



**Estudio:
“Cambio Climático
Impacto en la Agricultura
Heladas y Sequía”**

Informe final

Diciembre de 2013

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
www.odepa.gob.cl



Estudio encargado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa)
del Ministerio de Agricultura

2013

Director y Representante Legal

Gustavo Rojas Le-Bert

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS
Valentín Letelier 1339 - Código Postal 6501970
Teléfono (56-2) 2397 3000 - Fax (56-2) 2397 3044
www.odepa.gob.cl

El presente estudio se puede reproducir total o parcialmente, citando la fuente.

Esta investigación fue encargada por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -Odepa- por lo cual los comentarios y conclusiones emitidas en este documento no representan necesariamente la opinión de la institución contratante.

MIISTERIO DE AGRICULTURA
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS

CAMBIO CLIMATICO

IMPACTO EN LA AGRICULTURA

HELADAS Y SEQUIA



Elaborado por:
Andrés Bascopé J.
Ingeniero Agrónomo.
Octubre 2013
www.odepa.cl
Santiago de Chile

INDICE GENERAL

	Página
1.- Introducción.....	4
2.- Objetivos Generales y Específicos.....	6
2.1. Objetivos Generales.....	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3.- Antecedentes Generales y Definiciones.....	7
3.1. Efecto Invernadero.....	7
3.2. Calentamiento Global.....	10
3.3. Cambio Climático.....	10
4.- Impacto del Cambio Climático en la Agricultura.....	11
4.1. Impacto a Nivel Nacional.....	13
5.- Proyecciones del Cambio Climático y sus efectos a nivel Nacional.....	15
5.1. Cambio en la Temperatura.....	17
5.2. Efecto en la Precipitaciones.....	20
5.3. Desertificación.....	24
5.4. Desplazamiento de los Bosques.....	25
5.5. Retroceso de Glaciares.	26
6.- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.....	28
7.- Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario.....	31
8.- Conclusiones Generales.....	35
9.- Referencias.....	36

INDICE GRAFICOS, CUADROS Y FIGURAS.

	Página
1. Gráfico 1. Evolución histórica en la concentración de CO2 atmosférico.....	6
2. Tabla 1. Evolución en la concentración de los gases efecto invernadero (GEI).....	8
3. Figura 1. Distribución y tipo de emisores de gases invernadero.....	8
4. Gráfico 2. Evolución en la concentración de CO2 atmosférico entre 1960 y 2010..	8
5. Gráfico 3. Evolución histórica de las temperaturas medias anuales mundiales.....	10
6. Tabla 2. Proyección de la producción por cultivo antes nuevo escenario climático..	14
7. Figura 2. Resumen del impacto del cambio climático en Chile.....	16
8. Figura 3. Comparación en la proyección del cambio en la temperatura promedio en Chile.....	19
9. Figura 4. Variación del área bajo la isoterma 0°C en la zona centro sur.....	20
10. Figura 5. Comparación en la proyección la precipitación estacional.....	22
11. Gráfico 4. Precipitación histórica en la IV y RM región entre 1973 y 2013.....	23
12. Gráfico 5. Precipitación histórica en la VII y VIII región entre 1973 y 2013.....	24
13. Figura 6. Vulnerabilidad a la desertificación.....	25
14. Imagen1: Retroceso glaciar Lewis, Monte Kenya durante el siglo XX.....	27
15. Tabla 3. Resumen medidas del Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario.....	32-34

1. INTRODUCCION

El siguiente informe pretende mostrar los principales efectos del Calentamiento Global y Cambio Climático y sus principales efectos e impactos en la agricultura nacional. A su vez su directa relación con los cambios en los patrones climáticos reflejado en fenómenos como la sequía y heladas. Al mismo tiempo, dar a conocer la forma en que se está haciendo frente al tema del cambio climático como país, tanto a nivel nacional como a nivel sectorial silvoagropecuario.

El fenómeno del cambio climático es un tema que se viene estudiando por décadas debido a los evidentes cambios en los patrones climáticos producto del calentamiento global y efecto invernadero.

Según los últimos estudios realizados a nivel nacional, se prevé que hacia 2050 no sólo viviremos en un país más caluroso, menos lluvioso, más propenso a tormentas y con más días nublados. Junto con esto, una serie de paisajes se modificarán debido a la menor disponibilidad de agua y el avance de las zonas áridas, trasladando cultivos desde la zona central hacia el sur y disminuyendo la cobertura de nuestros bosques.

Actualmente el organismo reconocido internacionalmente como el mayor referente en el estudio del cambio climático es el **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático**, conocido por el acrónimo en inglés **IPCC** (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Fue creado fue en 1988 y está compuesto por miles de científicos y expertos de todo el mundo que contribuyen (de modo voluntario, sin recibir ningún tipo de pago del IPCC) escribiendo y revisando informes, que son a su vez revisados por representantes de todos los gobiernos. La misión del IPCC es proveer con evaluaciones científicas comprensivas sobre la información científica, técnica y socioeconómica actual y sobre el riesgo de cambio climático provocado por la actividad humana, sus potenciales consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y las posibles opciones para adaptarse a esas consecuencias o mitigar sus efectos.

El último informe de la IPCC, aprobado recientemente (Septiembre 2013) en Estocolmo por un centenar de delegados gubernamentales tras cinco días de reunión, considera "inequívoco" el calentamiento global y señala que las últimas tres décadas han sido más calurosas que cualquier otra anterior desde 1850, con un aumento probable de la temperatura de 0,85 grados de 1880 a 2012. Este texto consensuado por más de 800 expertos, es una actualización de los avances científicos en los estudios de esta materia. Los dos primeros informes del IPCC fueron publicados en 1990 y 1992, mientras que el tercero, en 1995, proporcionó información científica clave para la adopción del protocolo de Kioto. El cuarto documento, divulgado en 2007, mostró evidencias suficientes para afirmar que el calentamiento global es inequívoco y estableció como causa probable las actividades humanas. La difusión de aquel informe del IPCC, el AR4, le valió ese mismo

año al IPCC la concesión del Nobel de la Paz, compartido con el ex vicepresidente de Estados Unidos Al Gore.

El último informe señala que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera ha crecido a niveles "sin precedentes", en especial la de dióxido de carbono (CO₂). Su nivel ha alcanzado un 40% más que los niveles registrados en la era preindustrial, esto debido a las emisiones de combustibles fósiles. Un 30% de este CO₂ ha sido absorbida por los océanos, provocando su acidificación.

Finalmente, el informe señala que la variabilidad entre décadas y la evolución en períodos cortos son "muy sensibles" y no reflejan las tendencias a largo plazo. Esto como referencia central para las otras partes del informe que saldrán el año que viene, y que son clave en las negociaciones para lograr un acuerdo climático mundial en 2015. Los científicos creen "probable" que la temperatura suba al menos 1,5 grados con respecto a la era preindustrial a finales de siglo, aunque los escenarios más pesimistas elevan el aumento a 4,8.

En el ámbito nacional, una investigación encargada por el Ministerio del Medio Ambiente al Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile analizó los escenarios climáticos hacia 2030 y 2050. Sus conclusiones fueron bien categóricas: de no aplicarse medidas de mitigación, no sólo viviremos en un país más cálido, menos lluvioso, más propenso a tormentas y con días más nublados, sino que muchos paisajes se modificarán debido a la menor disponibilidad de agua y el avance de las zonas áridas.

Los posibles efectos incluyen el traslado de los cultivos tradicionales de la zona central hacia el sur y la disminución de la cobertura del bosque nativo. En resumen, si todo se mantiene en las tendencias actuales, es muy posible que, así como hoy en el campo la gente mayor se admiran por "lo mucho que ha cambiado el clima", nosotros tendremos que contar a nuestra descendencia cómo era el paisaje chileno a principios de siglo.

A nivel país, el tema cambio climático ha sido abordado mediante la elaboración del Plan de Acción Nacional al Cambio Climático (PANCC) también conocido como Plan de Adaptación Nacional (PAN), en el cual se establecieron las principales líneas de acción en materia de vulnerabilidad y adaptación donde destacan los Planes de Adaptación Sectoriales al Cambio Climático. Todo esto con el propósito de que los distintos sectores productivos y a su vez, los principales actores nacionales relacionados con temas que impacten en el cambio climático, se inserten dentro de una estructura global donde exista coordinación y coherencia en las medidas y acciones que se propongan. Actualmente ya se encuentra operativo el Plan Adaptación del Sector Silvogropecuario, dado a conocer recientemente por la autoridad gubernamental del Ministerio de Agricultura.

2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

2.1. OBJETIVOS GENERALES

El presente informe tiene como propósito central dar visión generalizada de la situación actual del cambio climático y su impacto en la agricultura.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Dentro de los objetivos específicos es poder abordar en detalle temas como:

- Análisis de la situación actual general y los efectos del cambio climático en la agricultura nacional.
- Determinar la relación directa o indirecta que pudiere existir entre el cambio climático y fenómenos de sequías o de heladas.
- Entregar información respecto de las proyecciones de largo plazo y posibles escenarios para la agricultura nacional.
- Dar a conocer el estado de avance del Plan de Adaptación Nacional al Cambio Climático (PAN o PANCC).
- Dar a conocer los alcances del PAN del sector silvoagropecuario.

<http://odepa.cl>

3. ANTECEDENTES GENERALES Y DEFINICIONES.

Se prevé que el calentamiento global tenga un impacto significativo que afectará la agricultura, la temperatura, el dióxido de carbono, el deshielo, las precipitaciones y la interacción entre estos elementos, los cuales determinan la capacidad de carga de la biosfera para producir suficiente alimento para todos los seres vivos. Las consecuencias resultantes del cambio climático y de la agricultura dependerán, a nivel general, del balance de estos efectos. El estudio de estos fenómenos podría ayudar a anticipar y adaptar adecuadamente el sector agrícola para así maximizar su productividad.

A su vez, se ha visto que la agricultura también puede producir efectos significativos en el clima, principalmente por la producción y liberación de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono, metano y óxido nítrico; por la alteración de la superficie del planeta, la cual pierde su capacidad de absorber o reflejar calor y luz. La deforestación y la desertificación, además de los combustibles fósiles, son las mayores fuentes antropogénicas de dióxido de carbono. La agricultura en sí es el principal contribuyente en incrementar las concentraciones de metano y óxido nítrico en la atmósfera del planeta.

Este año, por primera vez, la presencia de CO₂ en la atmósfera superó la marca de las 400 partes por millón (ver Gráfico 1), duplicando en un lapso de poco más de cien años los niveles que existían antes de la era industrial. Ningún ciclo natural es capaz de causar este efecto en tan corto período, como demuestra el hecho de que durante toda la civilización humana los niveles de dióxido de carbono se mantuvieron entre las 180 y 280 partes por millón. Lo que, según estudios de la Nasa y los paneles de expertos de la ONU, ha causado que en las últimas tres décadas la temperatura del planeta haya subido en un grado Celsius como promedio.

Gráfico 1. Evolución histórica en la concentración de CO₂ atmosférico.



Fuente: www.cambioclimaticoglobal.com

3.1. Efecto Invernadero

El Efecto Invernadero es un fenómeno natural en el que la radiación de calor de la superficie de un planeta, en este caso la Tierra, es absorbida por los gases de la atmósfera y es reemitida en todas direcciones, lo que resulta en un aumento de la temperatura superficial. Los gases más eficientes en absorber el calor se llaman gases de efecto invernadero o gases invernadero, entre los cuales destacan los siguientes:

- **El Vapor de Agua**, el más abundante y funciona como un gas que actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones.
- **Dióxido de carbono (CO₂)**, un componente menor, pero muy importante de la atmósfera. Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles. Desde el inicio de la Revolución Industrial (aproximadamente 1760) la concentración de CO₂ ha aumentado en un 43% (para el 2013).
- **Metano**, es un gas hidrocarburo que tiene origen natural y resultado de actividades humanas, que incluyen la descomposición de rellenos sanitarios, la agricultura (en especial el cultivo de arroz), la digestión de rumiantes y el manejo de desechos de ganado y animales de producción. Es un gas más activo que el dióxido de carbono, aunque menos abundante.
- **Óxido Nitroso**, es gas invernadero muy poderoso que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.
- **Clorofluorocarbones (CFCs)**, son compuestos sintéticos de origen industrial que fueron utilizados en varias aplicaciones, ahora ampliamente regulados en su producción y liberación a la atmósfera para evitar la destrucción de la capa de ozono.

La siguiente tabla (Tabla 1) muestra la evolución de la concentración de gases invernadero en 1750 y 2012.

Tabla 1. Evolución en la concentración de los gases efecto invernadero (GEI).

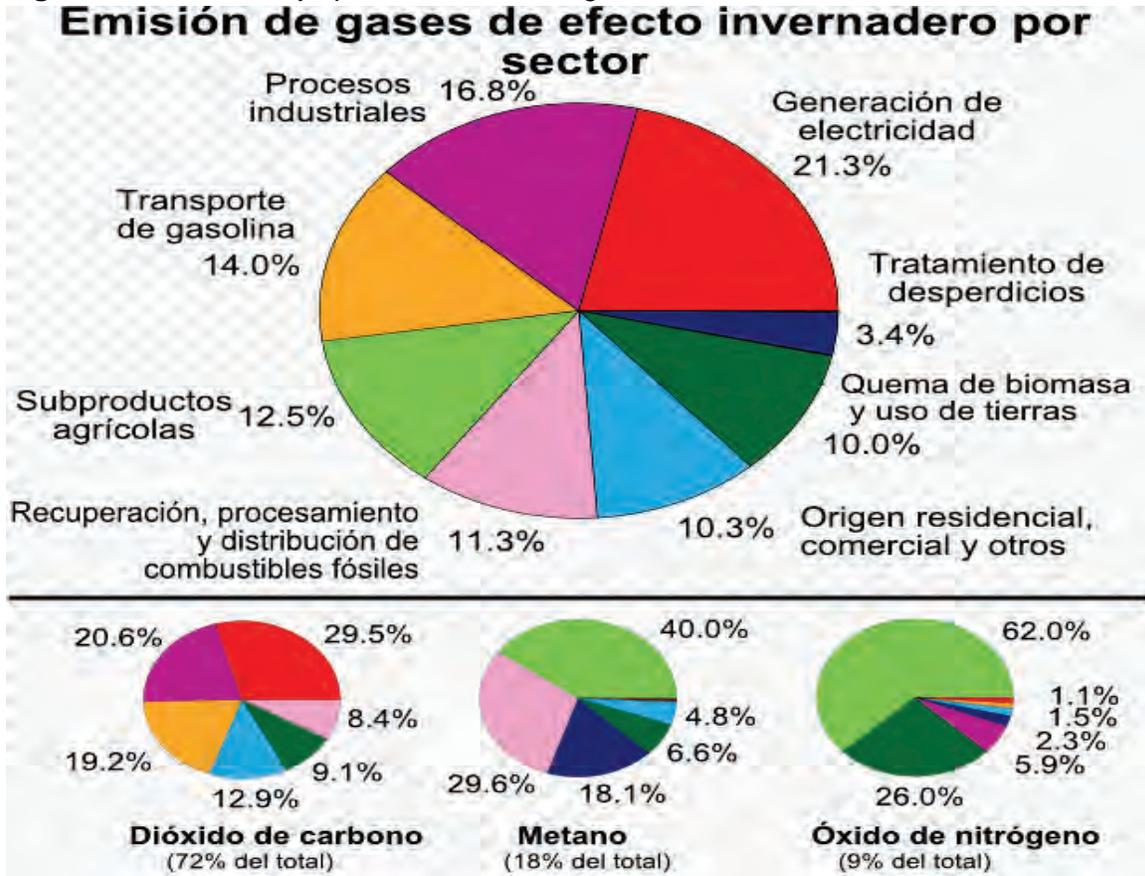
Gas Efecto Invernadero (GEI)	Concentración en 1750	Concentración en 2012
Dioxido de Carbono (CO ₂)	280 ppm	393 ppm
Metano	700 ppb	1874 ppb
Oxido Nitroso (N ₂ O)	270 ppb	324 ppb
CFC-11	0	238 ppt
CFC-12	0	531 ppt
CFC-22	0	226 ppt
Ozono Troposferico	25 ppb	34 ppb
Ozono Estratosférico	Sin información	300 unid. Dobson

Fuente: www.cambioclimaticoglobal.com

De acuerdo con el último informe del IPCC, aunque se dejara de emitir CO₂ a la atmósfera, la mayor parte de los aspectos del cambio climático persistirían "durante muchos siglos", apunta el documento. "Nuestro trabajo es presentar conclusiones científicas. En el informe reafirmamos la urgencia de reducir las emisiones. Espero que este sea el mensaje que el mundo saque", afirmó el presidente del IPCC, Rajendra Pachauri, aludiendo a quienes ponen en cuestión que exista el cambio climático.

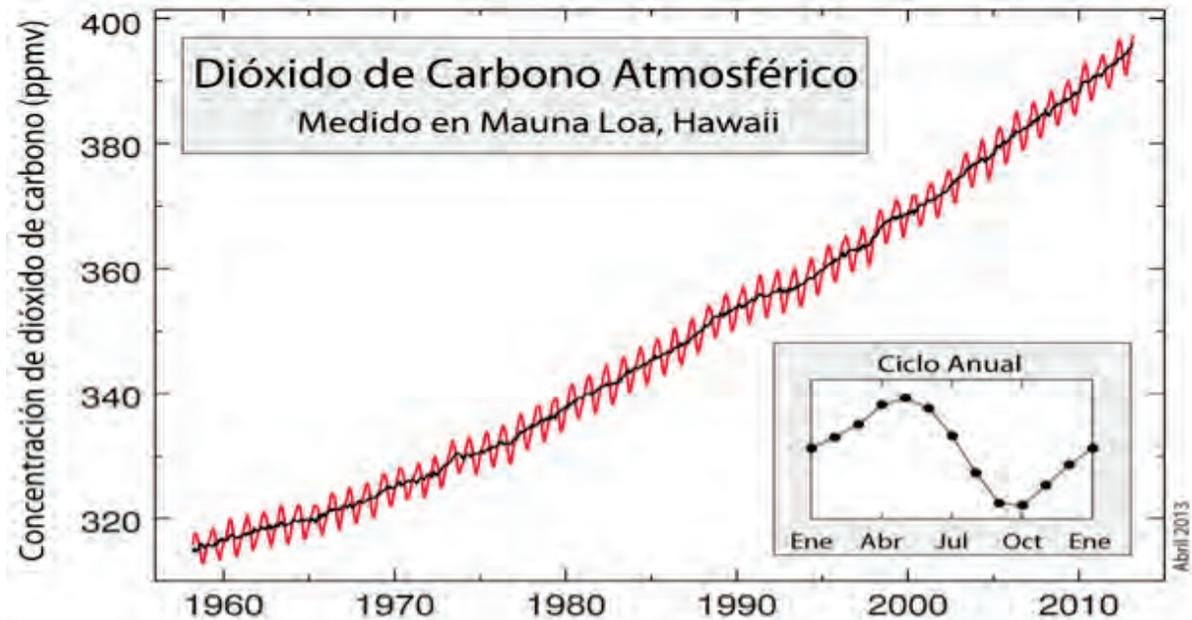
A continuación, la Figura 1 muestra la distribución de las distintas fuentes de emisión de las GEI, donde destaca el CO₂ como el principal GEI, seguido del Metano y el Oxido Nitroso, siendo la agricultura la principal emisora de estos dos últimos. Por su parte, el Gráfico 2 muestra un ejemplo de la evolución en la concentración de CO₂ atmosférico entre los años 1960 y 2010.

Figura 1. Distribución y tipo de emisores de gases invernadero.



Fuente: www.cambioclimaticoglobal.com

Gráfico 2. Evolución en la concentración de CO2 atmosférico entre 1960 y 2010.

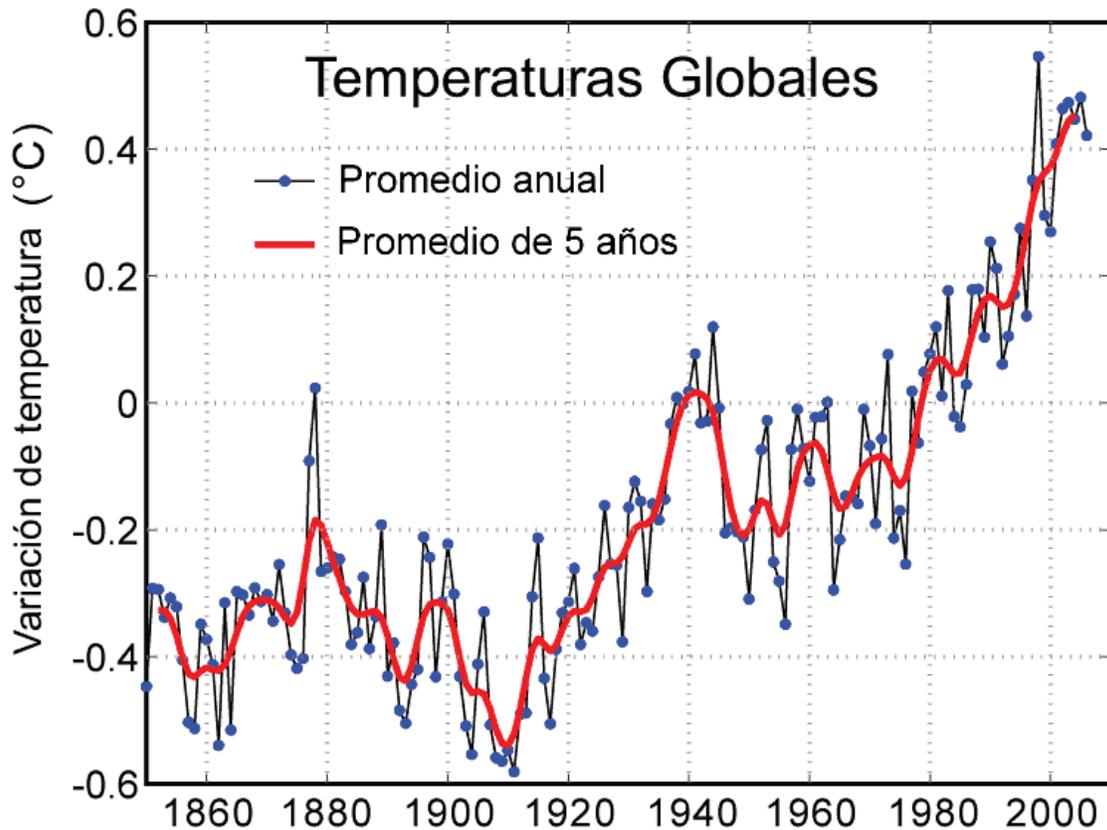


Fuente: www.cambioclimaticoglobal.com

3.2. Calentamiento Global

Es un fenómeno de aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre que se ha estado observando desde finales del siglo XIX. Este aumento ha sido de aproximadamente 0.8 °C desde que se realizan mediciones confiables, donde 2/3 de este aumento se produce desde 1980 en adelante. Hay una certeza del 90% de que la causa del calentamiento es el aumento de gases de efecto invernadero que resultan de las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, gas natural y petróleo) y la deforestación. El Gráfico 3 muestra en detalle este fenómeno.

Gráfico 3. Evolución histórica de las temperaturas medias anuales mundiales.



Fuente: www.cambioclimaticoglobal.com

3.3. Cambio Climático.

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas (derivadas de la acción del hombre).

El término suele usarse de manera poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término «cambio climático» sólo para referirse al cambio por causas humanas:

Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Además del calentamiento global, el cambio climático implica cambios en otras variables como las lluvias y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera de evaluar estos cambios sea mediante el uso de modelos computacionales que simulan la física de la atmósfera y de los océanos. La naturaleza caótica de estos modelos hace que en sí tengan una alta proporción de incertidumbre, aunque eso no es óbice para que sean capaces de prever cambios significativos futuros.

4. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN LA AGRICULTURA

El efecto del cambio climático en la agricultura está relacionado con variaciones en los climas locales más que en patrones mundiales. El aumento en la temperatura promedio de la superficie de la tierra ha traído como consecuencia que las distintas zonas geográficas se vean afectadas de manera diferente.

Por otro lado, la economía agrícola ha crecido en estos últimos años y ahora provee cantidades significativas de alimento a nivel mundial en los mayores países importadores, así como grandes ingresos para los exportadores. El aspecto internacional del comercio y la seguridad en términos de los alimentos implican la necesidad de considerar los efectos del cambio climático a una escala mundial.

Un estudio publicado en la revista Science sugiere que, debido al cambio climático, Sudáfrica podría perder para el año 2030 más del 30% de su cosecha principal, el maíz. En el sur de Asia, las pérdidas de alimentos básicos regionales como el arroz y el maíz podrían alcanzar un 10%.

Por otra parte, el tercer estudio de informes del IPCC, realizado en el año 2001, concluye que los países más pobres serían los más afectados con reducciones en la producción agrícola en regiones tropicales y subtropicales, debido a una menor disponibilidad de agua y nuevas incidencias de plagas de insectos. En África y Latinoamérica muchos cultivos se hallan cerca de su tolerancia máxima de temperatura, por lo que probablemente el rendimiento se reduzca con pequeños cambios en el clima.

Se prevé que en el siglo XXI, la productividad agrícola caerá hasta un 30%. La vida marina y la industria pesquera se verán también gravemente afectados en algunas zonas.

Probablemente, el cambio climático provocado por el incremento de los gases de efecto invernadero afectará de diferente forma a cada región. Por ejemplo, según el Servicio meteorológico del Reino Unido, se espera que las áreas de cultivo se reduzcan en un 50% en Pakistán, mientras que la producción de maíz en Europa aumentaría a 25% con óptimas condiciones hidrológicas.

Los efectos más favorables para los cultivos dependen en gran parte del dióxido de carbono en el crecimiento de los cultivos y del aumento en la eficiencia en el uso del agua. La disminución de cultivos potenciales probablemente se produzca por la reducción del período de crecimiento, la escasez del agua y la vernalización deficiente.

En el largo plazo, el cambio climático podría afectar a la agricultura de varias maneras:

- Productividad, en términos de cantidad y calidad de los cultivos.
- Prácticas agrícolas, a través de los cambios del uso del agua (riego) y aportes agrícolas como herbicidas, insecticidas y fertilizantes.
- Efectos en el medio ambiente, particularmente la relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, erosión, reducción de la diversidad de cultivos.
- Espacio rural, por medio de la pérdida y ganancia de terrenos cultivados, la especulación de tierras y los servicios hidráulicos.
- Adaptación, los organismos podrían pasar a ser más o menos competitivos, así como también los humanos podrían tener la necesidad de desarrollar más organismos competitivos, como variedades de arroz resistentes a la sal o a las inundaciones.

Gran parte de las proyecciones son inciertas, en especial por la falta de información en varias regiones locales específicas, además de la incertidumbre que existe sobre la magnitud del cambio climático, los efectos de cambios tecnológicos en la productividad, la demanda mundial de comida y las numerosas posibilidades de adaptación.

En general, se cree que la producción agrícola será afectada principalmente por la gravedad y el ritmo del cambio climático y no por tendencias graduales del clima. Ya que, si el cambio es gradual, la biota tendría tiempo suficiente para adaptarse. Sin embargo, si el cambio climático es grave, podría amenazar la agricultura en muchos países, especialmente la de aquellos que ya han sufrido de cambios en las condiciones climáticas, puesto que tienen menos tiempo para una óptima selección natural y adaptación.

Las proyecciones generales de distintos estudios e investigaciones concluyen que si hubiera un incremento de 1 a 3 °C, habría una disminución en la producción de algunos cereales en latitudes bajas del planeta y un aumento de la producción zonas ubicadas en latitudes altas. Uno de los estudio (Schneider et al. 2007) predijo que la producción mundial de cereales se incrementaría en el caso de una subida de 3 °C aproximadamente,

y probablemente disminuiría si sobrepasa el nivel de los 3 y 4 °C. En general, los estudios hechos para la agricultura mundial no han incluido factores críticos como los cambios extremos o la propagación de plagas y enfermedades como resultado de eventuales cambios.

Por otra parte, un informe de cambio climático y su impacto en la agricultura elaborado por el International Food Policy and Research Institute (IFPRI) concluye que en los países en vías de desarrollo se producirá una disminución en los rendimientos de los cultivos bajo riego más importantes, siendo Asia meridional la zona más afectada. A su vez, los costos de producción de cultivos como el arroz, maíz, trigo y soja aumentarán lo que trae consigo un aumento en los costos de alimentación animal y por ende en la producción de carne, lo que afectaría el consumo de este producto. Finalmente, el informe señala que es necesaria una agresiva inversión (USD 7.1-7.3 billones) en la mejora de la productividad agrícola de manera de poder compensar los impactos negativos del cambio climático.

4.1. Impacto a Nivel Nacional.

Un ejemplo a nivel nacional del impacto del cambio climático es el desplazamiento en las zonas de producción del vino. Sectores como en Valdivia podrían convertirse en productores de vinos hacia 2050. Un estudio dado a conocer a fines de Marzo de este año por la Universidad Austral y el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) explica que se perderá gran parte de la actual zona apta para viñas, pero que se abrirán nuevas áreas en lugares hasta ahora inusuales, como Talca y Valdivia.

En Chile, el área de producción de vino actualmente se extiende entre la IV Región y el Biobío, pero el aumento de temperatura y la menor disponibilidad de agua ya empiezan a notarse: el 95% de las viñas tiene problemas de suministro de agua, según el estudio. De hecho, se estima que en las actuales regiones de clima mediterráneo, como Maipo, Cachapoal y Colchagua, donde se cultivan variedades premium, la zona apta para viticultura disminuirá en 25%.

Claro que no todo está perdido para la zona central. Una de las conclusiones del estudio es que se podrá recurrir a nuevas cepas que ofrezcan sabores similares, pero que se adapten mejor al nuevo clima. Y, según los autores del estudio del Ministerio del Medio Ambiente, la zona podría renovar su agricultura, optando por cultivos tropicales (cereales, cítricos, paltas y chirimoyas) beneficiados con la disminución de heladas y el aumento de temperatura.

Según el jefe de la División de Recursos Naturales del Ministerio del Medio Ambiente, Leonel Sierralta, los límites agrícolas en el Chile más cálido se modificarán, de manera que habrá cultivos de la zona central que sólo se podrán desarrollar más al sur, cambios que ya se están apreciando. Un ejemplo de esto es lo que sucede con frutales como el kiwi y que complica los procesos de exportación ya que están madurando antes de llegar a los países de destino. “Es muy probable que todo lo que se produce hoy hasta

Talca llegue a tener mejores condiciones para ser cultivado en regiones como el Biobío y la Araucanía”, explica Sierralta.

Tabla 2. Proyección de la producción por cultivo antes nuevo escenario climático.

CULTIVO	PROYECCION
TRIGO	Bajo riego, el aumento de las temperaturas aceleraría ciclo productivo y una reducción del rendimiento. Mayor impacto en zonas costeras que en zonas interiores.
	Secano, disminución (10%-20%) en el rendimiento en norte y centro del país debido a mayores sequías. En tanto, de la precordillera del Bio-Bio al sur habría un aumento gradual entre el 30% y 100% respecto a los rendimientos actuales.
MAIZ	El potencial productivo se expandiría dado las exigencias de temperatura del cultivo. Desde Coquimbo al Bío-Bío, se estima una disminución productiva entre 10 y 20% en el valle central. Inversamente en la costa y precordillera, aumentaría el rendimiento hasta un 50%. En la zona sur los rendimientos aumentarían entre un 60% y 200%
PAPA	Zona norte presentaría una reducción entre 10 y 20% del rendimiento.
	Zona centro-norte, el rendimiento disminuiría hasta un 30%
	Entre Talca y Temuco, la disminución se presenta sólo en el valle central, ya que en la costa y precordillera habría aumentos de hasta un 50%.
	Desde la Región de la Araucanía al sur, los rendimientos aumentan hasta llegar a 150% y 200% en la Región de los Lagos.
	En secano, los aumentos se producirían en la costa del Bío-Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique.
FREJOL	Zona norte y centro, se espera que el rendimiento se mantenga bajo la condición de clima futuro,
	Región de la Araucanía al sur, aumentaría la productividad entre 10% y 20%, llegando hasta 100% en la Región de Los Lagos.
REMOLACHA (BAJO RIEGO)	Entre Valparaíso y Talca, por el valle central, habría aumento de rendimiento de hasta un 50% en algunos lugares.
	En la costa y precordillera de la zona centro, habría una reducción en el rendimiento.
	Región de la Araucanía al sur, el aumento térmico invernal incrementaría el potencial productivo, incluso con menor pluviometría.
FRUTALES	Extensión del área del cultivo hacia el sur, abarcando las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.
	Aceleración de la fenología de los cultivos, reducción del tiempo de desarrollo y aumento de la precocidad de la madurez.
	Probables aumento de la incidencia de plagas y enfermedades dado por el aumento de las temperaturas.
PRADERAS	La productividad crece gradualmente a medida que las precipitaciones aumentan, llegando a su máximo en la Región de Aysén, donde se optimiza la combinación entre disponibilidad de agua y temperatura.

Fuente: Elaborado por el autor con información del PAN Silvoagropecuario.

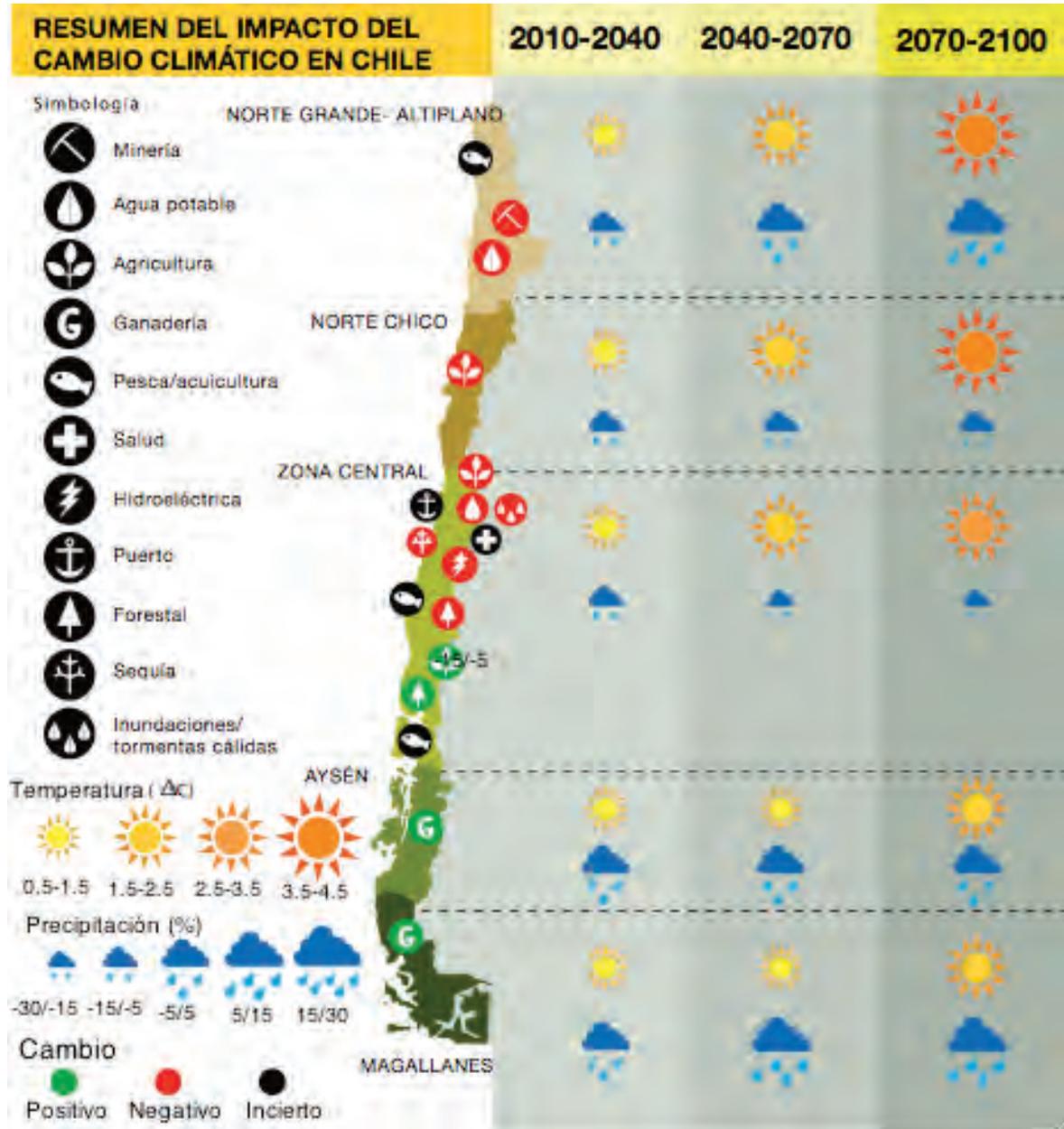
5. PROYECCIONES DEL CAMBIO CLIMATICO Y SUS EFECTOS A NIVEL NACIONAL

De acuerdo con el doctor Fernando Santibáñez, académico de la Universidad de Chile, responsable de varios estudios científico y uno de los principales referentes nacionales en materia de cambio climático, los alcances del aumento de la temperatura serán significativos, afectando las precipitaciones, la nubosidad y, en especial, al paisaje. No sólo tendremos que acostumbrarnos a más días nublados debido al contraste con el océano: el clima cálido aumenta la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra firme, contraste que moviliza más aire desde la costa hacia el continente. También habrá que sumar que, mientras disminuyen las lluvias, aumentarán eventos extremos, como tormentas eléctricas y granizadas, algo similar a lo que ocurre en el trópico, pero con episodios súbitos que podrían desencadenarse en verano o invierno.

En Chile, el océano Pacífico tiene un efecto moderador del impacto que a nivel global causa el alza de temperatura, pero nuevos estudios revelan que aun así el país registrará cambios significativos en el clima.

La Figura 2 muestra las proyecciones del impacto del cambio climático en Chile según un estudio realizado por la CEPAL el año 2009, donde se puede apreciar el tipo de impacto (positivo, negativo, incierto) para distintos rubros productivos y el cambio en las temperaturas y precipitaciones. Todo esto proyectado en tramos de 30 años desde el 2010 hasta el 2100.

Figura 2. Resumen del impacto del cambio climático en Chile.



Fuente: CEPAL, 2009

5.1 Cambio en la temperatura.

El aumento de temperatura afectará a todo el territorio. Esto sería un indicador que los fenómenos de heladas no estarían relacionados con el cambio climático, es más, su recurrencia debiera disminuir dadas las condiciones generales de aumentos en las temperaturas.

En el caso de las ciudades del interior, la percepción del cambio será mucho mayor. La cercanía del océano mitiga el impacto, porque la nubosidad y brisa marina que ingresan al continente mantienen los niveles de humedad, a lo que se suma el efecto de fenómenos como La Niña, que enfrían la superficie del mar disminuyendo las temperaturas. Por eso se estima un aumento promedio de 1,5 grados para la costa, cifra que irá creciendo a medida que se avanza hacia el interior: sobre los dos mil metros de altura, el alza podría llegar a superar los tres grados centígrados.

En el caso de la Región Metropolitana, se proyecta para los meses de verano, un alza de 1,6 grados en la máxima promedio, pasando de 30,5° de ahora a 32,1° durante el mes de Enero de los próximos 17 años. Y para el caso de los meses de invierno, las proyecciones para el mes de Julio es que la temperatura mínima promedio se elevará 2,1 grados (de los 4,2 grados actuales a 6,3 grados).

Hacia mediados de siglo, una de las ciudades más cálidas del país será Los Andes, con máximas promedio en verano de 33,3 grados, es decir, 2,4 grados más que ahora.

Más al sur, experimentarán el mismo fenómeno. Concepción, por ejemplo. Si la temperatura mínima en pleno invierno alcanza un promedio de 3,5 grados, hacia 2030 llegará a 4,4 grados, prácticamente un grado más en tan sólo 17 años. Para 2050, las temperaturas mínimas serán todavía más elevadas, llegando a los 4,9 grados en esa ciudad. Igual situación para el norte. Calama, enclavada en pleno desierto, con temperaturas máximas que subirán 1,9 grados en el verano respecto de las actuales. Sin embargo, habrá otro cambio aún más notorio en esta zona: las temperaturas mínimas extremas que suelen caracterizar el clima del desierto también aumentarán. Para mediados de siglo, el alza será de 2,5 grados, pasando de 1,3 grados a 3,8 grados la mínima promedio en invierno.

De acuerdo a un estudio realizado por del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile el año 2006, las proyecciones en los cambios de las temperaturas superficiales del Chile continental durante el siglo XXI serán de gran relevancia.

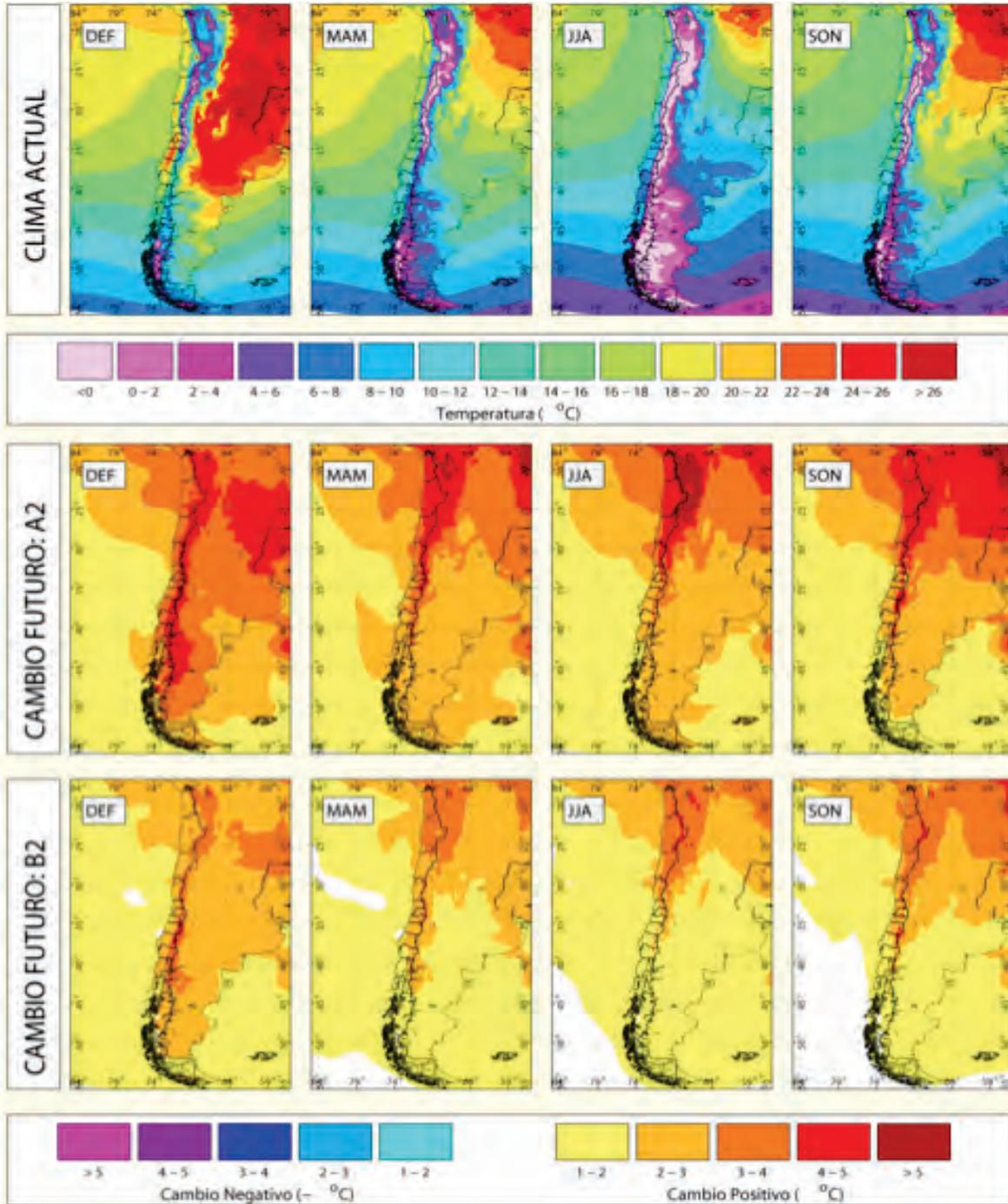
Este estudio titulado “Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI”, considera dos escenarios de cambio climático descrito en los informes del IPCC, de acuerdo a la proyección de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, y sus consecuencias en el calentamiento global. Uno es el más severo (A2) y el segundo es el escenario B2 que es más moderado. Junto con esto, aplicaron diferentes modelos predictivos para poder determinar futuras proyecciones. Uno de ellos fue el modelo regional PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies), desarrollado por la Oficina Meteorológica del Reino Unido.

En relación a la ocurrencia de heladas en la zona central del país, de acuerdo con el doctor Santibañez, no existen evidencias sobre la correlación entre la mayor ocurrencia de estas en la zona central y el cambio climático. Sólo estadísticas de mayor frecuencia en los últimos 50 años, donde las de componente polar parecen estar siendo más frecuentes, lo que está en línea con lo que se espera en materia de circulación de la atmósfera, pues el anticiclón del Pacífico debiera desplazarse hacia el sur, lo que permite que se conecte con masas polares de forma muy frecuente.

La **Figura 3** muestra en períodos trimestrales DEF (Diciembre, Enero, Febrero), MAM (Marzo, Abril, Mayo), JJA (Junio, Julio, Agosto) y SON (Septiembre, Octubre, Noviembre), las proyecciones en los cambios de temperatura de acuerdo a los escenarios A2 y B2 comparado con el clima actual. Como era esperable, dentro de los resultados del modelo, dominan los cambios positivos (calentamiento) en todas las regiones, siendo mayores para el escenario A2. El cambio de temperatura media del escenario A2 respecto al clima actual sobre Chile continental varía entre 2° y 4°C, siendo más acentuado hacia las regiones andinas y en la vertiente oriental de los Andes, y disminuyendo de norte a sur. Sólo en la Región Austral bajo el escenario B2 hay sectores pequeños con calentamiento menor a 1°C. Estacionalmente el calentamiento es mayor en verano excediendo los 5°C en algunos sectores altos de la Cordillera de los Andes particularmente en verano.

<http://odepa.cl>

Figura 3. Comparación en la proyección del cambio en la temperatura promedio en Chile.

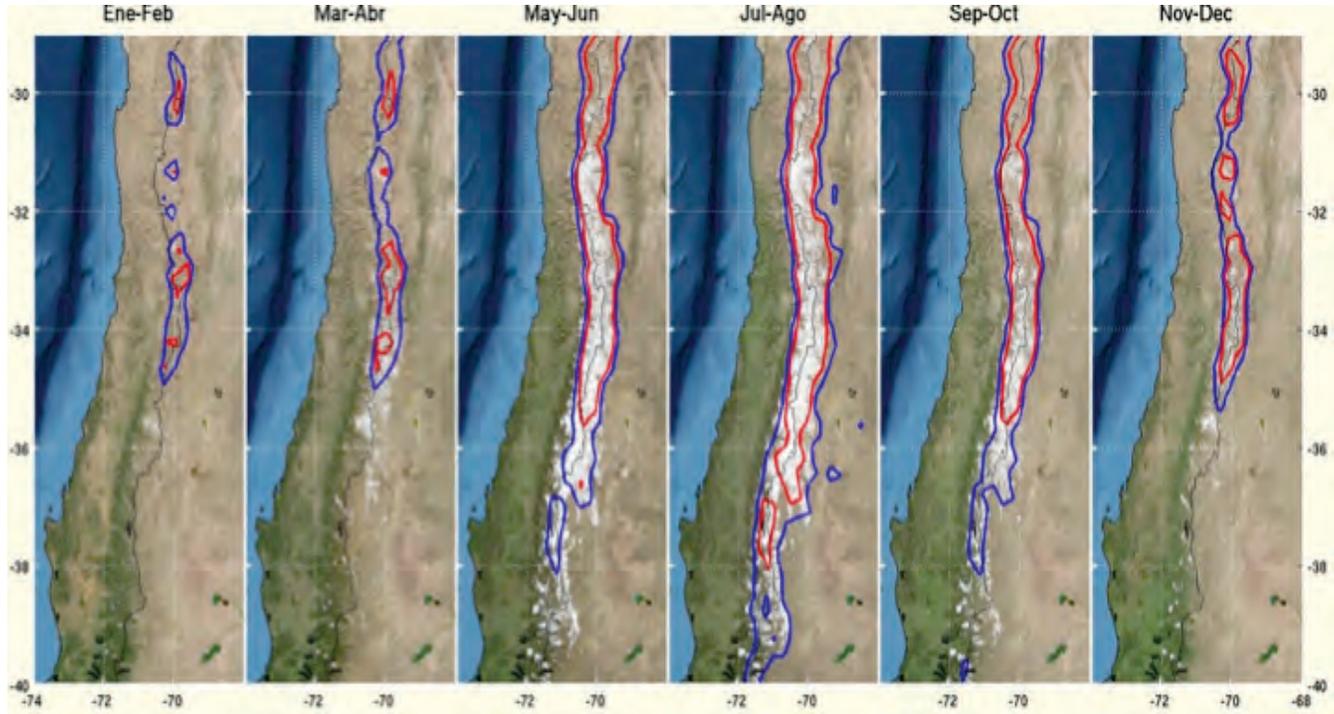


Fuente: Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

Producto de este aumento generalizado de las temperaturas, hay otros aspectos relevantes de alto impacto que son importantes de mencionar. Uno de ellos es el que dice relación con la reducción del área andina capaz de almacenar nieve entre las estaciones del año. Considerando que la isoterma de 0°C sufre un alza de altura por el proceso de calentamiento, las crecidas invernales de los ríos con cabecera andina se verán incrementadas por el consiguiente aumento de las cuencas aportantes y la reserva nival de agua se verá disminuida. La **Figura 4** muestra el cambio bimestral del área encerrada

por la isoterma cero para la región cordillerana comprendida entre las latitudes 30 y 40°S bajo el escenario A2. Este sector andino corresponde a las regiones de mayor productividad desde el punto de vista silvoagropecuario y en él se ubica la generación hidroeléctrica del sistema interconectado. Aunque hay reducciones del área en todas las estaciones del año, la pérdida es muy significativa durante los cuatro primeros meses del año calendario. En la figura 3, la línea azul representa el área con temperatura inferior a 0°C en el escenario de clima actual, mientras que la línea roja representa la misma variable pero en el escenario severo A2.

Figura 4. Variación del área bajo la isoterma 0°C en la zona centro sur.



Fuente: Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

5.2. Efecto en las Precipitaciones.

En este contexto de aumento de las temperaturas, uno de los principales desafíos será enfrentar las consecuencias de la disminución de precipitaciones. Datos de la Dirección Meteorológica de Chile señalan que, en promedio, actualmente se registran 10 días menos de lluvia que hace 100 años. Y esta tendencia se acentuará. Dentro de 17 años, la capital registrará 46 mm menos de agua caída y para 2050 serán 64 mm menos. Más al norte, el escenario es peor: en Ovalle, por ejemplo, la disminución de las precipitaciones significará casi 20 mm menos de agua caída en 2030 y casi 30 mm menos en 2050. Otra zona igualmente agrícola es la de Curicó. Y ahí el tema es más marcado. En 2030 se registrarán 131 mm menos de lluvia y a mediados de siglo, la baja será de casi 180 mm.

Por otra parte, un estudio dado a conocer en 2007 por la Universidad Austral, que analizó información de estaciones meteorológicas entre Concepción y Aysén, documentó una disminución de 540 milímetros durante los últimos 71 años en la Región de Los Ríos.

Pero el análisis de la U. de Chile muestra que bastarán 17 años para que esta zona registre casi 250 mm menos.

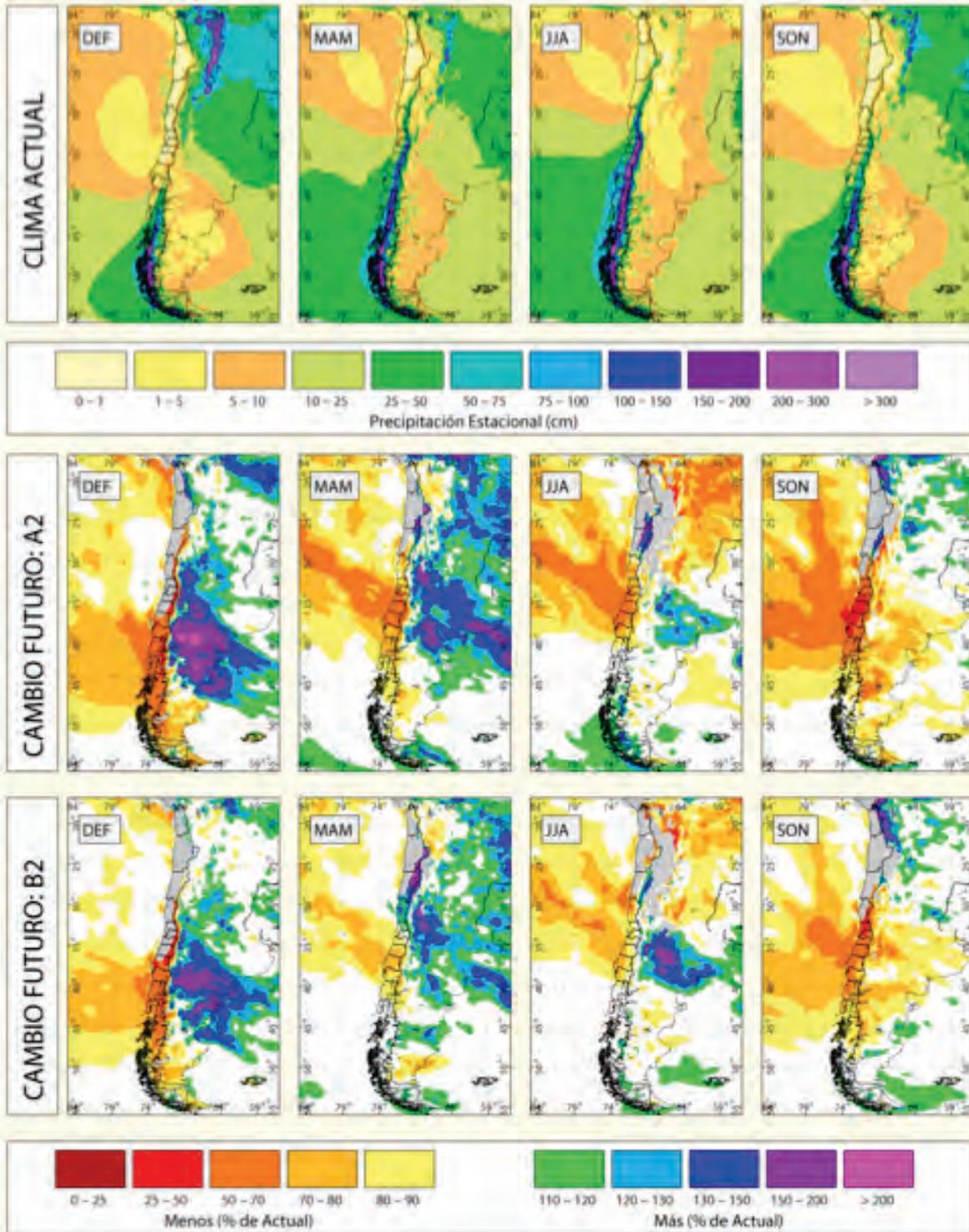
Así mismo, en la zona centro sur también se presentará otro fenómeno: lloverá más intensamente en cortos períodos de tiempo, lo que impide la infiltración de agua hacia las napas subterráneas, al escurrir más rápido en la superficie. En términos simples, el agua no se alcanza a absorber (ni a acumular en el subsuelo), por lo que degrada los suelos y eleva el riesgo de desastres naturales, como avalanchas y deslizamientos de tierra. Todo esto no sólo afecta la disponibilidad de agua para la agricultura, también influye en la disminución de ecosistemas sensibles como el bosque nativo, desplazando hacia el sur climas que hoy caracterizan al Norte Chico y la zona centro sur.

Sólo en Arica y Calama se registrará un leve aumento de precipitaciones. En la capital de la XV Región, el agua caída pasará de 2 mm a 2,1 mm, mientras que en la ciudad minera subirá de 20,5 a 24,1. Un fenómeno que ya fue advertido en el estudio del Departamento de Geofísica y Matemáticas de la U. de Chile, donde se explica que en el Norte Grande y especialmente en el altiplano, habrá un aumento de lluvias en primavera y verano, reforzadas por el invierno boliviano. Algunas de las otras conclusiones entregadas por este estudio señalan lo siguiente:

- En el Norte Chico el incremento de las precipitaciones extiende su dominio bajo el escenario B2 abarcando toda la faja del territorio chileno entre los 20 y 33°S en otoño, pero en invierno afecta solo a la región andina con mayor incremento en la mitad norte.
- En la región de Chile Central hay una pérdida generalizada de precipitación bajo el escenario A2, condición que se mantiene en el escenario B2 con la excepción de la estación de otoño para latitudes inferiores a 33°S. La pérdida es del orden de 40% en las tierras bajas ganando en magnitud hacia la ladera andina durante el verano, pero reduciéndose durante el otoño y el invierno bajo el escenario B2.
- La Región Sur exhibe una transición hacia los montos del clima actual durante otoño e invierno, la cual es más rápida en el caso B2. Durante el verano las pérdidas de pluviosidad son del orden de 40% reduciéndose en primavera a un 25%.
- La Región Austral presenta pérdidas estivales de un 25%, pero se normaliza hacia el invierno, y existe un leve aumento en el extremo sur que prevalece todo el año.
 - En términos generales las cumbres andinas marcan un contraste entre ambas laderas con un aumento en la ladera oriental (Argentina) y una disminución en la ladera occidental (Chile continental y el Pacífico adyacente), particularmente en latitudes medias y en las estaciones de verano y otoño. Este contraste se manifiesta más acentuado en el escenario A2 durante el verano, en que la precipitación sobre ciertos sectores de Chile centro-sur se reducen a la mitad e incluso un cuarto del valor actual, mientras que en el lado Argentino la precipitación futura se duplica (respecto a la actual).

A modo de ejemplificar gráficamente estas conclusiones, la Figura 5 muestra las proyecciones en las precipitaciones estacionales en los escenarios A2 y B2.

Figura 5. Comparación en la proyección la precipitación estacional.

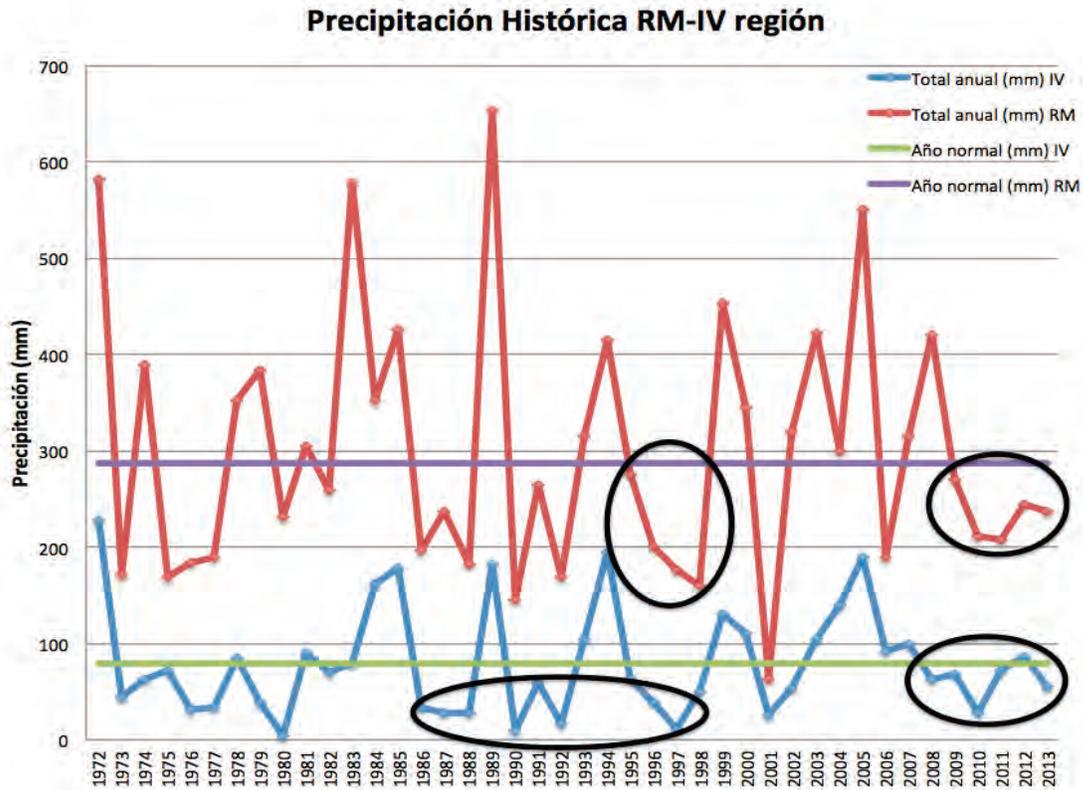


Fuente: Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

El Gráfico 4 y 5 muestran la precipitación histórica de los últimos 40 años en las regiones IV- RM y VII-VIII, respectivamente. Se encuentran destacados la actual situación

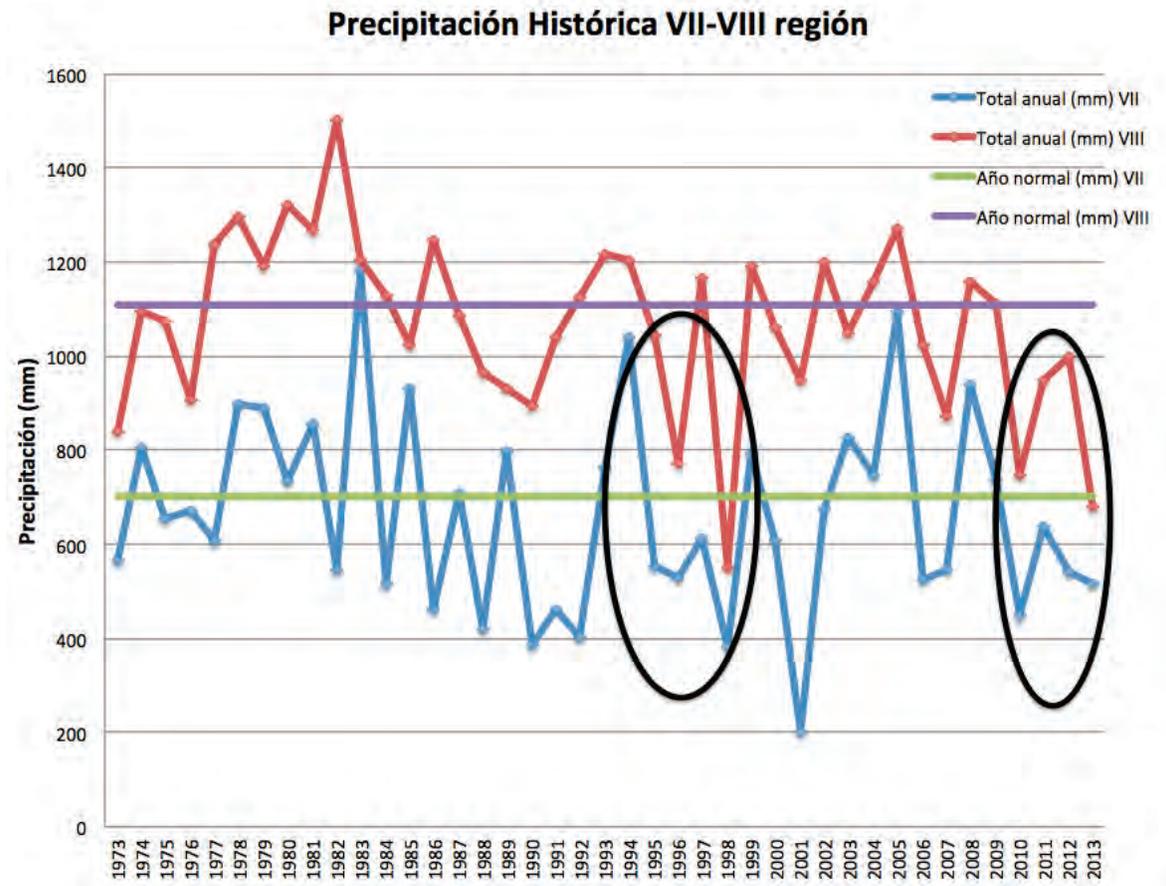
de sequía que se arrastra desde el 2009 y el evento anterior de características similares durante la década de los noventa. Desde el punto de vista científico, resulta bastante difícil poder correlacionar la periodicidad de estos eventos ya que están determinados por otros factores climáticos con La Niña y El Niño.

Gráfico 4. Precipitación histórica en la IV y RM región entre 1973 y 2013.



Fuente: Elaborado por el autor con información de la Dirección Meteorológica de Chile de las Estaciones de La Serena y Santiago (Quinta Normal y Pudahuel).

Gráfico 5. Precipitación histórica en la VII y VIII región entre 1973 y 2013.



Fuente: Elaborado por el autor con información de la Dirección Meteorológica de Chile de las Estaciones de Curicó, Chillán y Concepción.

5.3. Desertificación

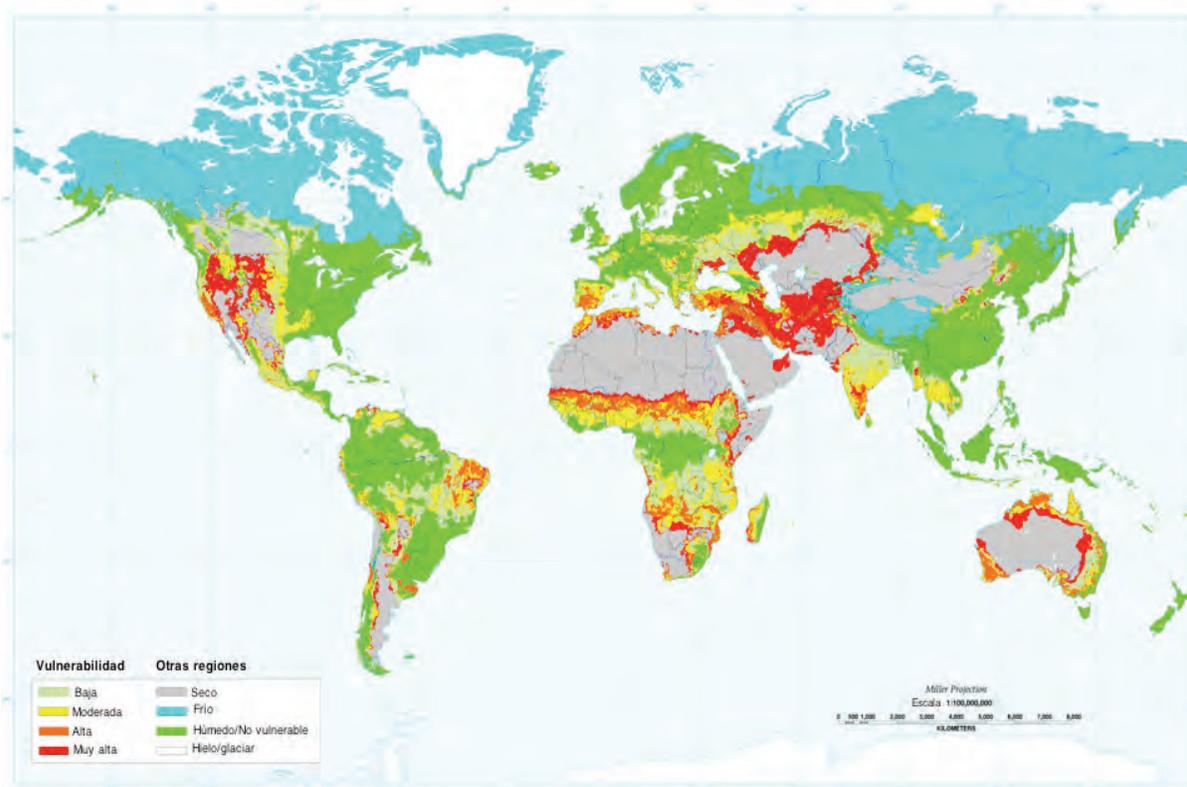
En este nuevo escenario climático los bordes del desierto se extenderán un promedio de 50 kilómetros, lo que prácticamente “empujará” hacia el sur climas que hoy son propios de la zona central. “Estos cambios se manifestarán principalmente hasta el sur de la Araucanía”, explica el Doctor Santibáñez.

La IV Región, por ejemplo, con su clima árido, de vegetación arbustiva, pero de excelencia para cultivos como las viñas, comenzará a mostrar un paisaje cada vez más parecido al desierto, donde será imposible sostener la agricultura tradicional. Santiago, en tanto, transitará de un clima semiárido a uno árido, exhibiendo un paisaje mucho más cercano al que conocemos hoy en la IV Región. En la precordillera se verán menos bosques y más matorral de tipo espinoso, como el que se aprecia hoy en el Norte Chico.

A nivel global el proceso de desertificación sigue avanzando. Hay zonas geográficas del planeta donde la situación es crítica y su habitabilidad es imposible y a la vez el avance del desierto es constante. La figura 6 muestra las distintas zonas

geográficas del planeta donde la desertificación está presente en sus distintos grados de magnitud.

Figura 6. Vulnerabilidad a la desertificación



Fuente: USDA, Natural Resources and Conservation Service.

5.4. Desplazamiento de los Bosques

Especies como el quillay, el boldo y el litre, el peumo y el maitén, que para todos son familiares en la zona central, podrían prácticamente desaparecer de los ecosistemas. Una posibilidad es que persistan sólo en áreas mucho más reducidas, como aquellas que mantendrán humedad en quebradas y en zonas costeras. Estos árboles forman parte del llamado bosque esclerófilo, que regula las cuencas de los ríos, absorbe agua alimentando napas subterráneas, evita riesgos naturales como deslizamientos de tierras y alberga una biodiversidad que incluye mamíferos como el zorro, el puma, así como numerosas especies de aves. Pero lo más común en la zona central de mediados de siglo será el matorral espinoso, un paisaje más seco, árido, parecido al que presenta actualmente la IV Región.

Más hacia el sur también habrá cambios en los bosques. A mediados de la década pasada, un estudio realizado sobre la base de los anillos de crecimiento de árboles por científicos del Núcleo Científico Milenio Forecos, de la Universidad Austral, había ya sugerido que la distribución de la vegetación austral estaba sufriendo transformaciones

importantes. Ahora, Patricio Pliscoff, académico del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile y que participó en un estudio que encargó el Ministerio del Medio Ambiente, explica que según el nuevo análisis, especies nativas como el Alerce, la Araucaria y el Ciprés de las Guaitecas (especies de coníferas que conforman el llamado bosque resinoso característico del sur de Chile) tendrán más dificultades para adaptarse al nuevo clima debido a sus largos períodos de vida.

En 1993, el científico y líder del grupo Milenio Forecos, Antonio Lara, publicó una investigación que analizando los anillos de crecimiento del Alerce descubrió especímenes que tenían 3.600 años de edad en el sur de Chile, lo que convierte a estos árboles en una de las especies más longevas del planeta. Debido a que las huellas del clima también quedan marcadas en el crecimiento de los árboles (si llueve menos, el anillo es más delgado y viceversa), estas investigaciones han permitido también comprobar que el calentamiento global es un fenómeno que se ha acelerado en los últimos cien años. Pero esta misma longevidad juega en contra de estas especies de bosque nativo chileno: no alcanzan a modificar su ADN con la rapidez suficiente que necesitan para adaptarse a un clima con mayor temperatura.

El estudio de la U. Austral también revela que todos estos fenómenos se pueden mitigar, en parte, conservando las pequeñas concentraciones de bosques que perdurarán, para crear microclimas que aprovechen sus características, en especial los de tipo esclerófilo. Por ejemplo: una zona de cultivo presenta menos temperatura si en su entorno existen estos bosques, ya que evaporan gran parte del agua que consumen, un proceso en el cual consumen energía del Sol y enfrían el ambiente. Desde hace cinco años que la académica de la U. Austral Olga Barbosa y su equipo del Programa Vino Cambio Climático y Biodiversidad, están trabajando en viñas para mantener “corredores” de vegetación alrededor de los parronales. “Ya se han sumado 14 viñas, con un total de 600 hectáreas como promedio, las que en su conjunto representan el 78% de las exportaciones”, explica Barbosa.

5.5. Retroceso de Glaciares.

Medidas como la mantención de los bosques nativos pueden resultar vitales, considerando que otra de las consecuencias de la disminución de precipitaciones y el aumento de temperatura es la pérdida de importantes reservas de agua, debido al sostenido retroceso que presentan los glaciares en todo el país. Un fenómeno que los estudios muestran se ha ido acentuando: se estima que el 90% de los glaciares en todo Chile ha disminuido en mayor o menor medida su volumen. Andrés Rivera, glaciólogo del Centro de Estudios Científicos (Cecs), es uno de los expertos que más ha estudiado estos glaciares. Utilizando sofisticados instrumentos científicos, las investigaciones en que ha participado han aportado evidencia para probar que el calentamiento global afecta con mayor fuerza a las zonas de altura, lo que contrasta con lo que ocurre en la zona costera. Esto significa que el aumento de temperatura en las montañas implica que la línea de nieve sube y que, como resultado, hay menos precipitación sólida, haciendo que el volumen y masa del glaciar disminuya.

De esto hay ejemplos dramáticos como el glaciar Lewis en Kenya, que durante el siglo XX retrocedió en un 92% de su superficie. (ver **Imagen 1**). En tanto, estudios realizados en glaciares en la zona del Cajón del Maipo muestran que éstos han perdido entre el 15% y 20% de su área en los últimos 60 años. El descenso proyectado en las precipitaciones que muestra otro estudio de la U. de Chile tenderá a incrementar este fenómeno, pero Andrés Rivera advierte que todos estos análisis se basan en modelos de predicción, que pueden ser en parte mitigados por fluctuaciones interanuales del clima, como fenómenos La Niña y El Niño. “Son tendencias que se superponen con la variabilidad climática, por lo que no es que estemos ante un escenario de extinción, sino de disminución de áreas”, sostiene Rivera.

Imagen1: Retroceso glaciar Lewis, Monte Kenya durante el siglo XX



Fuente: Imagen web.

Según los expertos, el calentamiento global puede provocar una subida del nivel del mar de entre 26 y 82 centímetros en 2100, un aumento mayor al apuntado en 2007, cuando se hablaba de entre 18 y 59 centímetros. Pero de lo que sí hay certeza casi absoluta es de que el nivel del mar aumentó 0,19 metros entre 1901 y 2010.

Los expertos señalan como "muy probable" que la capa de hielo del Océano Ártico siga reduciéndose, al igual que la capa de nieve en primavera en el hemisferio norte y el volumen de los glaciares, así como el aumento de las olas de calor. El cambio climático afectará también los procesos del ciclo del carbono, impulsando el aumento de CO₂ en la atmósfera y a su vez la acidificación de los océanos.

6. PLAN NACIONAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO (PAN)

Esta iniciativa surge en el contexto de la necesidad de poder abordar como país el fenómeno del cambio climático. Su elaboración es el resultado de un largo proceso que incluyó estudios y análisis científicos, la identificación y priorización de las acciones de adaptación entre los distintos entes involucrados, y la Consulta Pública del anteproyecto a la ciudadanía. Su inicio formal fue con un estudio encargado por la CONAMA a la Universidad de Chile al año 2007, que desarrolló el primer conjunto de escenarios de cambio climático para el país.

Un enfoque especial es el esfuerzo en la comprensión de los impactos futuros con mayor profundidad incluyendo un conjunto de estudios que consideraron los escenarios climáticos más inmediatos y estudios de impacto en algunos sectores económicos clave, como los recursos hídricos y la agricultura.

La adaptación al cambio climático puede ocurrir de manera autónoma, como ocurre en los sistemas naturales, o puede ser planificada a través de la elaboración de estrategias de anticipación y de reacción en función de los impactos esperados. En el caso de la adaptación planificada, esta involucra tanto el diseño e implementación directa de medidas, como también la creación de capacidades de adaptación por la vía de un mayor nivel de conocimiento sobre los riesgos, impactos y medidas disponibles para enfrentar el cambio climático

El PAN está compuesto de tres partes. La primera parte tiene un carácter genérico y conceptual en el cual se busca aclarar conceptos básicos relacionados a la adaptación y al cambio climático y presentar el rol que tiene el gobierno en la tarea de adaptación. En la segunda parte se entrega información de contexto con respecto a los posibles cambios climáticos esperados para el país al igual que los posibles impactos y vulnerabilidades de los distintos sectores. Finalmente, la tercera parte presenta la estructura del PAN propiamente tal, incluyendo la institucionalidad de la adaptación al cambio climático desde el Estado, lineamientos sectoriales, y de implementación del PAN entre otros aspectos claves.

Tomando en cuenta el carácter multidisciplinario, de largo plazo y con múltiples incertidumbres asociadas al cambio climático, las herramientas de planificación surgen como un elemento clave dentro del proceso de adaptación. Esta planificación puede ir adquiriendo diferentes características dependiendo de la escala espacial y sector de foco. Es así como empiezan a surgir Planes de Adaptación a nivel sectorial como por ejemplo el del sector silvoagropecuario o también Planes de Adaptación a distintos escalas espaciales como por ejemplo asociado a ciudades o cuencas hidrográficas. El Plan Nacional de Adaptación (PAN) surge en este contexto como una oportunidad de poder coordinar y delinear algunos de los aspectos multisectoriales o multiespaciales asociados a estos procesos de adaptación.

En términos institucionales, Chile participa hace 20 años de manera firme y constante, a nivel internacional, en las discusiones y procesos que han ido evolucionando

en torno al problema del cambio climático. Debido a la relevancia que fue adquiriendo este tema para el país, tanto a nivel del proceso de negociación internacional como por el inicio de proyectos de cooperación en esta materia, se decide crear una instancia interinstitucional que funcione de lugar de diálogo y toma de decisiones sobre estos temas. De esta manera, en 1996 la creación del Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global marca un punto de partida en relación a las acciones del gobierno en temas de Cambio Climático a nivel nacional.

Luego de diez años de trabajo, el Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global lanza la primera “Estrategia Nacional de Cambio Climático”, la cual se traduce dos años más tarde en el “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático” (PANCC). Dicho plan se construye se en base a tres ejes de acción:

- Adaptación a los impactos del cambio climático.
- Mitigación de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).
- Creación y fomento de capacidades en el cambio climático.

De esta manera, luego de años en los que la mitigación era considerada por los gobiernos como la solución para enfrentar el cambio climático, la adaptación comienza a aparecer como una herramienta igualmente necesaria. De esta manera a partir de este Plan se desprende la elaboración de Planes de Adaptación Sectoriales al Cambio Climático y un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Paralelamente, el Estado fue tomando un rol más participativo en esta materia. La creación del Ministerio de Medio Ambiente el año 2010, trajo consigo el establecimiento de la Oficina de Cambio Climático, la cual ha tenido un rol fundamental en el proceso de implementación del Plan de Acción Nacional.

Finalmente, dentro de los objetivos principales del PAN se encuentran los siguientes:

Objetivo General: mejorar la capacidad en el país para hacer frente a los impactos y oportunidades del cambio climático para diferentes sectores y regiones del país mediante la implementación de iniciativas de adaptación en los distintos sectores productivos y regiones del país.

Objetivos Específicos

- Desarrollar y mantener información climática de base para el uso de estudio de impactos, vulnerabilidad y adaptación a nivel sectorial y regional.
- Entregar lineamientos para el desarrollo de Planes de Adaptación sectoriales y/o regionales.
- Coordinar el proceso de generación y difusión de información procesada a la sociedad así como también el proceso de monitoreo de variables que indiquen la evolución de los sistemas naturales (sistema climático y no climático) y humanos.

ODEPA – Cambio Climático Impacto en la Agricultura Heladas y Sequía

- Entregar las estructuras de organización inter e intrasectorial (institucionalidad) que permitan la correcta implementación del Plan de Adaptación Nacional así como también los Planes de Adaptación Sectoriales.

El PAN considera como sectores productivos importantes, donde la implementación del Plan es fundamental, a los siguientes sectores:

- Silvoagropecuario
- Turismo
- Energía
- Pesca/Acuicultura
- Infraestructura

Cada uno de estos sectores deberá ir desarrollando su propio PAN sectorial con el propósito de poder ir avanzando autónomamente de acuerdo a su realidad, complementándose y coordinándose con los demás sectores.

El primer PAN sectorial elaborado y presentado por el Gobierno es el del sector Silvoagropecuario, dado a conocer por el Ministerio de Agricultura en Octubre de 2013. Mayores detalles sobre este plan se detallan más adelante.

<http://odepa.cl>

7. PLAN DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO

Este Plan de adaptación es el fruto del trabajo conjunto de todos los servicios del Ministerio de Agricultura, que elaboraron esta propuesta a partir de elementos propios de su gestión, generando 21 medidas enmarcadas en los 5 lineamientos estratégicos ministeriales:

1. Competitividad de la Agricultura.
2. Investigación e innovación.
3. Sustentabilidad económica, social y ambiental.
4. Transparencia y acceso a mercados y
5. Modernizar el Ministerio de Agricultura y sus servicios.

El Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario no es sólo el resultado del trabajo del Ministerio, sino que también de los aportes de decenas de personas que trabajan en el sector, incluyendo campesinos, organizaciones agrícolas y forestales, la academia, organizaciones no gubernamentales, representantes de la industria, que participaron en la consulta pública realizada por el Ministerio de Agricultura con el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente. Este proceso de participación ciudadana permitió focalizar las medidas desde la perspectiva de los usuarios de los mecanismos propuestos.

La futura implementación de este Plan a nivel nacional y regional fortalecerá la capacidad adaptativa del sector silvoagropecuario chileno, y servirá de ejemplo a nivel latinoamericano.

Con la intención de poder dar a conocer de manera resumida los alcances de este Plan, se detalla en la **Tabla 3** las 21 medidas propuestas de acuerdo con los lineamientos estratégicos de largo plazo para el sector Silvoagropecuario.

Tabla 3. Resumen medidas del Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario.

LINEAMIENTO MINISTERIAL	MEDIDA	OBJETIVO
Mejorar la competitividad en la agricultura	1. Fortalecer la planificación y gestión de recursos hídricos a nivel nacional para optimizar el uso del agua en la agricultura.	Desarrollo de políticas, estudios, programas y acciones que permitan mejorar el uso del agua, asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada así como al mejoramiento de la competitividad de los agricultores y las Organizaciones de Regantes.
	2. Programa nacional de fomento a la gestión eficiente y sustentable del agua en la agricultura de riego	Optimizar el uso del agua de riego a nivel predial a través de una intensiva acción de mejoramiento tecnológico y procedimientos de gestión del recurso.
	3. Reforzar el Programa de Riego Campesino	Incrementar la productividad y competitividad de la Agricultura Familiar campesina a través de la incorporación de nuevas áreas al riego y del desarrollo de capacidades en la gestión y utilización del agua de riego.
	4. Optimizar el Sistema Nacional para la Gestión de Riesgos Agroclimáticos, GRA	Diseñar y desarrollar un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos frente a eventos climáticos y emergencias agrícolas.
	5. Adecuar el instrumento Seguro Agrícola para enfrentar el cambio climático	Reducir los riesgos frente a eventos climáticos extremos con el fin de asegurar que la agricultura, especialmente de pequeños y medianos productores, sea viable.
	6. Adoptar sistemas de alerta y control integrado de plagas y enfermedades	Reducir la susceptibilidad de los sistemas agrícolas ante el posible incremento de los problemas fitosanitarios debido al cambio climático, a través de sistemas adecuados de prevención y del manejo integrado de plagas y enfermedades agrícolas y forestales.
	7. Apoyar la inversión productiva a través de la ampliación y mejoras al sistema crediticio del sector silvoagropecuario	Aumentar los montos otorgados y el número de usuarios, de manera de servir como soporte a la producción y apoyo a la incorporación de nuevas inversiones prediales para la adaptación a los efectos del cambio climático.

Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental	8. Potenciar los actuales mecanismos del Programa de Sistemas de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (ex SIRSD)	Fomentar el uso de prácticas agronómicas sustentables tendientes a la recuperación y mantención del potencial productivo de los suelos agropecuarios.
	9. Desarrollar sistemas de monitoreo permanente de cambios en los potenciales de productividad	Disponer de un diagnóstico actualizado de los cambios en los potenciales de producción de las distintas zonas del país en respuesta a los cambios climáticos.
	10. Desarrollar un sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental de la agricultura.	Reducir los riesgos de la agricultura mediante un sistema de indicadores que permitan evaluar las condiciones ambientales para la producción agrícola, de modo de detectar tempranamente ciertas condiciones que puedan amenazar la sustentabilidad de esta actividad.
	11. Desarrollar nuevos métodos silviculturales que permitan enfrentar el Cambio Climático	Generar conocimiento básico por medio de prácticas silvícolas que permitan la adaptación gradual al cambio climático de los ecosistemas forestales nativos.
	12. Estudio de requerimientos hídricos de especies forestales nativas y exóticas	Conocer los requerimientos hídricos de especies forestales nativas y exóticas utilizadas en Chile.
	13. Implementación de sistemas de cosecha de agua lluvia para riego y bebida	Impulsar el uso de técnicas de cosecha y aprovechamiento de las aguas lluvias en la producción de hortalizas, frutales en huertas familiares y pequeños invernaderos, y como recursos para la obtención de agua para bebida humana y animal, en condiciones de extrema aridez.
Transparencia y acceso al mercado	14. Diseño e implementación de un programa de investigación sobre la huella del agua.	Incorporación de tecnologías que permitan la reducción del uso del recurso hídrico en los procesos productivos agropecuarios. Optimizar el uso de los recursos hídricos en la agricultura, especialmente de los productos exportables.
	15. Desarrollo de un sistema de información para la adaptación al cambio climático	Diseñar y desarrollar un sistema de información que integre los sistemas de información existentes y dé acceso a la información requerida para la adaptación al cambio climático en los distintos niveles de decisión que le competen al sector silvoagropecuario.
	16. Desarrollo de directrices a incorporar en las instancias de capacitación en cambio climático	Fomentar el aumento guiado de las capacidades de los distintos actores del sector silvoagropecuario, desde el ámbito público hasta los usuarios finales, para enfrentar eficientemente un proceso de adaptación a los nuevos contextos climáticos.

<p>Fomento a la investigación e innovación</p>	<p>17. Cambio en los calendarios de siembra para minimizar riesgos climáticos</p>	<p>Establecer nuevos calendarios de siembra acorde con las nuevas condiciones climáticas imperantes para las distintas especies y promover su adopción de parte de los agricultores.</p>
	<p>18. Fomentar el uso de sistemas de cultivo para la reducción del estrés térmico</p>	<p>Facilitar el uso de técnicas eficaces para la reducción del estrés térmico en situaciones donde las altas temperaturas amenacen los rendimientos o la calidad de la producción.</p>
	<p>19. Apoyo a la investigación y fomento a la innovación en gestión de recursos hídricos.</p>	<p>Mejorar la gestión y eficiencia en el uso de los recursos hídricos en el sector silvoagropecuario mediante investigación aplicada, con uso de herramientas analíticas y de información para la toma de decisiones.</p>
	<p>20. Desarrollar programas de mejoramiento genético para cultivos agrícolas vulnerables al cambio climático.</p>	<p>Mantener la sustentabilidad de los sistemas productivos de los pequeños y medianos agricultores, ofreciendo nuevas variedades y/o especies que usen en forma más eficiente el agua y se adapten a las nuevas condiciones ambientales asociadas al cambio climático.</p>
	<p>21. Desarrollar un programa de conservación genética ex situ de recursos forestales para la adaptación al cambio climático</p>	<p>Proponer metodologías de evaluación y selección de genotipos forestales que aseguren la conservación y mejoramiento de las especies ante escenarios climáticos.</p>

Fuente: Elaborado por el autor con información del PAN Silvoagropecuario.

8. CONCLUSIONES FINALES

- ✓ El cambio climático es un fenómeno mundial que ha quedado demostrado, por evidencias científicas, que se debe en gran parte a la acción del hombre y su contribución en el aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI).
- ✓ El aporte del IPCC a nivel mundial ha sido crucial para poder focalizar y sumar esfuerzos de los distintos países para combatir y mitigar los efectos del cambio climático.
- ✓ Los escenarios A2 (severo) y B2 (moderado), propuestos por el IPCC para el estudio de modelos climáticos que permitan proyectar el clima a futuro, establecen un aumento entre 2 a 4 °C en el escenario A2 hacia el 2050. Esta situación será más moderada en zonas costeras con influencia marítima, y más acentuadas en zona del interior y la precordillera.
- ✓ No existen evidencias claras que permitan correlacionar el cambio climático con la ocurrencia de heladas en la zona central. De hecho, el aumento global de la temperaturas debiera influir hacia una tendencia a la disminución de las mismas
- ✓ Dado la importancia fundamental del recurso hídrico para la agricultura y la vida humana en general, las sequías se han convertido en un fenómeno desastroso para la zona centro-norte del país. La desertificación en algunas zonas de la IV región es un proceso inminente que está impactando de manera irreversible a la agricultura local.
- ✓ Debido a la eventual disminución de las reservas de nieve en la cordillera, producto del aumento del nivel de la isoterma cero, resulta indispensable mejorar e incrementar la infraestructura de embalses y canales para un mayor aprovechamiento del recurso hídrico.
- ✓ Uno de los efectos positivos que tiene el cambio climático para la agricultura nacional, es el desplazamiento y ampliación de las zonas de cultivo hacia el sur del país, dando paso a la producción de especies hortofrutícolas en zonas donde tradicionalmente no pueden producir.
- ✓ El Plan de Adaptación Nacional al Cambio Climático (PAN) es un gran paso en la dirección correcta para la mitigación de los efectos y adaptación al cambio climático de los distintos sectores antes el nuevo escenario.
- ✓ La implementación de Planes de Adaptación Sectoriales resultan de vital importancia para un óptimo funcionamiento del PAN a nivel nacional. En esto sentido, el liderazgo asumido por el sector Silvoagropecuario con la promulgación de su plan sectorial, destaca por sobre los otros sectores productivos del país.

9. REFERENCIAS

- **Informe Cambio Climático, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación**, Octubre 2009. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Gerald C. Nelson, Mark W. Rosegrant, Jawoo Koo, Richard Robertson, Timothy Sulser, Tingju Zhu, Claudia Ringler, Siwa Msangi, Amanda Palazzo, Miroslav Batka, Marília Magalhaes, Rowena Valmonte-Santos, Mandy Ewing, y David Lee.
- **Plan de Adaptación al Cambio Climático de Sector Silvoagropecuario.**, Octubre 2013. Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**, Enero 2013. Centro del Cambio Global UC.
- **El Cambio Climático en el Sector Silvoagropecuario de Chile**, Febrero 2010. Autor: Aquiles Neuenschwander, FIA.
- **Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en la Agricultura de Riego en Chile Central**, Febrero 2012. Guillermo Donoso, Juan Pablo Montero, Francisco Meza, Sebastián Vicuña.
- **Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI**, Diciembre 2006. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- **Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change.** S. H. Schneider *et al.* (2007). Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report (AR4) of the IPCC.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#Um7QyyRQ3EU
- IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/spmssp-projections-of.html.
- USDA, Natural Resources Conservation Service. Global Desertification Vulnerability. <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/desert.html>.
- Cambio Climático, Calentamiento Global y Efecto Invernadero.
<http://cambioclimaticoglobal.com/>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
<http://www.ipcc.ch/index.htm#Um7SuiRQ3EU>