelos y disponibilidad de agua (Patricio González, INFOR). La Ley 20.283 sobre bosque nativo debiera ser modificada para integrar una estrategia país respecto de los efectos del cambio climático y de la recuperación de las áreas forestales afectadas por incendios; abordando como tema prioritario la recuperación y tratamiento de los bosques más dañados. Es el caso de los mediterráneos, dada su cercanía con el grueso de la población de Chile (Nelson Vergara R.)

El agua debiera ser considerada como un recurso estratégico (Mauricio González), tener presente una “Planificación Estratégica de la Agricultura” (Vania Concha, SEREMI Agricultura RM), que considere la capacidad de carga del territorio, definiendo una cantidad de demanda máxima por zona (Sara Alvear, DMC).

Las fuentes de agua pueden ser diversas y se deberá evaluar las opciones de carretera hídrica, también, el aporte de la reutilización y desalinización (Santiago Barros, INFOR; Roberto Castro, IICA; Carolyn McLean), entre otras alternativas. Sin embargo, el problema de la carretera hídrica, los embalses y prácticamente de cualquier solución que se base en “inventar” más agua, es que, si no se relaciona con la demanda simplemente posterga el problema (ejemplo, caso paradigmático del Embalse La Paloma) (Raul Orrego, INIA)

En el contexto histórico, las soluciones de una época crearon problemas para las generaciones siguientes, por ejemplo, construcciones de canales y modificación de la agricultura (más intensiva, más segura, no se secano), que impulsó posteriormente la creación de embalses para alimentar los canales construidos. Con ello, se promueve un

patrón de cultivo más rígido (frutales) que luego impulsa la construcción de pozos profundos como nuevas fuentes de agua. Esto finalmente impactó los recursos hídricos subterráneos creando el problema actual. Se debe tener presente que estos efectos van siendo acumulativos lo que dificulta hacerles frente (Jorge Núñez Cobo, CAZALAC).

“Los recursos son limitados y la ingenuidad del ser humano es ilimitada” eso nos dice que no estamos viendo bien las soluciones hacia el futuro. Además, debemos “ver el espejo retrovisor” o al menos aprender de eventos más recientes (René Garreaud, CR2). Es decir, necesitamos la información (trabajar colaborativamente en su desarrollo y disponibilidad) para saber lo que está ocurriendo), y con una mirada retrospectiva.

En Petorca se está evidenciando un problema hídrico, las soluciones presentes pueden generar grandes problemas en el futuro. Preocupa cómo se está usando la tecnología de la siembra de nubes y su impacto en las precipitaciones en costa y cordillera de esta región y posiblemente más al sur en la región metropolitana (Rodrigo Prado).

También, llama la atención y es preocupante que se siga incorporando terrenos de rulo a la agricultura (año 2021) sin conservar la vegetación nativa como espinos, litres, colliguay, etc., que contribuyen a retener las escasas lluvias (la academia lo ha reportado ampliamente). Además, en la región de Valparaíso, zona de cordillera y en otras regiones del sur de Chile, se están talando las laderas para secado de pasas, instalación de parrones, etc. ¿cómo se abordará desde el Minagri esta situación? (Anita Inguerzon). Es uno de los desafíos planteados, difícil de dar respuesta, sin embargo, insumo importante a tener presente en lo ya descrito como la incorporación de una mirada más integral de lo agrícola y forestal, urbano y rural, soluciones de la naturaleza, entre otras acciones y enfoques para la gestión del recurso hídrico y sus usos.

Es importante ponerle valor a la sequía y sus impactos sociales y productivos. Quizás debamos hacer un censo de sequía y así contar con cifras en pesos. También, se podría realizar evaluación económica más los costos de la inacción y de oportunidad (Sara Alvear, DMC; Beatriz Ormazabal Maturana SEGRA; y Claudia Villarroel, DMC). Las evaluaciones económicas y productivas son importantes, pero, deben asociarse a evaluaciones ambientales y sociales para una correcta decisión (Alvaro Sotomayor).

Deben replantearse los modelos tanto en la agricultura, como la minería y área forestal; avanzar hacia otras formas de relacionarnos con la naturaleza. Bajo esta óptica quizás la carretera hídrica pudiera no ser una solución por daños y empobreciendo de los territorios (Andrea Alejandra Saldes Cortés). Las adaptaciones de la agricultura deberían ser sustentables en el tiempo y pensando en el beneficio como sociedad no sólo de un grupo (Almoré Pinar, CONAF).

Un punto importante para tener presente en las propuestas de solución sobre el recurso hídrico es que reducir la agricultura resulta a lo menos contradictorio con las demandas crecientes de una población en aumento, además de un cambio significativo en la disponibilidad de suelos para la agricultura por cambio de uso especialmente a urbano. La

pregunta creo que debe ser la opuesta: ¿Qué hacemos para expandir la frontera de la agricultura y la producción de alimentos en forma sustentable? Así también, ¿Cómo hacemos agricultura con menos recursos? ¿Cómo hacemos agricultura urbana? (Roberto Castro).

Parece urgente hacer uso óptimo e inteligente del recurso agua y las carreteras hídricas, serán fundamentales para la agricultura futura (Helios Pujol, CONAF).

Es importante desarrollar la agricultura urbana y avanzar hacia una sociedad más comunitaria y autónoma (Andrea Alejandra Saldes Cortés).

En relación con la información para el análisis y uso del recurso hídrico, debe integrarse y relacionar datos y mediciones, para generar una apropiada política por territorio. No queda claro que eso esté pasando de una manera ordenada. Es importante dar a los agricultores orientaciones claras, y las herramientas de financiamiento necesarias, para tecnificar y optimizar el uso del recurso hídrico en la producción de nuevos cultivos acordes a la disponibilidad de agua para riego (Francisco Revello).

Esto, ya que se sigue haciendo agricultura en zonas donde no hay agua suficiente y se potencia una agricultura intensiva y mono cultivo, en zonas aledañas a personas sin agua (ejemplo, producción de paltas) (Claudia Henríquez).

La escasez hídrica y la sequía o aridización, y sobre todo la desertificación, se está evidenciando en la planificación urbana. La escasez hídrica no solo se ve reflejada en las áreas rurales sino también en las áreas urbanizadas. En el análisis se debe tener presente los ecosistemas naturales y ecosistemas complejos. ¿Cómo se podría reducir en la ciudad los impactos de estos fenómenos? (Marce). Idealmente, se debiera tender hacia una agricultura relacionada con el entorno ecológico que permita recuperar bosques y simultáneamente producir alimentos. Pienso que la agricultura podrá ser territorialmente inteligente en la medida que las decisiones científicas y sobre todo las políticas, sean igualmente inteligentes (Aldo Zúñiga).

Sobre la relación institucional, sería conveniente que hubiera una comunicación más fluida entre instituciones, mayor integración entre los servicios del agro y con otros organismos como la DGA (Raul Orrego, INIA). Tener presente, además, que las dependencias de algunas instituciones como DMC (del Ministerio de Defensa) define las prioridades. El trabajo intersectorial puede ser definido por alguna instancia formal para facilitar la relación entre instituciones (Sara Alvear, DMC). La gestión del agua y la adaptación al cambio climático son aspectos transversales que deben ser abordados bajo diferentes ópticas.

Las soluciones son multisectoriales, no existe una única solución a este asunto. Tampoco hay que olvidar el aumento de la temperatura como factor dentro de la producción agrícola (Alex Fernández).

Entre las soluciones, una alternativa sería diferenciar territorialmente el país y, por ende, las políticas públicas para zonas de secano y zonas de riego, fomentando la optimización y

eficiencia del uso del recurso hídrico, según las particularidades de cada tipo de agricultura y de acuerdo con lo que se produce en ellas. Si se deja de producir en zonas de secano, implica, por ejemplo, menor producción de berries en la zona central (San Pedro; Chanco). Una pregunta sería ¿cómo hacer reconversión en estas zonas y que sucedería con la población rural que tiene costumbres arraigadas, asociadas a su territorio? (Raul Rivero Fuentealba). Un camino sería un enfoque de extensionismo rural moderno, que considere un trabajo basado en las necesidades de los agricultores, las características del territorio (clima, mercado, disponibilidad de agua, características del suelo, etc.), co-construyendo las soluciones, paso a paso, al ritmo requerido a nivel local.

Otro aspecto por tener presente es cómo se está manejando el déficit de agua en las áreas centrales, en zonas urbanas. Entendiendo que, si bien las áreas agrícolas son el soporte de la planificación urbana, se está realizando acciones directas para esta reducción o manejo la escasez hídrica en las ciudades orientadas a la seguridad hídrica de lo cual tanto se comenta en otros países. Creo que se debe tender a reducir la brecha hídrica también en las zonas pobladas. quizás se puedan utilizar las áreas ecológicas o infraestructura verde y azul como herramientas para una gestión eficiente (Marce).

Es muy importante identificar la vulnerabilidad en relación falta de agua. Se debe priorizar el acceso al recurso y construir la infraestructura necesaria para su utilización inteligente a nivel nacional (Helios Pujol – CONAF). Además, cualquier solución que se construya debe ser con otros ministerios (Cinzia Gnudi).

Como lo indican los estudios comparativos de CSIRO<sup>2</sup> en la región de Atacama, y otras 2 zonas, debemos mejorar los sistemas de información agrícola para la toma de decisiones de riego en tiempo real (monitoreo y transmisión de datos para la gestión hídrica), estrategias de cultivo, planificación territorial, el revestimiento de canales en las zonas adyacentes a acuíferos, tener cuidado con el revestimiento, gobernanza del agua (acuerdo entre usuarios). Es fundamental compartir experiencias sobre nuestras realidades y analizar cada región con sus particularidades, en cada cuenca (Anita Inguerzon).

El tema de este encuentro contiene muchas aristas y es bueno que se aborde lo antes posible y con todos los actores que involucra (Marcela Bravo). Faltó tiempo para profundizar e interactuar (Juan Cerdá Osorio). Es tema de gran relevancia para todos y debemos continuar reuniéndonos (José Francisco Muñoz Contardo). Para reflexionar... Ya en los 70 hubo un grupo de profesionales e intelectuales que planteaban llevar Santiago al cerro y dejar la tierra agrícola del valle (Guillermo Berriós).

---

<sup>2</sup> CSIRO Chile (CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)  
<https://www.csiro.cl/areas-de-accion/agua/>

---

## RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ENCUENTRO

---

Expone la Sra. Beatriz Ormazábal Maturana, profesional de la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), del Ministerio de Agricultura.

El evento por su título “Sequía o Aridización” concitó una gran participación (aproximadamente 150 personas) y el nivel académico de los expositores, para responder a la pregunta, fue exitoso en el análisis, los nuevos enfoques y los desafíos que el sector agrícola requiere implementar en el corto plazo, que llevan a realizar nuevas reuniones para seguir reflexionando sobre el tema.

Las conclusiones del Outlook, desarrolladas en cada Bloque son; en el bloque 1 el pronóstico para el periodo estacional otoño- invierno con un panorama incierto, respecto a las precipitaciones y con niveles del recurso hídrico en embalses normales, pero dependientes de la oferta de su consumo y de la demanda necesaria para la temporada.

Desde el punto de vista de la DMC, se debe considerar trabajar en los indicadores con “nuevas normales”, dado los nuevos escenarios que se han presentado en las últimas décadas y los pronósticos para el corto, mediano y largo plazo.

En el bloque 2 se muestra un análisis sobre las intensidades del fenómeno de la sequía, donde una parte de la agricultura se ha ido quedando sin sustento, principalmente en la zona central con un mayor estrés, una vegetación en drama, se observan remanentes de bosque que va quedando, esto ha llevado a una guerra/conflicto por el recurso hídrico (caso Petorca). La paradoja se da en ciertas zonas, como Coquimbo, de Maule al Sur, donde existen excedentes de agua y en la zona de Biobío al Sur, estos se van al mar.

Las recomendaciones son: un trabajo de máxima eficiencia, si no es suficiente, definir una segunda etapa de la normativa para la declaración de Emergencias Agrícolas definiendo polos agrícolas, el desarrollo de nuevas fuentes de agua y finalmente una agricultura territorialmente inteligente.

En el bloque 3, se comparte lo expresado y el análisis desarrollado en los bloques anteriores, y a juicio experto, consideran necesario agregar los siguientes temas, para responder a la solución del fenómeno de la sequía:

- Evaluación económica de la sequía, que permita medirla, evaluarla y concientizar/motivar su monitoreo y respuesta.
- Mas datos y nuevos indicadores para tomar mejores decisiones en la gestión del fenómeno
- Territorialidad de la sequía, nuevo ordenamiento territorial con énfasis en la disponibilidad y uso del recurso hídrico, Oferta/Demanda. Nuevas normales.
- Nuevas estrategias, política, institucionales y normativas denominadas Estrategias Hidro tecnología e Hidro informática.

- Acercar la ciencia a los tomadores de decisión, que conlleven a un trabajo integrado en la búsqueda de las soluciones y gestión de la sequía.

Además, debe hacer un trabajo más coordinado e integrado entre la ciencia y la institucionalidad (tomadores de decisión).

Los desafíos que nos deja el desarrollo del Outlook Estacional otoño- invierno se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Tener presente el uso de nuevas normales y cómo esta información aportaría a las decisiones del agro (por ejemplo, declaraciones de emergencias agrícolas o declaraciones de escasez hídrica).
- La integración del mundo agrícola y el forestal a la visión de la problemática del agua y la prevención de incendios forestales.
- Valorizar lo que ha significado la sequía para el sector con el fin de tener información para mejores decisiones.
- Se requiere planificación estratégica del recurso hídrico con el fin de abordar su déficit, la capacidad de carga del territorio y fuentes diversas de agua.
- Se debe incorporar la dimensión ambiental y de sostenibilidad a la problemática del agua, así también, la relación con la naturaleza.
- Se debe incluir consideraciones del mundo urbano y rural en la gestión del recurso hídrico.
- Se debe tener presente la complejidad en el manejo del agua o el recurso hídrico ya que algunas decisiones del pasado y actuales sobre el recurso hídrico y adaptación al cambio climático pudieran no ser las más beneficiosas para el sector.
- En lo institucional, se requiere continuar con el trabajo colaborativo intra e interinstitucional.
- En los análisis de un proceso de toma de decisiones se debe tener presente los posibles efectos futuros de las soluciones propuestas en el presente,

---

## PUBLICACIONES RECOMENDADAS

---

FAO. 2010. Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. Estudio piloto sobre la vulnerabilidad y gestión local del riesgo. 117 p. <http://www.fao.org/3/as447s/as447s.pdf>

SEGRA. 2020. Hablemos de sequía – Outlook Estacional invierno 2020. Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile. 68 p. <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Hablemos-de-sequia-Outlook-Estacional-Inv-2020.pdf>

SEGRA. 2020. ¿Cómo se presentará la temporada agrícola 2020-2021 en el sector agrícola? Análisis e Implicancias. Outlook Estacional de primavera 2020. Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas., Ministerio de Agricultura de Chile. 88p. <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2020/11/Outlook-Estacional-Primavera-2020-SEGRA-MINAGRI.pdf>

SEGRA. 2020. Importancia de la información agroclimática para las decisiones productivas – Región de Aysén. Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile. 40p. <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2021/01/Documento-Inf-Agroclimatica-Aysen.pdf> <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Preparamonos-para-la-Temporada-de-Incendios.pdf>

SEGRA. 2020. Preparémonos para la temporada de incendios. Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile. 44p. <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Preparamonos-para-la-Temporada-de-Incendios.pdf>

SEGRA 2019. Información satelital para el monitoreo de la sequía en la agricultura. Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile. 89p. <http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/Informacion-Satelital-y-Monitoreo-Sequia-2019.pdf>

UNCCD-FAO-GWP-WMO. 2019. Evaluación del impacto y la vulnerabilidad a la sequía: enfoques disponibles y recomendaciones de políticas. [https://catalogue.unccd.int/1247\\_UNCCD\\_SP\\_Web.pdf](https://catalogue.unccd.int/1247_UNCCD_SP_Web.pdf)





(CR)<sup>2</sup> Center for Climate  
and Resilience Research

Centro UC  
Cambio Global  
10 años

Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura  
CAZALAC  
Centro de Agua para Desarrollo  
Sustentable y Cambio Global de  
América Latina y el Caribe  
bajo los auspicios de UNESCO

UNIVERSIDAD  
DE LA SERENA  
CHILE

AGRIMED