

## SITUACIÓN AGROCLIMÁTICA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

### I. Descripción general

La región de Antofagasta está integrada en la macrozona 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
Antofagasta	Antofagasta
	Mejillones
	Sierra Gorda
	Taltal
El Loa	Calama
	Ollagüe
	San Pedro de Atacama
Tocopilla	María Elena
	Tocopilla

Fuente: MMA, 2016.

De acuerdo con el Boletín de Riesgos Agroclimáticos de la región (2021) existen dos climas principales: (1) Clima caliente del desierto en lugares como Punta Lautaro, Punta Arenas, Playa Quebrada Honda, Caleta Urco y Caleta Paquica; y (2) Clima frío del desierto en sectores como María Elena, Pajonales, Atacama, Talabre y Campamento El Lago.

### II. Características del sector silvoagropecuario

En el panorama de la agricultura chilena (ODEPA, 2019, p. 36) se señala que esta región posee 668.335 hectáreas para el uso silvoagropecuario. De esta superficie, 3.072 hectáreas (0,5%) corresponden a sembrada y plantada, 265 hectáreas (0,04%) a praderas mejoradas, 664.400 hectáreas (99,4%) a praderas naturales y 598 hectáreas (0,09%) 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 plantas forrajeras con 1.097 hectáreas (45,5%) seguido por hortalizas con 350 hectáreas (14,5%), cereales 186 hectáreas (7,7%), huertos caseros con 86 hectáreas y frutales con 67 hectáreas (4,9%). Las plantas forrajeras están ocupadas principalmente por la alfalfa en comunas de San Pedro de Atacama y Calama. Las hortalizas más plantadas son la zanahoria y ajo en comunas de San Pedro de Atacama y Calama. Los cereales más relevantes es el maíz que cultiva casi en totalidad en Calama y San Pedro de Atacama. Las frutas

predominan en huertos caseros de Antofagasta y en cultivo de San Pedro de Atacama con especies como el olivo.

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 ovinos y camélidos. El número de cabeza de ovinos es el más alto con 10.605, luego conejos con 8.745, caprinos con 6.186, llamas con 5.648, cerdos con 1.198, cuyes con 981 y bovinos con 282. Cabe recalcar que la producción de cuyes en la región representa un 41,0% respecto a la producción nacional (ODEPA, 2021).

Las plantaciones forestales se llevan a cabo mayoritariamente en San Pedro de Atacama con especies de tamarugo (*Prosopis tamarugo*) con 84,7% y algarrobo (*Prosopis chilensis*) con 14,3% (ODEPA, 2021). Según el informe de las plantaciones efectuadas el 2018 de CONAF<sup>1</sup>, estas plantaciones se encuentran en Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama, siendo la especie algarrobo blanco (*Prosopis alba*) la que cubre mayor superficie con 43,3%, seguido de la especie vilca (*Acacia visco*) con 21,01%, recalcando además que las especies nativas representan el 18,2% de la superficie forestada para dicho año.

Adicionalmente, en la ficha informativa de ODEPA (2021) se indica que existen 19 agricultores dedicados a la apicultura con 122 colmenas en total.

### III. Variables agroclimáticas actuales y proyectadas

En el Boletín agroclimático de la Dirección Meteorológica de Chile (2020), se explicita que los eventos climáticos con afectaciones en el sector silvoagropecuario para la zona norte de Chile se relacionan a: 1) precipitación sobre lo normal en sectores interiores y de altiplano, 2) temperatura mínima sobre lo normal y 3) temperatura máxima sobre lo normal. Es por ello por lo 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> pronostica un aumento de la temperatura y disminución de la lluvia desde la Región de Arica y Parinacota por el norte hacia el centro del país. En el altiplano (cordillera) los modelos predicen que la precipitación podría aumentar entre 15% a 25%, mientras que en la costa (litoral) podría reducirse entre -5% a -20%.

#### 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,

<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.

(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 (a) precipitación anual más alta, 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.

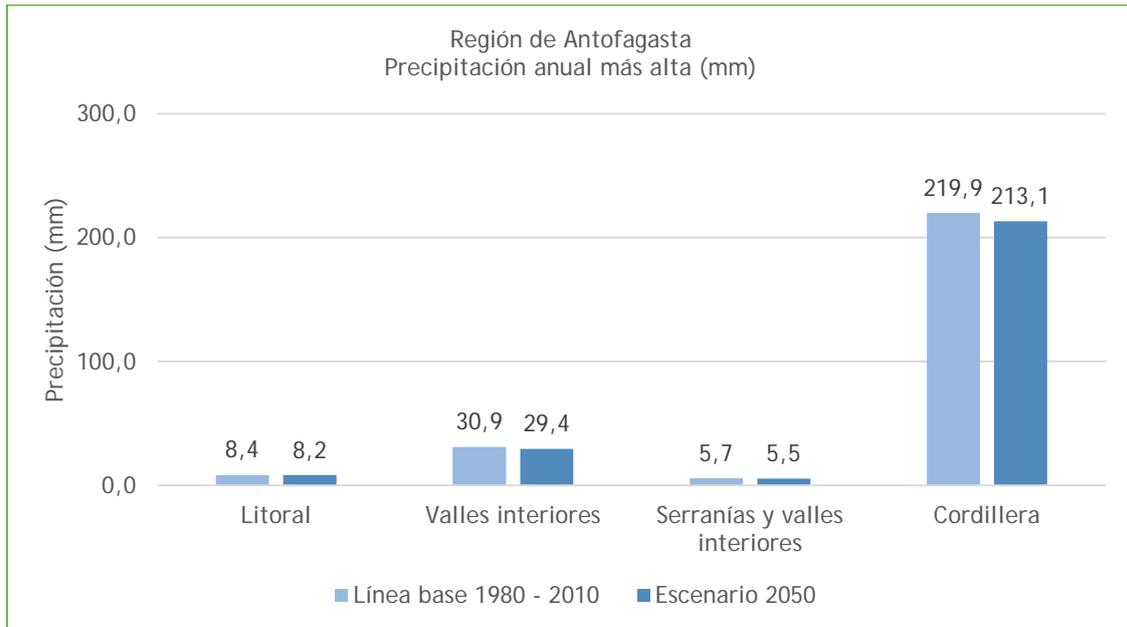


Figura 1. Precipitación anual más alta para la región de Antofagasta. Fuente: MMA, 2016.

La precipitación media 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 219,9 (mm) a 213,1 (mm). En los demás sectores geográficos la disminución apenas alcanza el 1 (mm).

El evento extremo relacionado a la precipitación se refiere a las precipitaciones intensas en el periodo estival que se concentran en valles interiores y en la cordillera (altiplano) de la región (DMC, 2019). 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. Este evento produce inundaciones, deslizamiento de tierra, crecida de ríos y caudales.

### 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.

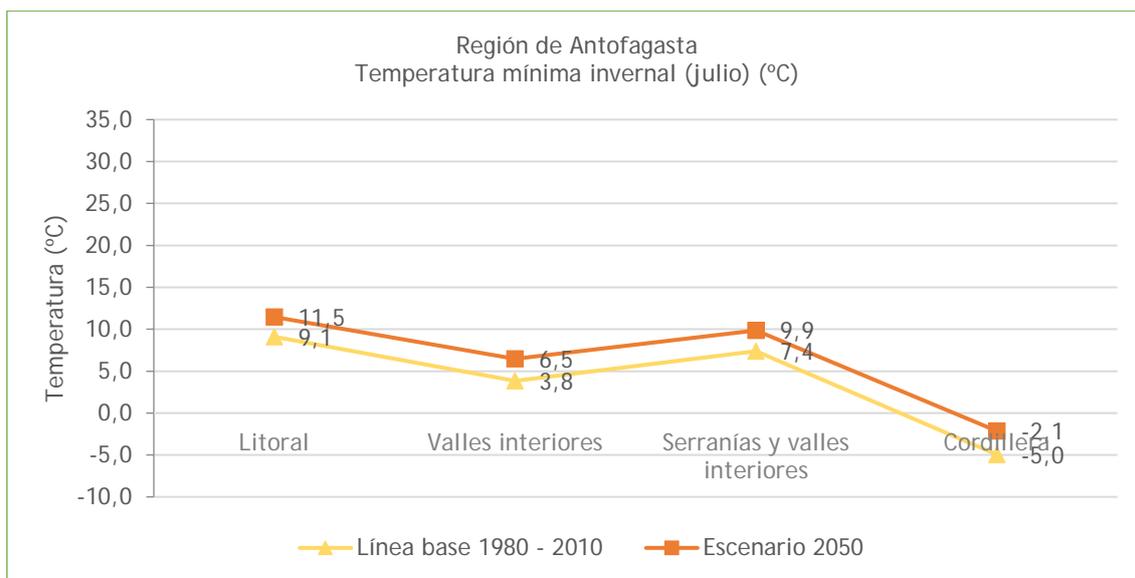


Figura 2. Temperatura mínima invernal (julio) para la región de Antofagasta. Fuente: MMA, 2016.

La temperatura mínima invernal presenta un aumento en toda la región, bordeando los 3°C. La zona geográfica con mayor aumento es la cordillera, elevando la temperatura mínima de -5,0°C a -2,1°C.

A pesar de este aumento de temperatura mínima, 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, por ejemplo, entre -30°C y -20°C (DMC, 2019).

### 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.

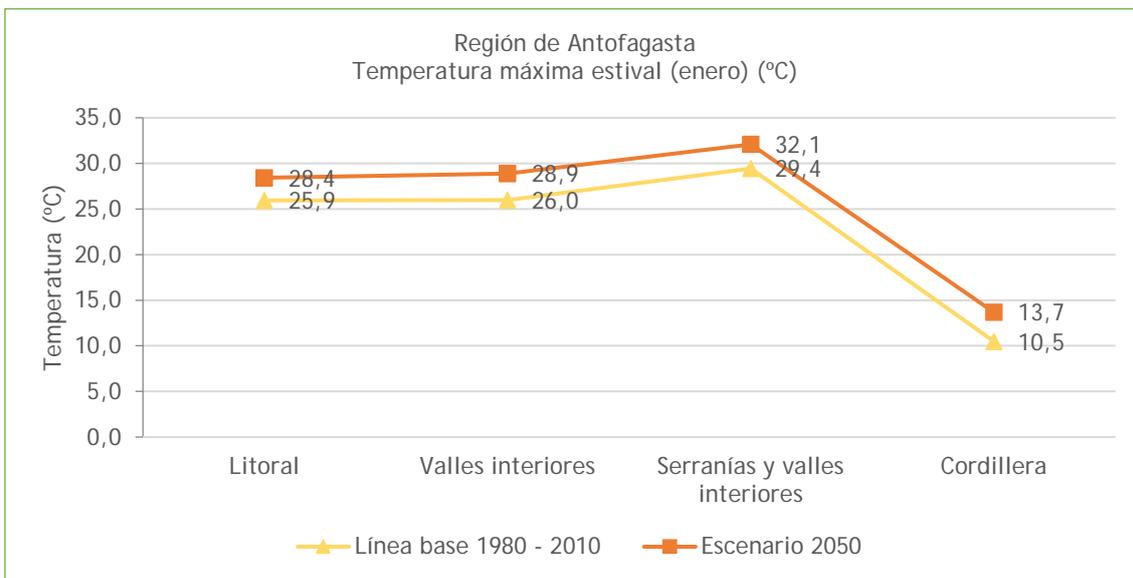


Figura 3. Temperatura máxima estival (enero) para la región de Antofagasta. Fuente: MMA, 2016.

La temperatura máxima estival presenta un aumento en todas las zonas geográficas de la región. El ascenso de temperatura bordea los 3°C y se pronostica el mayor aumento en la cordillera, con temperaturas de 10,5°C a 13,7°C.

Este parámetro de temperatura se relaciona con los eventos extremos 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.). Según la plataforma de Monitoreo de olas de calor se han registrado olas de calor en Calama, siendo la última vez en noviembre del 2020 (DMC, s.f.).

#### 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 Antofagasta presenta impactos que varían de negativo bajo, neutrales e incluso positivos para la producción. 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
Antofagasta1	Neutro	Neutro
Antofagasta2	Negativo bajo	Negativo bajo

Calama	Positivo	Positivo
Mejillones	Negativo bajo	Negativo moderado
Ollagüe	Neutro	Neutro
San Pedro de Atacama	Positivo	Positivo
Sierra Gorda1	Negativo bajo	Neutro
Sierra Gorda2	Neutro	Neutro
María Elena1	Positivo	Positivo
María Elena2	Neutro	Neutro
Taltal1	Positivo	Positivo
Taltal2	Negativo bajo	Negativo bajo
Tocopilla	Neutro	Neutro

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, lo que puede observarse en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3: Sensibilidad de praderas y forestales por comunas.

Comuna	Sensibilidad Praderas	Sensibilidad forestal
Antofagasta1	Neutra	Neutra
Antofagasta2	Neutra	Neutra
Calama	Neutra	Neutra
Mejillones	Neutra	Neutra
Ollagüe	Neutra	Neutra
San Pedro de Atacama	Neutra	Neutra
Sierra Gorda1	Neutra	Neutra
Sierra Gorda2	Neutra	Neutra
María Elena1	Neutra	Neutra
María Elena2	Neutra	Neutra
Taltal1	Neutra	Neutra
Taltal2	Neutra	Neutra
Tocopilla	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 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 Antofagasta.

A nivel general del norte de Chile, se recomienda considerar los siguientes puntos frente a eventos extremos y variables agroclimáticas revisadas:

Tabla 4: Algunas consideraciones para el sector silvoagropecuario.

Evento de cambio climático	Consideraciones
Precipitaciones intensas en el periodo estival	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es probable que se aumente la producción de las praderas del altiplano lo que permitirá disponer de buena cantidad de alimento para el ganado local.</li> <li>• Las crecidas de ríos y embalses que junto con aumentar su caudal pueden generar arrastre de sedimentos y materiales.</li> <li>• Es aconsejable que, al realizar traslados de animales o transitar por sectores alejados, se revise previamente los pronósticos y en lo posible se esté atento a su evolución durante el viaje.</li> <li>• Evite transitar por orillas de río o por terrenos inestables muy cercanos a quebradas para evitar accidentes y prepare medidas de seguridad en caso de que se presente una emergencia o que de aislado producto de las precipitaciones.</li> <li>• Se recomienda hacer análisis de suelo previo al ciclo de producción para definir el programa nutricional, fertilizantes, materia orgánica y compra de otros insumos.</li> </ul>
Temperaturas 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 y vegetación natural.</li> <li>• Debido a las temperaturas sobre lo normal se prevé un menor almacenamiento de agua en capas superficiales el suelo.</li> <li>• Es imprescindible el riego de bofedales y con ello asegurar en parte, la provisión de alimento por el ganado altiplánico.</li> <li>• Es aconsejable estar atento a eventos de mayor temperatura para planificar los riegos y ajustar programación de labores en caso de adelanto en la fenología de algún cultivo.</li> <li>• A temperaturas más cálidas, mayor disponibilidad de recursos gracias a los cultivos en desarrollo, la vegetación en crecimiento, y las aguas acumuladas por efecto de las precipitaciones.</li> <li>• A temperaturas más cálidas, aumenta poblaciones de insectos y microorganismos fitopatógenos en las zonas de cultivo.</li> <li>• Durante las cosechas, curados, secados o limpiezas de hortalizas, evalúe utilizar cubiertas que generen daños por exceso de radiación o deshidratación.</li> <li>• Es recomendable revisar con frecuencia la temperatura interior de invernaderos.</li> </ul>

Fuente: DMC, 2020; 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
	Hortalizas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sectores de Socaire.</li> </ul>

Julio 2020		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es aconsejable utilizar malla anti áfida para mantener controlada la población de plagas de hojas, como el caso de minahoja (<i>Liriomyza huidobrensis</i>).</li> <li>• Es recomendable el uso de cintas amarillas pegajosas para disminuir el uso de plaguicidas.</li> <li>• Se recomienda disminuir actividad agrícola por bajas temperaturas, excepto los cultivos bajo plásticos.</li> <li>• Se recomienda reforzar estructuras de los invernaderos por fuertes vientos del periodo.</li> </ul>
	Frutales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sectores Caspana y Toconao.</li> <li>• Se recomienda el manejo de rastrojo en el predio.</li> <li>• Se recomienda disminuir la actividad agrícola por temperaturas bajas y reemplazar pastoreo de camélidos en el altiplano.</li> <li>• Se sugiere podar árboles frutales, reparar invernaderos, corrales y bodegas por vientos.</li> </ul>
	Praderas (alfalfa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En sectores de la cordillera y precordillera se recomienda permitir a animales ramonear brotes de la producción de forrajeras.</li> </ul>
	Cereal (maíz choclero)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda el manejo de rastrojo en el predio.</li> <li>• Se recomienda reforzar estructuras de los invernaderos por fuertes vientos del periodo.</li> </ul>
Febrero 2021	Hortalizas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es aconsejable utilizar malla anti áfida para mantener controlada la población de plagas de hojas, como el caso de minahoja (<i>Liriomyza huidobrensis</i>).</li> <li>• Es recomendable el uso de cintas amarillas pegajosas para disminuir el uso de plaguicidas.</li> <li>• Se sugiere ventilar invernaderos y sombreadores para evitar la deshidratación.</li> <li>• Se recomienda prevenir efectos de alta humedad por las lluvias intensas para evitar ataque de hongos en cosechas.</li> <li>• Se recomienda hacer rotación de cultivos y aplicar funguicidas autorizadas por S.A.G.</li> </ul>
	Frutales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sectores de Caspana.</li> <li>• La mayoría de los frutales se cosechan en este periodo.</li> <li>• Se recomienda proteger la producción por las lluvias intensas y dejarlos bajo techo para evitar enfermedades fungosas.</li> <li>• En la pinta y cosecha de variadas cepas de uva para la producción de vinos, se recomienda prevenir enfermedades fungosas.</li> </ul>
	Praderas (alfalfa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En sectores de precordillera se inician los cortes y crecimiento por aumento de temperatura.</li> <li>• Se aconseja estar atento al ataque de plagas como el pulgón lanigero.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aconseja fertilizar praderas de alfalfa bajo recomendación técnica.</li> <li>• Se recomienda resguardar fardos en galpones o cubrirlos ante las lluvias intensas y proliferación de hongos.</li> </ul>
	Cereal (maíz choclero)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luego de aporcar, se recomienda aplicaciones de nitrogenada en llenado de grano.</li> <li>• Primeras cosechas en sectores de la precordillera de Calama rural.</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 Antofagasta.

#### Proyecto 1: Innovación en los sistemas hidropónicos

<b>Nombre</b>	Innovación en los sistemas hidropónicos para el uso de agua del río Loa en agricultura de desierto.
<b>Ejecutor</b>	Universidad Arturo Prat
<b>Financiamiento</b>	Fundación para la innovación agraria FIA
<b>Duración</b>	01/12/2020 a 01/02/2022 (14 meses)
<b>Objetivos</b>	<p><u>General</u> Desarrollar un sistema hidropónico para la producción de hortalizas en el sector Chiuchiu.</p> <p><u>Específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las condiciones técnicas para construir un invernadero para cultivos hidropónicos.</li> <li>• Validar la tecnología en cultivos de hojas.</li> <li>• Transferir tecnologías y capacitar a los agricultores.</li> <li>• Difundir entre la comunidad los resultados obtenidos.</li> </ul>
<b>Principales actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño de invernadero adecuado a las condiciones de Chiu Chiu.</li> <li>2. Caracterización del agua y propuesta de manejo para su uso en cultivos hidropónicos.</li> <li>3. Construcción de invernadero y sistemas anexos.</li> <li>4. Marcha blanca.</li> <li>5. Establecimiento de cultivos.</li> <li>6. Cosecha.</li> <li>7. Capacitación.</li> <li>8. Visitas técnicas.</li> </ol>

	<p>9. Inauguración.</p> <p>10. Taller todo público y autoridades.</p> <p>11. Cierre del proyecto.</p>
<b>Resumen</b>	<p>El proyecto tiene como objetivo innovar en el uso de sistemas hidropónicos en agricultura para zona desértica, y con dificultades de calidad de agua, alta radiación y gran oscilación térmica. Para ello se plantea establecer un módulo productor de hortalizas de 276 m<sup>2</sup>. Debido a las condiciones climáticas, heladas en inviernos y alta radiación y temperaturas en verano, se ha descartado el uso de NFT, seleccionándose el sistema de balsas o raíz flotante modificada (RFM) para el cultivo de lechugas, berros y albahacas. Este sistema permite ahorro de agua de hasta 80%. El proyecto contempla las etapas desde la construcción, puesta en marcha blanca, con sistemas de producción y posterior entrega a los agricultores de la tecnología. Considera además un estudio de Costo-Beneficio.</p> <p>Además, incluye capacitaciones y un curso de hidroponía donde se certificará a los agricultores participantes y Asistencia Técnica a los agricultores asociados al proyecto.</p>
<b>Página web</b>	<a href="http://www.fia.cl">www.fia.cl</a>

#### Proyecto 2: Sistema de tratamiento y acumulación de aguas mediante osmosis inversa

<b>Nombre</b>	Sistema de tratamiento y acumulación de aguas mediante osmosis inversa en canal la banda Chiu Chiu, comuna de Calama, 1° Etapa.
<b>Ejecutor</b>	Empresa Aquanexus y cia limitada
<b>Financiamiento</b>	Comisión Nacional de Riego CNR
<b>Duración</b>	9 meses
<b>Objetivos</b>	Mejorar la calidad de agua para riego de cultivos mediante la utilización de tecnología de osmosis inversa.
<b>Principales actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño ingeniera equipo de osmosis inversa.</li> <li>2. Obras civiles.</li> <li>3. Diseño e instalación de estanques de hormigón.</li> <li>4. Obras de electrificación equipo de osmosis inversa.</li> </ol>
<b>Resumen</b>	Sistema de Tratamiento y Acumulación de Aguas mediante Osmosis Inversa, para mejorar la calidad de agua de riego de 4,73 has en Canal La Banda de la Localidad de Chiu Chiu, Comuna de Calama. Incluye electrificación de 600 m de tendido de línea trifásica de 32 kW y transformador de 40 KV.

#### Proyecto 3: Construcción de sistemas de Atrapanieblas

<b>Nombre</b>	Construcción de sistemas Atrapanieblas comuna de Taltal.
<b>Ejecutor</b>	Empresa Aquanexus y cia limitada
<b>Financiamiento</b>	Comisión Nacional de Riego CNR
<b>Duración</b>	9 meses

<b>Objetivos</b>	Producir agua por medio de sistemas de atrapanieblas en la comuna de Taltal.
<b>Principales actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Replanteo topográfico.</li><li>2. Excavaciones.</li><li>3. Emplantillado.</li><li>4. Hormigón.</li><li>5. Colocación de postes y tensores.</li><li>6. Instalación de malla.</li></ol>
<b>Resumen</b>	<p>El desarrollo de la olivicultura de Taltal está limitado por la falta de disponibilidad de agua, debido a la prácticamente inexistencia de precipitaciones y la muy escasa presencia de fuentes naturales de recursos hídricos, que además son de muy mala calidad; obligando a los agricultores a adquirir agua de la sanitaria local, incurriendo en altos costos; lo que redundaría en riegos deficientes a los olivos. Los olivos se ven fuertemente afectados en períodos de sequía, que es cuando disminuye aún más el agua de las napas freáticas y el efecto de acumulaciones de sales se ve aumentado, reduciendo drásticamente el desarrollo y producción de sus pequeños huertos de olivos. La construcción de sistemas de atrapaniebla es para la producción de agua, la habilitación de bienes inmuebles en las quebradas productivas, el cual tendrá como beneficiarios a la Asociación gremial de pequeños productores agropecuarios de la comuna de Taltal.</p>

## VI. 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. (2020). *Boletín agroclimático Diciembre 2020*. Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado de <http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/index.xhtmll>
- DMC. (2021). *Boletín agroclimático Enero 2021*. Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado de <http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/index.xhtmll>
- 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 Antofagasta. 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 Antofagasta. 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 Antofagasta. 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>

BORRADOR