

## SITUACIÓN AGROCLIMÁTICA REGIÓN DE ATACAMA

### I. Descripción general

La región de Atacama está integrada en la macrozona centro norte. Su estructura administrativa se compone de tres provincias y nueve comunas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: División político-administrativa provincial y comunal de la región.

Provincias	Comunas
Chañaral	Chañaral
	Diego de Almagro
Copiapó	Caldera
	Copiapó
	Tierra Amarilla
Huasco	Alto del Carmen
	Freirina
	Huasco
	Vallenar

Fuente: ODEPA, 2021 en base a la información de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

De acuerdo con el Boletín de Riesgos Agroclimáticos de la región (2021) que provee la plataforma Agrometeorología del INIA, existen cuatro climas diferentes: (1) clima de la tundra en Paso Mallo y Ternerito, (2) clima frío y semiárido en Tambería, Angostura, Tinajillas, El Chacay y La Laguna, (3) clima caliente del desierto en El Salado, Caleta Pan de Azúcar, Chañaral, Barquito y el Caleuche, y (4) clima frío del desierto que es predominante en la región, en sitios como Molino, Resguardo de Copiapó, Juntas de Copiapó, Los Caserones y Carrizalillo.

### II. Características del sector silvoagropecuario

En el panorama de la agricultura chilena (ODEPA, 2019, p. 36) se señala que esta región posee 109.273 hectáreas para el uso silvoagropecuario. De esta superficie, 29.150 hectáreas (26,7%) corresponden a sembrada y plantada, 228 hectáreas (0,2%) a praderas mejoradas, 79.369 hectáreas (72,6%) a praderas naturales y 526 hectáreas (0,5%) a plantaciones forestales.

De acuerdo con las fichas informes regionales actualizados de ODEPA (2021), respecto a lo sembrado y plantado, los cultivos en esta región se centran en frutales con 13.314 hectáreas (45,7%), plantas forrajeras con 2.271 hectáreas (7,8%), hortalizas con 1.652 hectáreas (5,7%) y viñas y parronales con 723 hectáreas (2,5%). Los frutales más significativos en la región son las uvas de mesa que se cultiva en la zona alta de los valles

en Tierra Amarilla, Copiapó y Alto del Carmen, y el olivo que se cultiva en Copiapó, Caldera, Huasco y Freirina. Respecto a las plantas forrajeras, se utiliza principalmente la alfalfa en la comuna de Vallenar. Las hortalizas predominantes son la arveja verde, tomate de consumo fresco y el haba que se cultivan en Vallenar y Copiapó. Por último, las viñas y parronales son principalmente del tipo pisquero en tierras de riego cultivadas en las comunas de Alto del Carmen y Copiapó.

Sobre el uso de praderas naturales y mejoradas para la ganadería de la región, la producción respecto a lo nacional se centra en especies de animales de caprinos y conejos. El número de cabeza de caprinos es el más alto con 40.374, luego bovinos con 7.149, ovinos con 5.237, camélidos con 4.015, asnales con 3.389, conejos con 2.516, cerdos con 1.396 y ciervos con 15. Cabe recalcar que la producción de asnales en la región representa un 21,9% respecto a la producción nacional (ODEPA, 2021).

Según el informe de las plantaciones efectuadas el 2018 de CONAF<sup>1</sup>, en esta región las plantaciones se encontraron en las comunas de Alto del Carmen, Vallenar y Huasco, siendo la especie de *Acacia capensis* la que cubre mayor superficie con 33,1%, seguido de algarrobo chileno (*Prosopis chilensis*) con 25,5%, recalcando además que las especies nativas representaron un 46,7% la superficie forestada en dicho año.

Adicionalmente, en la ficha informativa de ODEPA (2021) se indica que existen 44 agricultores dedicados a la apicultura con 1.542 colmenas en total.

### III. Variables agroclimáticas actuales y proyectadas

En el Boletín agroclimático de la Dirección Meteorológica de Chile (2021), se explicita que los eventos climáticos con afectaciones en el sector silvoagropecuario para la zona centro norte de Chile se relacionan a: (1) precipitación como estación seca entre la región de Atacama y Coquimbo, y de normal a seco en la región de Valparaíso; (2) temperatura mínima, en general, cálida en la región de Atacama, fría en la región de Coquimbo y bajo lo normal en la región de Valparaíso y; (3) temperatura máxima sobre lo normal.

Es por ello que, utilizando la información de la Base Digital del Clima (MMA, 2016) y del Boletín de Eventos Extremos (DMC, 2019), se presenta el escenario actual y proyectado al año 2050 de la precipitación, temperatura mínima y temperatura máxima.

En general, la revisión de Neuenschwander (2010)<sup>2</sup> indica que gran parte de las regiones agrícolas entre Atacama y Los Lagos sufrirán una desertificación como consecuencia de la disminución de las precipitaciones, las que se agudizarán durante el presente siglo. Como un efecto de esta situación, se prevé una evidente disminución de la productividad de las praderas entre las regiones de Atacama y Coquimbo.

<sup>1</sup> Información actualizada de CONAF, Plantaciones forestales efectuadas durante el año 2018, 2019.

<sup>2</sup> Información adicional de Neuenschwander, El cambio climático en el sector silvoagropecuario de Chile, 2010.

### III-I. Precipitación

La Base Digital del Clima del Ministerio del Medio Ambiente (2016) estableció tres parámetros para la precipitación (mm) aplicadas a nivel comunal: (a) precipitación anual más alta, referida al promedio de la mayor precipitación de los meses del año, (b) precipitación anual más baja, referida al promedio de la menor precipitación de los meses del año, y (c) precipitación normal anual, referida al promedio de la precipitación de los meses del año.

Se revisó el parámetro (c) precipitación normal anual para distinguir la posible disminución de precipitación en la región, con especial atención en el promedio regional de acuerdo con las zonas geográficas de litoral, valles interiores, serranías y cordillera. El escenario actual es una línea base del registro entre 1980-2010 y el escenario proyectado es lo pronosticado para el año 2050. A continuación, se visualiza la información en la Figura 1.

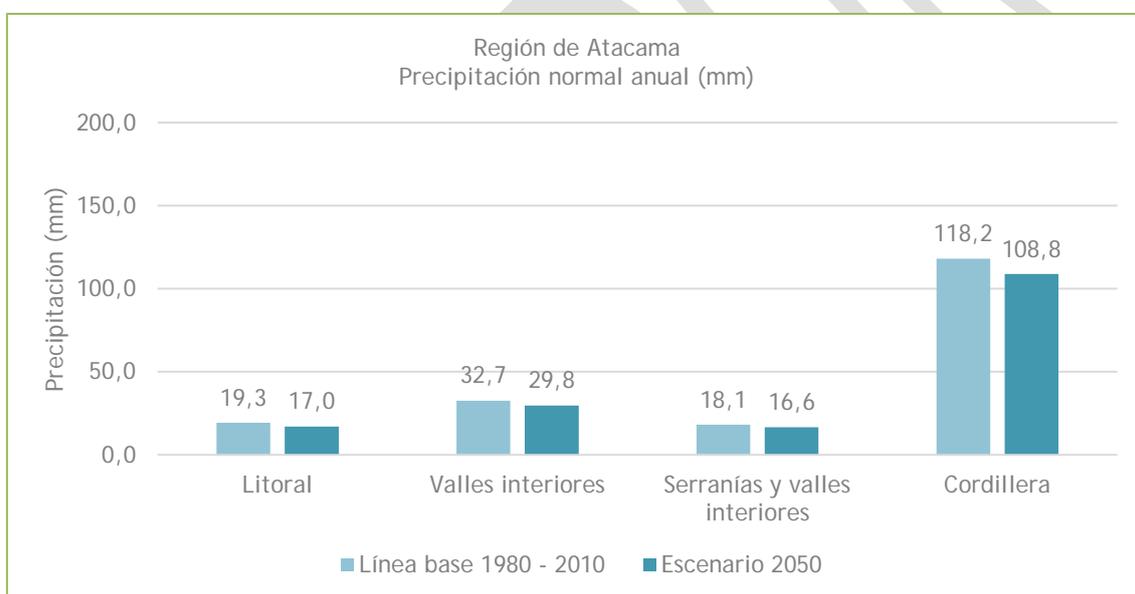


Figura 1. Precipitación normal anual para la región de Atacama. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (MMA) 2016.

La precipitación normal anual más alta presenta disminuciones en las proyecciones al año 2050. En general, no varían significativamente, puesto que el mayor descenso se produciría en la cordillera de 118,2 (mm) a 108,8 (mm). En los demás sectores geográficos la disminución oscila entre 1,5 (mm) a 2,9 (mm).

El evento climático relacionado a la precipitación se refiere a las precipitaciones intensas que se concentran durante el periodo estival en la cordillera (altiplano) de la región. Si bien, el nivel de riesgo es menor que las regiones de la macrozona norte<sup>3</sup>, en la región de Atacama se han registrado eventos de inundación fluvial y remoción en masa productos de las precipitaciones en las cuencas de ríos importantes como

<sup>3</sup> Para mayor detalle, ver plataforma "Puntos críticos precipitaciones estivales altiplánicas, periodo 2020-21" en <https://www.onemi.gov.cl/region/atacama/>.

Copiapó, Huasco y Salado<sup>4</sup>. Estas precipitaciones están acompañadas de tormentas eléctricas asociadas a la actividad convectiva de las masas de aire cálido y húmedo provenientes del mar Atlántico, lo que se mantiene durante los meses de enero y febrero (DMC, 2019).

### III-II. Temperatura mínima

La Base Digital del Clima del Ministerio del Medio Ambiente (2016) estableció dos parámetros asociados a la temperatura mínima (°C) aplicadas a nivel comunal: (a) temperatura mínima estival, referida al promedio de la temperatura más baja del mes enero; y (b) temperatura mínima invernal, referida al promedio de la temperatura más baja del mes de julio.

Se revisó el parámetro (b) temperatura mínima invernal, con especial atención en el promedio regional de acuerdo con las zonas geográficas de litoral, valles interiores, serranías y cordillera. El escenario actual es una línea base del registro entre 1980-2010 y el escenario proyectado es lo pronosticado para el año 2050. A continuación, se visualiza la información en la Figura 2.

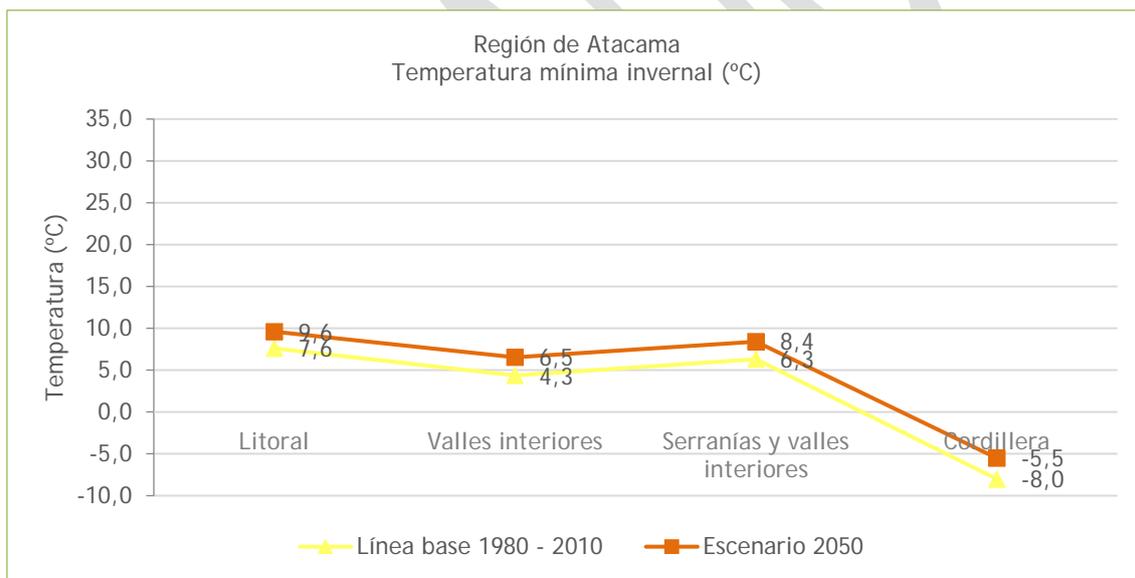


Figura 2. Temperatura mínima invernal (julio) para la región de Atacama.

Fuente: MMA, 2016.

La temperatura mínima invernal presenta un aumento en toda la región, varía entre 2 y 2,5°C. La zona geográfica con mayor aumento es la cordillera, elevando la temperatura mínima de -8,0°C a -5,5°C.

A pesar de este aumento de temperatura mínima, en la zona norte del país se prevé una mayor ocurrencia del evento extremo vinculado a las olas de frío y nieve producida por núcleos de frío en altura y la caída de precipitaciones en condiciones de baja temperatura (DMC, 2019). El boletín de Eventos Extremos de la DMC del año 2018 registró en el mes de julio la caída de granizos en los sectores de Copiapó, Tierra Amarilla, Inca

<sup>4</sup> Información adicional de ONEMI, Plan para la reducción del riesgo de desastres región de Atacama, 2018.

de Oro, Diego de Almagro y El Salvador, lo cual fue producido por el contraste entre la masa de aire cálido en superficie y una masa de aire más frío en niveles medios.

### III-III. Temperatura máxima

La Base Digital del Clima del Ministerio del Medio Ambiente (2016) estableció dos parámetros asociados a la temperatura máxima (°C) aplicadas a nivel comunal: (a) temperatura máxima estival, referida al promedio de la temperatura más alta del mes enero; y (b) temperatura máxima invernal, referida al promedio de la temperatura más alta del mes de julio.

Se revisó el parámetro (a) temperatura máxima estival, con especial atención en el promedio regional de acuerdo con las zonas geográficas de litoral, valles interiores, serranías y cordillera. El escenario actual es una línea base del registro entre 1980-2010 y el escenario proyectado es lo pronosticado para el año 2050. A continuación, se visualiza la información en la Figura 3.

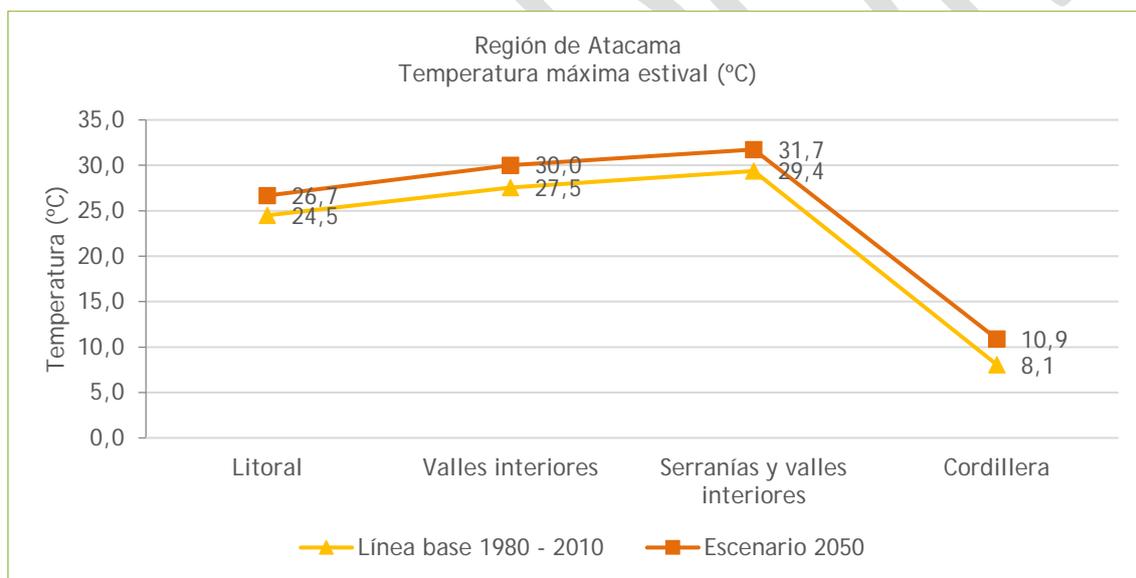


Figura 3. Temperatura máxima estival (enero) para la región de Atacama.

Fuente: MMA, 2016.

La temperatura máxima estival presenta un aumento en todas las zonas geográficas de la región. El ascenso de temperatura oscila entre los 2,2 a 2,8°C y se pronostica el mayor aumento en la cordillera, con temperaturas de 8,1°C a 10,9°C. Este parámetro de temperatura se relaciona con los eventos de olas de calor, lo que se prevé con mayor ocurrencia en la región. Las olas de calor se registran cuando se presenta un alza de temperatura sobre lo normal (umbral diario extremo) y perdura por tres días consecutivos o más (DMC, s.f.). La plataforma de Monitoreo de olas de calor ha registrado olas de calor, por ejemplo, en Caldera durante el año 2020 con un total de 8 eventos concentrados en el periodo invernal, de ellos, el más largo duró 19 días en el mes de junio alcanzando 23,3°C (DMC, s.f.). Este registro evidencia que el aumento de calor no sólo ocurre en el periodo estival.

#### IV. Consideraciones para el sector silvoagropecuario

El estudio de AGRIMED (2008) sobre la vulnerabilidad del sector silvoagropecuario frente a los escenarios climáticos al año 2040, estimó que la región de Atacama presenta impactos que varían de negativo bajo, negativo moderado, negativo alto, neutrales e incluso positivos para el sector agrícola. A continuación, se presentan los impactos calculados a partir de una serie de variables, diferenciando entre lo productivo-social y económico para el sistema agrícola en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2: Impacto del sector agrícola por comuna.

Comuna	Impacto sistema social y productivo	Impacto sistema económico
Copiapó1	Negativo bajo	Negativo alto
Copiapó2	Negativo bajo	Negativo bajo
Caldera	Positivo	Positivo
Tierra Amarilla	Positivo	Positivo
Chañaral	Negativo bajo	Negativo bajo
Diego de Almagro	Negativo bajo	Negativo moderado
Vallenar	Negativo moderado	Negativo moderado
Alto del Carmen	Negativo moderado	Negativo alto
Freirina	Negativo moderado	Negativo alto
Huasco	Positivo	Positivo

Fuente: AGRIMED, 2008.

Respecto a la actividad ganadera y forestal, este estudio AGRIMED (2008) estimó la sensibilidad para las praderas y el sector forestal frente a los escenarios del cambio climático al 2040. Los resultados indican que ambas actividades mantendrán una sensibilidad neutra en toda la región, a excepción de la comuna Alto del Carmen que presenta un aumento alto de sensibilidad forestal, lo que puede observarse en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3: Sensibilidad de praderas y forestales por comunas.

Comuna	Sensibilidad Praderas	Sensibilidad forestal
Copiapó1	Neutra	Neutra
Copiapó2	Neutra	Neutra
Caldera	Neutra	Neutra
Tierra Amarilla	Neutra	Neutra
Chañaral	Neutra	Neutra
Diego de Almagro	Neutra	Neutra
Vallenar	Neutra	Neutra
Alto del Carmen	Neutra	Aumento alto

Freirina	Neutra	Neutra
Huasco	Neutra	Neutra

Fuente: AGRIMED, 2008.

Esta revisión de los impactos y sensibilidades en el sector SAP se complementa con las consideraciones para el sector SAP de acuerdo con el comportamiento de las variables agroclimáticas actuales y proyectadas. Esta información está basada en el Boletín agroclimático de la Dirección Meteorológica de Chile que presenta sugerencias para el norte chico de Chile en general; y el Boletín Nacional de Análisis de Riesgos Agroclimáticos para las Principales Especies Frutales y Cultivos y la Ganadería, en los periodos de julio 2020 y enero 2021, que indica las implicancias para las principales producciones de la región de Atacama.

A nivel general del norte chico de Chile para el periodo marzo-abril-mayo de 2021, se recomienda considerar los siguientes puntos frente a eventos y variables agroclimáticas revisadas:

Tabla 4: Algunas consideraciones para el sector silvoagropecuario.

Evento	Consideraciones
Precipitación estación seca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es probable que los requerimientos hídricos de los cultivos sigan la tendencia al descenso de rumbo al otoño. Es aconsejable considerarlo en la planificación de riegos.</li> <li>Procure optimizar el uso de agua para riego, corrigiendo pérdidas innecesarias por fallas en mantención, programación u operación.</li> <li>Para cultivos que lleguen a término, se recomienda realizar mantenciones al sistema de riego, limpiar emisores, retirar malezas cerca de llaves de paso, revisar estado de bombas de riego y reparar filtraciones de tuberías y mangas.</li> <li>Se recomienda no aumentar la superficie de cultivo para no disminuir la reserva de agua de la zona.</li> </ul>
Temperatura mínima y máxima sobre lo normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las temperaturas sobre lo normal estarán con mayor frecuencia, lo que podría contribuir una mayor evapotranspiración en los cultivos.</li> <li>Aprovechar temperaturas sobre lo normal en el manejo de descomposición de residuos en compost o en la incorporación de rastrojos al suelo, en solarizaciones y otras desinfecciones al suelo, realizar descompactaciones y roturas profundas con maquinaria, etc.</li> <li>Asegurar la humedad de suelo adecuada para el establecimiento de cultivos durante próximas siembras y trasplantes de hortalizas.</li> <li>Se aconseja poner atención al posible aceleramiento de desarrollo fenológico de plántines y plantas.</li> <li>Tener atención a pronósticos de alzas de temperatura máxima y golpes de calor en plantas y animales.</li> <li>Se sugiere evitar exponer la cosecha a sol directo y durante las tardes por largos periodos de tiempo.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento de temperatura puede atrasar la entrada al receso de frutales o acelerar desarrollo de hortalizas y flores.</li> <li>• Se recomienda sembrar a mayor profundidad para asegurar el contacto de las semillas con el agua del suelo y protegerlas de evaporación del suelo.</li> <li>• Es probable que la productividad disminuya por la brotación temprana dada las alzas de temperaturas máximas y mínimas<sup>5</sup>.</li> </ul>
--	---

Fuente: DMC, 2021.

La información detallada por los principales cultivos y de otras actividades se presentan en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5: Posibles riesgos agroclimáticos en los principales rubros agrícolas.

Periodo	Producción	Consideraciones
Julio 2020	Frutales (olivo)	<p>Sectores del valle de Copiapó y valle del Huasco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los olivos están en periodo de receso que culmina en julio.</li> <li>• En receso invernal se recomienda hacer una poda intensa según emboscamiento alcanzado de follaje y daño de ramillas. Considerar una poda suave en caso de que existan pocas yemas reproductivas, extrayendo yemas dañadas y débiles.</li> <li>• En receso invernal se recomienda aplicar enmiendas orgánicas al suelo previo al "despertar" del olivo.</li> </ul>
Febrero 2021	Frutales (olivo)	<p>Sectores del valle de Copiapó.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ante el crecimiento y desarrollo de la pulpa del olivo, se recomienda el abastecimiento hídrico. En Copiapó se sugiere agregar al riego la fracción de lavado por la acumulación de sales en el suelo, lo que puede provocar la caída del fruto.</li> <li>• Es recomendable hacer seguimiento a la Mosquita Blanca del Fresno y realizar poda de verano, recurriendo como último caso el uso de agroquímicos (se aconseja primero el uso de detergentes agrícolas cada siete días).</li> </ul> <p>Sectores del valle de Huasco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fruta del olivo está en la fase final de caída natural, pasando al desarrollo de la pulpa. Se sugiere estimar la demanda de riego para mejorar calidad del fruto (tamaño y contenido aceite).</li> <li>• La demanda hídrica disminuye, por lo que es necesario ajustar la programación de riego con métodos como riego por goteo o micro aspersores.</li> </ul>

<sup>5</sup> Información adicional de Neuenschwander, El cambio climático en el sector silvoagropecuario de Chile, 2010.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda disminuir los tiempos de riego en sueños regados con métodos tradicionales, revisando permanentemente la humedad del suelo.</li> <li>• Se sugiere monitorear la Mosquita Blanca del Fresno y realizar poda para su control. Si es necesario, aplicar detergente agrícola y en último caso insecticidas.</li> </ul>
--	--	---

Fuente: INIA, 2020; INIA, 2021.

#### V. Ejemplos de proyectos regionales de adaptación al cambio climático para el sector

A continuación, se presentan ejemplos de proyectos de adaptación al cambio climático que se hayan concretado o se encuentren en proceso en la región, pudiendo tratarse de experiencias públicas o privadas vinculadas al sector silvoagropecuario. La información de estos ejemplos fue provista por la Coordinación Técnica PANCC SAP de la región de Atacama.

##### Proyecto 1: Atlas Agroclimático de Chile

Nombre	Elaboración de un Atlas Agroclimático de Chile para la sustentabilidad de la agricultura en un Contexto de Cambio Climático.
Ejecutor	Universidad de Chile
Financiamiento	FIA - Contraparte
Duración	01-03-2016 a 30-04-2017
Objetivos	Elaborar un Atlas Agroclimático de Chile que proporcione información agroclimática detallada y escenarios de cambio climático para el siglo XXI.
Resumen	El siglo XXI se caracterizará por importantes cambios en los sistemas de producción agrícola, en respuesta a las necesidades de adecuación frente a nuevas realidades tecnológicas, ambientales, sociales y climáticas. Estas últimas dicen relación con los posibles cambios en los climas, originados por cambios conductuales, particularmente si continúan las tendencias que se aprecian en el régimen térmico y de precipitaciones de los últimos cien años. El cambio en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, junto con la intensificación de la agricultura en ciertas zonas del país, ha provocado pérdidas millonarias al sector en los últimos años. Chile lanzó recientemente una Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. El insumo básico de un plan de adaptación es la identificación del estado actual y futuro de las amenazas que implica el cambio climático para todas las regiones del país. Por esta razón se requiere desarrollar una capacidad nacional para gestionar estos riesgos, así como para proyectar el efecto que los nuevos escenarios climáticos podrían tener sobre la productividad, los requerimientos hídricos, la estacionalidad y eventos catastróficos de los cultivos. El esfuerzo de esta propuesta

	<p>está orientado a crear un atlas que proporcione las características y la dinámica de los climas a nivel nacional. Para su elaboración se propone usar la información más reciente generada por las redes climatológicas, modelos topoclimáticos y sistemas de "Downscaling" disponibles. Esta información será validada y espacializada mediante modelos numéricos que permitan lograr una resolución de 1x1km sobre el conjunto del territorio nacional; ya han sido desarrollados y probados previamente por el equipo de trabajo del Centro AGRIMED en algunas regiones del país. El atlas permitirá evaluar las consecuencias que estos cambios podrían tener sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la productividad agrícola y los potenciales de producción agropecuaria en el país.</p>
Página web	<p><a href="http://www.fia.cl/Portals/0/UID/Documentos/Fichas_iniciativas/13/PYT-2016-0072.pdf">http://www.fia.cl/Portals/0/UID/Documentos/Fichas_iniciativas/13/PYT-2016-0072.pdf</a></p>

### Proyecto 2: Gira tecnológica para sistemas de riego

Nombre	<p>Prospección de tecnologías de manejo del riego en condiciones de salinidad y déficit hídrico en los cultivos hortícolas y olivícolas de la zona de California y evaluación de la factibilidad de implementarlas en la Región de Atacama.</p>
Ejecutor	<p>INIA</p>
Financiamiento	<p>FIA</p>
Duración	<p>2014 - 2015</p>
Objetivos	<p>Prospectar tecnologías de manejo del riego en condiciones de salinidad y déficit hídrico en la zona de California y evaluar la factibilidad de implementarlas en Atacama de manera de abordar eficientemente el manejo técnico de los cultivos hortícolas y olivícolas en la región.</p>
Resumen	<p>Las condiciones meteorológicas observadas durante el año 2014 en la Región de Atacama, han seguido un patrón deficitario en función del promedio de precipitación anual, que se arrastra desde hace alrededor de 10 años, acentuándose cada vez más al observar los registros pluviométricos anuales. De acuerdo con los antecedentes recopilados a octubre de 2014, la situación de la oferta hídrica está seriamente limitada. Los volúmenes de agua embalsada en la Región, corresponden a menos del 3,5% y 10% de su capacidad para los embalses Lautaro en la cuenca de Copiapó y Santa Juana en Huasco, respectivamente. Esta disponibilidad, no sería suficiente para sostener la producción agrícola a los niveles productivos llevados hasta la fecha. Esta insuficiente disponibilidad de agua para el riego de los cultivos, podría implicar una reducción de la superficie cultivada o de los rendimientos, inferiores al potencial definido para las especies, incrementándose los costos de producción y disminuyendo la rentabilidad del negocio. La mayoría de los</p>

pequeños y medianos productores agrícolas de la región, siguen utilizando sistemas tradicionales de riego, como riegos por surcos y tazas, donde hoy con la escasa disponibilidad hídrica, la frecuencia de riego se hace más distante, produciendo serios problemas por estrés hídrico y salinización de los suelos, pues no hay una adaptación al manejo de sus cultivos frente a la nueva situación. Bajo este nuevo escenario, es básico que junto a la adopción de nuevos y eficientes métodos de riego, se incorporen nuevos conocimientos de operación de los mismos, tales como sistemas de bajo caudal y alta frecuencia o adopción de sistemas de cultivos hidropónicos o hidropónicos, donde estos últimos toleran calidades de agua de mayor salinidad, pero con aplicación de nuevos conocimientos de nutrición y equipamientos electrónicos más sofisticados, junto a nuevas especies y variedades hortícolas principalmente. El estado de California de los EUA, durante los últimos decenios ha venido experimentando situaciones climáticas y agronómicas similares a lo que hoy vivimos en Atacama, sin embargo con el apoyo de importantes universidades y centros tecnológicos, han ido generando nuevos conocimientos que a la fecha han permitido ser competitivos con sus cultivos frutales y hortícolas experiencia que mediante este instrumento se pretende conocer y ver la factibilidad de replicar en esta región.

Página web

<https://www.opia.cl/601/w3-article-2683.html>

## V. Bibliografía

- AGRIMED. (2008). Análisis de Vulnerabilidad Silvoagropecuaria en Chile frente a Escenarios de Cambio Climático. Capítulo IV – Resumen Ejecutivo. En: *Análisis de Vulnerabilidad del Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático* (p. 97). Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Recuperado de <https://research.csiro.au/gestionrapel/wp-content/uploads/sites/79/2016/11/An%C3%A1lisis-de-Vulnerabilidad-Silvoagropecuario-cap%C3%ADtulo-4-Informe-y-resumen-ej.pdf>
- DMC. (2019). *Boletín de Eventos Extremos en Chile*. Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/boletinEventosExtremos/2019>
- DMC. (2021). *Boletín agroclimático Febrero 2021*. Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado de <http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>
- DMC. *Monitoreo de olas de calor (diurna)*. Dirección Meteorológica de Chile, servicios climáticos. Recuperado de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/diario/mapaRecienteOlaDeCalor/>
- INIA. (2020). *Boletín Nacional de Análisis de Riesgos Agroclimáticos para las Principales Especies Frutales y Cultivos y la Ganadería*. Boletín Agrometeorológico – Julio 2020 - Región de Atacama. Instituto de Investigaciones Agrarias. Recuperado de <http://riesgoclimatico.inia.cl/public/publicaciones>
- INIA. (2021). *Boletín Nacional de Análisis de Riesgos Agroclimáticos para las Principales Especies Frutales y Cultivos y la Ganadería*. Boletín Agrometeorológico – Febrero 2021 - Región de Atacama. Instituto de Investigaciones Agrarias. Recuperado de <http://riesgoclimatico.inia.cl/public/publicaciones>
- MMA. (2016). *Base digital del Clima. Datos climáticos históricos y proyectados*. Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado de <http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/study/one>
- ODEPA. (2019). *Panorama de la agricultura chilena*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>
- ODEPA. (2021). *Región de Atacama. Ficha Informe*. Actualización enero 2021. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/ficha-nacional-y-regionales>