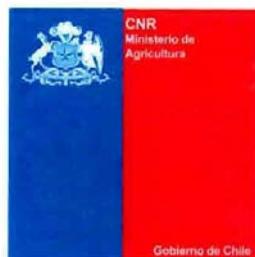


CNR-0431\_V1

**“ESTUDIO ANÁLISIS IMPACTO DE LA SEQUÍA  
EN SECTOR AGROPECUARIO EN CHIILE”**

**INFORME FINAL  
RESUMEN EJECUTIVO**

SANTIAGO, ABRIL DE 2014



# **“ESTUDIO ANÁLISIS IMPACTO DE LA SEQUÍA EN SECTOR AGROPECUARIO EN CHILE”**

**INFORME FINAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**SANTIAGO, ABRIL DE 2014**





Comisión Nacional de Riego

# “ESTUDIO ANÁLISIS IMPACTO DE LA SEQUÍA EN SECTOR AGROPECUARIO EN CHILE”

## INFORME FINAL

## RESUMEN EJECUTIVO

SANTIAGO, ABRIL DE 2014

Estudio Elaborado por:

**EMG Consultores S.A.**

Dir: Villavicencio 378 OF. 32 SANTIAGO  
Fonos: 02-2372 0525 e-mail: emg@emg.cl www.emg.cl

Sin lugar a dudas, el mundo se encuentra en una encrucijada, pues como nunca antes en la historia humana, desde la última glaciación, la civilización enfrenta un fenómeno de alteración climática que pone en riesgo la permanencia, en el largo plazo, de las diversas formas de organización económico-social existentes en la actualidad.

A nivel mundial, sucesivamente, desde la emisión del Primer Informe de Cambio Climático, el año 1990, hasta la reciente publicación, en Septiembre de 2013 del Quinto Informe de Evaluación (del Grupo de Trabajo I), la evidencia acumulada sobre las alteraciones climáticas, y sus consecuencias sobre el medio ambiente, resulta francamente irrefutable. La comunidad científica dispone de una certeza rara vez alcanzada en materias tan controversiales (IPCC, 2013).

La relevancia del fenómeno para nuestro país, está suficientemente acreditada en diversas publicaciones, tales como: “Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI”, “Gestión del Riesgo de Sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. Estudio Piloto sobre la Vulnerabilidad y la Gestión Local del Riesgo”, “El Cambio Climático en el Sector Silvoagropecuario de Chile”.

Es por ello que en estos últimos años, en Chile se han emprendido diversas acciones, desarrollado estudios, modificaciones legales, y de las estructuras institucionales y políticas, orientadas a mitigar y adaptarse a los efectos de las alteraciones climáticas, siendo las de mayor relevancia, las siguientes:

- i. Ratificación de la Convención sobre Cambio Climático (1994)
- ii. Creación del Comité Nacional Asesor Sobre Cambio Global (1996)
- iii. Desarrollo de los Lineamientos Estratégicos en Materia de Cambio Climático (1998)
- iv. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático (2000)
- v. Ratificación del Protocolo de Kyoto (2002)
- vi. Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio (2003)
- vii. Estrategia Nacional de Cambio Climático (2006)
- viii. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2008)

De acuerdo a la literatura, existen diversos tipos de sequía, a saber:

1. Sequía Meteorológica: *Ausencia prolongada o notable déficit de precipitación, con la consiguiente sequedad; existen diversos grados de sequía que, en orden de importancia decreciente suelen ser: absoluta, parcial e intervalo o período de sequía.*
2. Sequía Agronómica: *Déficit de humedad en el suelo para satisfacer las necesidades de crecimiento de un cultivo determinado en cualquiera de sus fases de crecimiento.*
3. Sequía Hidrológica: *Período de clima anormalmente seco, lo suficientemente prolongado para ocasionar una disminución apreciable en el caudal de los ríos, nivel de los lagos y/o un agotamiento de la humedad del suelo y un descenso de los niveles de agua subterránea por debajo de sus valores normales.*

Para efectos de clarificar los daños producidos por la sequía (se trate de sequía Meteorológica, Agronómica o Hidrológica), se presenta los impactos producidos por la restricción hídrica, clasificados según sean de tipo económico, social o ambiental, como se presenta en el siguiente Cuadro:

### *Impactos de la sequía*

<b>Económicos</b>	<b>Sociales</b>	<b>Ambientales</b>
Impactos en la productividad agrícola y forestal	Impactos en la higiene y salud personal y pública	Erosión de suelos
Impactos en la productividad ganadera	Incremento de tasas de desempleo	Incendios forestales
Impactos en la producción hidroenergética	Deterioro o pérdida de espacios para recreación	Degradación de la calidad del agua debido a concentración de contaminantes
Impactos en los costos de tratamiento y provisión de agua potable	Incremento de los índices de morbilidad y mortalidad	Deterioro de la calidad visual del paisaje
Impactos en las actividades industriales y comercial		Efecto sobre la flora y fauna autóctona
		Proceso de desertificación
		Disminución de los caudales bajo los mínimos ecológicos

Fuente: Tomado de Desastres asociados al clima en la agricultura y medio rural en Chile. Aldunce P, González M., (2009).

Con el propósito de avanzar en el conocimiento de los efectos de las sequías, diversos centros académicos han avanzado líneas de investigación que se acoplan a las demandas por nuevos conocimientos en materias hídricas. Entre estos centros, cabe destacar al Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos, al Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente de la Universidad de Chile, al Centro de Gestión y Tecnología del Agua, al Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, al Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, y, finalmente, al Centro del Desierto de Atacama.

Como se ha mencionado, la variabilidad climática es un fenómeno mundialmente extendido, en ese contexto, se revisa la experiencia de España, Australia, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica, en su lucha contra la sequía, como también, se revisa algunos modelos *ad-hoc*, para determinar los impactos económicos de la sequía, entre los que cabe mencionar el Modelo Input-Output, el Modelo Equilibrio General Computable, el Modelo Econométrico, y el Modelo desarrollado por la FAO.

Evidentemente, en Chile la sequía es un fenómeno que se presenta con cierta regularidad, en virtud de los cual diversas instituciones públicas concurren en la institucionalidad con la que se ha dotado nuestro país para dar cuenta de los eventos de restricción hídrica. Existen instituciones e instancias comprometidas, con claras responsabilidades y roles, los que para su accionar están dotados de los respaldos legales pertinentes y disponen de instrumentos para concurrir en apoyo de quienes son perjudicados por este fenómeno.

Cabe señalar que el ordenamiento jurídico de Chile contempla distintos mecanismos que establecen flexibilidades para dar respuesta a momentos de crisis a objeto de mantener y resguardar el orden público y el funcionamiento normal del país. Estos se agrupan en las siguientes categorías:

- i) Condiciones y mecanismos especiales considerados en la Constitución Política de la República y en la Ley de Sismos y Catástrofes.
- ii) Condiciones y mecanismos especiales considerados en leyes orgánicas de instituciones no ministeriales.
- iii) Condiciones y mecanismos especiales considerados en leyes orgánicas de instituciones del sector público agropecuario.
- iv) Condiciones y mecanismos especiales considerados en otras leyes.
- v) Condiciones y mecanismos especiales considerados en la Ley de Presupuesto.

Adicionalmente, existe un conjunto de instrumentos jurídicos para declarar, en Chile, algún estado de excepción, debido a restricciones hídricas.

En el sector agropecuario, las Leyes de INDAP, SAG/SIRSD y la Ley 18.450 son parte de los instrumentos más empleados para apoyar a los agricultores y organizaciones productivas afectadas por sequías

El Estado dispone, además, de las Leyes Orgánicas del Ministerio del Interior: de la ONEMI y del GORE, para poder materializar en forma expedita soluciones de alta necesidad, como por ejemplo compra, de agua potable y su transporte, compra de estanques para acumular agua a nivel doméstico, actividades de alta relevancia para prevenir la ocurrencia de emergencias sanitarias.

Las actividades de apoyo deben respaldarse en estados de excepción, que para situaciones de sequía, son las que declara el Ministerio de Obras Públicas, de Escasez Hídrica y Emergencia de APR; el Ministerio de Agricultura, de Emergencia Agrícola; y el Ministerio de Interior, de Catástrofe.

En el siguiente *Cuadro* se presenta los instrumentos principales que el Estado puede emplear para transferir hacia las personas y organizaciones productivas afectadas por sequías.

**Principales mecanismos de apoyo al sector agrícola bajo medidas de excepción**

Condiciones y mecanismos especiales considerados en la Constitución Política de la República y en la Ley de Sismos y Catástrofes	Condiciones y mecanismos especiales considerados en Leyes Orgánicas de instituciones no ministeriales	Condiciones y mecanismos especiales considerados en Leyes Orgánicas de instituciones del sector público agropecuario habiéndose decretado Emergencia Agrícola	Condiciones y mecanismos especiales considerados en otras leyes	Condiciones y mecanismos especiales considerados en la Ley de Presupuesto 2012
<p>1. Estados de excepción</p> <p>a. Estado de asamblea</p> <p>b. Estado de sitio</p> <p>c. Estado de emergencia</p> <p>d. Estado de Catástrofe</p> <p>2. Ley Sismos y Catástrofes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarar zonas catástrofe, señalando comunas afectadas por D.S. del PdeR. Art.1.</li> <li>• Dictar normas de excepción al Estatuto administrativo, y leyes orgánicas de servicios públicos, autónomos y semifiscales por D.S del PdeR. Art.3</li> <li>• Instituciones públicas otorgan préstamos o asistencia técnica a damnificados sin sujeción a normas legales por D.S del PdeR. Art.15</li> </ul>	<p>1. Ley Orgánica Ministerio del Interior y Seguridad Pública</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Min Interior a cargo de funciones relativas a la atención de situaciones especiales y de emergencia.</li> <li>• Funciones más específicas en casos de emergencias son efectuadas por Oficina Nacional de Emergencias del Min Interior, Gobiernos Regionales y Municipalidades.</li> </ul> <p>1. Ley orgánica ONEMI</p> <p>a. Situación de Emergencia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faculta a Director de la Onemi a disponer, mediante resolución fundada, y por el tiempo necesario la adopción de algunas medidas.</li> </ul> <p>b. Estado preventivo de catástrofe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica en casos en que informes técnicos determinen zona del país amenazada con riesgo inminente por alguna catástrofe natural o causada por el hombre. Declaración por D.S del PdeR.</li> </ul> <p>2. Ley orgánica sobre GORE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intendente y Gobernador Provincial adoptan todas las medidas necesarias para prevenir y enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe.</li> <li>• Gobierno Regional desarrolla programas de prevención y protección.</li> </ul> <p>a. Recursos de Emergencia en el FNDR</p> <p>3. Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades</p>	<p>1. Ley orgánica INDAP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorgar subsidios para atender situaciones de emergencia en el sector rural. Art. 3. Nº5</li> <li>• Director Nacional tendrá funciones y atribuciones otorgando facilidades crediticias.</li> </ul> <p>2. Ley SIRSD</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excepcionalmente, en casos de emergencia agrícola o catástrofe declaradas, este servicio podrá otorgar incentivos pertinentes directamente, a quienes tengan la calidad de pequeños productores agrícolas.</li> </ul> <p>3. Ley SAG</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Director Nacional tiene atribución de disponer del pago de indemnizaciones a propietarios de bienes o productos sanos que haya sido necesario sacrificar como también por restricciones de predios rústicos, previa autorización de los Ministerios de Agricultura y Hacienda. Art. 7. Letra J.</li> </ul> <p>4. Ley 18450</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNR llamará separadamente a concursos definidos en atención a circunstancias calificadas.</li> </ul>	<p>1. Ley Contratos y Prestación Servicios</p> <p>a. Emergencia, urgencia o imprevisto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoriza trato directo con proveedores en caso de emergencia, urgencia o imprevisto, calificados mediante la resolución fundada del jefe superior de la entidad contratante.</li> </ul>	<p>1. Subsecretaría de Agricultura</p> <p>a. Emergencias Agrícolas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para financiar gastos no previstos causados por fenómenos climáticos y/o catástrofes naturales y/o situaciones de emergencia que afecten a productores agrícolas y habitantes rurales, definidos por resolución fundada del Ministerio de Agricultura. Glosa 06</li> </ul> <p>2. INDAP</p> <p>a. Emergencias</p> <p>Gastos asociados a esta asignación podrán extenderse hasta Octubre. Glosa 10</p> <p>b. Considerar hasta 4% del gasto total, identificado en cada decreto presupuestario</p> <p>3. SAG</p> <p>a. Emergencias Sanitarias</p> <p>4. Subsecretaría Interior</p> <p>a. Situaciones de Emergencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencias corrientes a otras identidades públicas. Glosa 5</li> <li>• Transferencia de capital a otras entidades públicas. Glosa 5</li> </ul> <p>5. SUBDERE</p> <p>a. Provisión del FNDR. Glosa 11</p> <p>b. Programa de mejoramiento urbano y equipamiento comunal. Glosa 6</p> <p>6. ONEMI</p> <p>a. Transferencias corrientes al sector privado. Glosa 5</p>

Fuente: Elaboración propia en base a Estudio General de Condiciones de Excepción y Emergencia, UNEA 2012.

En este contexto, a través de estos años, se han desarrollado programas y proyectos orientados a domiciliar el fenómeno de la restricción hídrica, muchos de los cuales, por la actual coyuntura, se despliegan en el territorio de la Provincia de Petorca, particularmente afectada estos últimos tiempos. Cabe mencionar, al respecto, los siguientes:

- Programa Gestión Hídrica Petorca
- Programas de Apoyo para la Sustentabilidad de la Pequeña Agricultura
- Mesa Regional del Agua Ampliada
- Bono Plan Sequía

Para efectos de la descripción de la cuenca del río Ligua, se ha considerado los siguientes aspectos:

1. *Sistema Físico Natural:* Localización y Características Morfológicas, Hidrogeología, Suelos, Infraestructura de Riego y Clima.
2. *Sistemas Humanos:* Asentamientos Humanos, Actividades Económicas, Usos del Suelo, Uso Agrícola, Uso Forestal, Uso Urbano.
3. *Caracterización socio-económica:* Población, número de empresas por actividad, número de trabajadores por rama de actividad y, finalmente, superficie de las explotaciones.

La información agro productiva se presenta desagregada en productores tipo INDAP y Otros Productores.

Para la medición del impacto de la sequía en el sector agropecuario, se consideró un año base como estructura productiva inicial, dada por el Censo del año 2007, considerando el uso de suelo de distintas actividades, para enseguida, evaluar dos factores que evidencian el impacto del déficit hídrico sobre el sector agropecuario:

- Variación en rendimientos, para lo cual se utiliza un Modelo Agronómico.
- Variación de superficie asociada a la escasez de agua, para lo cual se considera el catastro Frutícola ODEPA/CIREN 2011 como base, y el análisis de información geo-referenciada realizada en marzo de 2014 por el equipo consultor, como situación actual.

A partir de estas mediciones, se valorización el impacto, utilizando para este fin las series de precios de mercados mayoristas publicadas por ODEPA y las estadísticas de precios FOB de productos de exportación, publicadas por el Banco Central.

En relación al modelo agronómico usado en esta investigación, la metodología definida permite, en cualquier lugar del país donde exista actividad agropecuaria y sequías, determinar las pérdidas de rendimiento de un conjunto de cultivos. Dado que en el país existe una gran diversidad de condiciones productivas y climáticas, el método cuantitativo propuesto es de fácil implementación y considera como unidad de estudio la comuna, o las comunas existentes en una cuenca hidrográfica.

Este método se basa en la teoría de Monteith (1996), en la teoría y modelo de Doorenbos y Kassam (1979), en los modelos de simulación EPIC (Sharpley and Williams, 1990) y CERES-Maize (Cazanga, 1997), y en los trabajos de Cazanga (2010) y Cazanga (2006).

Se ha elegido como unidad de estudio la comuna, ya que en Chile, las cifras de superficie cultivada por especie, normalmente se encuentran a nivel comunal. Además, la toma de decisiones administrativas comúnmente se hace a nivel comunal. Por ejemplo, la declaración de sequía. No obstante, la información climática disponible en el país no necesariamente está asociada estrictamente a una comuna, lo que puede implicar una dificultad a la hora de calcular los efectos del déficit hídrico sobre los cultivos a nivel comunal. En el caso que no existan suficientes estaciones meteorológicas en una comuna, se puede utilizar estudios climáticos existentes y/o métodos que permiten estimar las condiciones climáticas para cada comuna. Estos métodos usan como información de entrada, registros observados en estaciones meteorológicas y parámetros orográficos del territorio, integrando todo a través de un modelo de simulación climático.

El método planteado tiene una estructura modular, por lo cual sus diferentes componentes pueden ser tratados en forma separada, facilitando así su desarrollo y mejoramiento metodológico individual. Finalmente, es necesario recalcar que este método es de fácil implementación, más aún cuando es posible entregar en forma tabulada por comuna, los parámetros de más difícil cálculo, tales como los rendimientos potenciales y las pérdidas de rendimiento.

Es verdad que conocer, con exactitud, cuál es el efecto de una sequía en la producción agropecuaria, requiere medir el balance hídrico (mediciones de precipitación, caudales superficiales y subterráneos) y la producción en cada una de las explotaciones existentes en una región, o zona geográfica, lo cual, en una extensión relativamente grande, puede ser extraordinariamente oneroso en recursos (dinero, profesionales, tiempo, etc.), haciéndolo inviable. Además, dada la complejidad de la información que se requiere obtener (por ejemplo, potencial hídrico del suelo, producción por planta, etc.), existe una alta probabilidad que los datos obtenidos a través de la región no tengan la calidad mínima en cuanto a verosimilitud y exactitud que aseguren un cálculo adecuado.

Asimismo, considerando la hipótesis de Doorenbos y Kassam (1979): *“Un período de sequía implicará una disminución del suministro de agua a los cultivos, ya sea como lluvia o en forma de riego, lo cual disminuirá su rendimiento”*, el efecto de una sequía (meteorológica y/o hidrológica) sobre la producción agropecuaria, puede estimarse sin medir necesariamente el balance hídrico y la producción en cada cultivo o plantación existente en la región considerada, sino solo estimando el déficit de aplicación de agua para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

Adicionalmente, para respaldar aun más este enfoque, podemos agregar que esta hipótesis está ampliamente demostrada en la fisiología vegetal (Devlin, R. 1970), principalmente, a través del proceso de fotosíntesis, el cual se ve restringido o imposibilitado al cerrarse los estomas y disminuir el intercambio gaseoso, a causa de la falta de turgidez de la célula por deshidratación. Tal deshidratación ocurre por la falta de agua en la planta. Dicha disminución de la fotosíntesis, implica una disminución de la producción de biomasa y del rendimiento. En consecuencia con lo anterior, conociendo solamente el **déficit de aplicación de agua en porcentaje** (información

factible de ser aportada por los organismos del agro competentes -como INDAP-, los propios agricultores, o las asociaciones de regantes), así como las especies, su superficie cultivada y sus rendimientos potenciales alcanzables en la región, puede cuantificarse, de manera razonable, el impacto de un déficit de aplicación de agua.

Luego, el efecto del suministro de agua, racionado, sobre el rendimiento de un cultivo (cereales, hortalizas, frutales o praderas) es posible cuantificarlo a través de la relación propuesta por Doorenbos y Kassan (1979). En ésta, un déficit en el rendimiento relativo de un cultivo ( $1-Rr/Rp$ ) es función del déficit de evapotranspiración relativa ( $1-ETr/ETmax$ ) y de un factor de sensibilidad a dicho déficit hídrico, que se representa en la siguiente ecuación:

$$1-Rr/Rp = Ky * (1-ETr/ETmax) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

Rr: rendimiento real (kg/ha)  
Rp: rendimiento potencial (kg/ha)  
Ky: factor de sensibilidad al déficit hídrico (adimensional)  
ETr: evapotranspiración real del cultivo (mm)  
ETmax: evapotranspiración máxima del cultivo (mm)

En esta relación, cuando la evapotranspiración real es igual a la evapotranspiración máxima, no existe déficit de evapotranspiración relativa, es decir, está satisfecha la demanda hídrica del cultivo, y por lo tanto no existe déficit de rendimiento. Cuando esta condición se cumple, Rr es igual a Rp. Visto de otro modo, cuando la lluvia o el riego aplicado al cultivo satisfacen la ETmax del cultivo, la ETr es igual a ETmax, lo cual implica que el cultivo se desarrolla sin restricción hídrica.

A su vez, es necesario decir que esta ecuación lineal (Ecuación 1) representa adecuadamente el fenómeno hasta ciertos valores de déficit de evapotranspiración, más allá de los cuales, la respuesta ya no es lineal, y se asume que el cultivo no alcanza una producción económicamente viable.

De acuerdo a lo anterior, la existencia de un período de restricción hídrica (sequía meteorológica y/o hidrológica), será considerada como un período donde ni la lluvia ni el riego son o fueron suficientes para satisfacer la demanda de agua del cultivo. Esto implica suponer que los agricultores siempre querrán regar para satisfacer plenamente la demanda hídrica, es decir para que ETr sea igual a ETmax, y por lo tanto el cultivo alcance el rendimiento potencial.

De esta manera, la evaluación del efecto de un período de sequía sobre la producción agrícola de una zona geográfica, se hará suponiendo que ésta implica un déficit de evapotranspiración relativa ( $1-ETr/ETmax$ ), lo cual se traduce en un déficit de rendimiento ( $1-Rr/Rp$ ), proporcional a un factor Ky.

Por otra parte, el rendimiento potencial del cultivo para una zona geográfica dada, puede ser estimado mediante un modelo ecofisiológico, o puede ser determinado mediante observaciones en explotaciones agrícolas donde se utilice un alto nivel tecnológico. En este caso los

rendimientos potenciales fueron estimados basándose en Monteith (1996) y Cazanga *et al* (2010), utilizando la siguiente ecuación:

$$Rp = RS * Ef * Int * FT^{\circ} * IC * FH \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- Rp: rendimiento potencial (kg/ha)
- RS: radiación solar (MJ/m<sup>2</sup> día)
- Ef: eficiencia de uso de la radiación solar (kg ms / ha día // MJ/m<sup>2</sup> día)
- INT: función de intercepción de la radiación solar (adimensional)
- FT<sup>o</sup>: función de restricción térmica (adimensional)
- IC: índice de cosecha (kg producto económico ms/kg biomasa aérea total ms)
- FH: función de restricción hídrica (Ecuación 1).

El rendimiento potencial se obtiene bajo condiciones óptimas de: preparación de suelo, riego, fertilización, control de plagas (malezas, insectos y enfermedades), y además, con material vegetal sano (semillas o plantas) y variedades altamente productivas.

Los parámetros de las funciones INT y FT<sup>o</sup>, así como los valores de IC y Ef, fueron tomados y o estimados a partir de Williams (1996), Cazanga (1997), Cazanga (2010), SWAT (2012), Whiley *et al* (2007), FAO (2012).

Los parámetros climáticos RS y temperatura media (utilizada en FT<sup>o</sup>), como se especificara anteriormente, fueron obtenidos para cada comuna del estudio climático regional realizado por Cazanga (2006).

Haciendo uso de la metodología explicitada, se obtiene un conjunto de resultados que permiten dimensionar el efecto que la sequía causó en los ingresos de los productores primarios que participan en actividades económicas sea en el mercado interno mayorista, o en el mercado de exportación.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos para la cuantificación de las pérdidas. De acuerdo a los antecedentes, la pérdida total se estima en \$85.567 millones, equivalentes a US\$171 millones (con un tipo de cambio de \$500).

En el siguiente *Cuadro*, se muestra la pérdida para cada una de las comunas relevantes de la zona geográfica del estudio.

***Pérdida Total por Comuna (Millones de \$ de 2013)***

<b>Comuna</b>	<b>Pérdida</b>	<b>%</b>
<b>Cabildo</b>	45.220	52,8
<b>Petorca</b>	27.625	32,3
<b>La Ligua</b>	12.722	14,9
<b>Total</b>	<b>85.567</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se advierte que la comuna que experimenta la mayor pérdida es la de Cabildo, que representa casi el 53% de la pérdida total. Petorca representa alrededor de un tercio y La Ligua, un 15% del Total. Debe recordarse que el déficit hídrico es distinto en cada comuna analizada.

Los resultados también se han organizado por especie, para identificar los rubros más afectados por la escasez de recursos hídricos, tal como se presenta en el siguiente *Cuadro*, donde se constata que las Paltas, son el cultivo que soporta, en las tres comunas consideradas y en razón de su alta superficie, la mayor proporción de las pérdidas. Le sigue en importancia el cultivo de Cítricos (limones y naranjas):

***Pérdida por Especie (\$ y US\$)***

Especie	Comuna	Pérdida Comunal	Total Provincia		
			en \$MM de 2013	en US\$MM de 2013	% del Total
Palta	Cabildo	35.542	66.102	132	77,3
	Petorca	20.899			
	La Ligua	9.661			
Naranja	Cabildo	2.911	8.029	16	9,4
	Petorca	4.556			
	La Ligua	562			
Limón	Cabildo	5.071	9.327	19	10,9
	Petorca	2.115			
	La Ligua	2.141			
Olivas	Cabildo	22	247	0	0,3
	Petorca	17			
	La Ligua	208			
Almendras	Cabildo	1.673	1.861	4	2,2
	Petorca	38			
	La Ligua	150			
Total	Cabildo	45.220	85.567	171	100,0
	Petorca	27.625			
	La Ligua	12.722			

Fuente: Elaboración propia.

Este *Cuadro* permite conocer la estimación de pérdidas ocurridas en 2013, con motivo del déficit hídrico experimentado, para cada especie, desagregado por comuna. Como se ha manifestado, el 77% del impacto se registra para los productores de paltos, por un monto del orden de US\$132 millones. Los cítricos son las especies que explican otro 20% del impacto.

Otro resultado de interés es distinguir entre los efectos generados para los productores usuarios de INDAP y el efecto para los Otros Productores, esto es, agricultores medianos y grandes. Un 14% del efecto total afecta a los agricultores que son del tipo Usuario de INDAP, mientras que el 86% restante es un impacto negativo recibido por otros actores económicos.

***Pérdida por Tipo de Productor (Millones de \$ de 2013)***

<b>Especie</b>	<b>Usuario INDAP</b>	<b>Otros Productores</b>
Palta	11.124	54.978
Naranja	13	8.017
Limón	807	8.521
Almendras	0	1.861
Olivas	31	216
<b>Subtotal</b>	<b>11.974</b>	<b>73.592</b>
<b>TOTAL</b>	<b>85.567</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la estimación del gasto público destinado a prevenir, mitigar y compensar los impactos de la sequía, se consideró aquellos Servicios del Sector Público que realizaron gastos de recursos para enfrentar sequías entre 2008 y 2013 (INDAP, DOH, SAG, CNR y Gobernación).

El gasto público total registrado en el período 2008- 2013, en pesos del año 2013, alcanzó los \$18.539 millones. Las instituciones más destacadas en la ejecución de programas de emergencia son la DOH, con un 76% del gasto principalmente en proyectos de APR (\$11.794 millones) y de riego (\$2.333 millones).

En importancia relativa, sigue la Gobernación con una cifra estimada de \$2.060 millones; luego se ubica INDAP, aportando \$1.879 millones en distintos programas de emergencia.

Finalmente, se presenta un conjunto de recomendaciones -a partir de la revisión bibliográfica, nacional y extranjera, como también, de las entrevistas a productores y profesionales del sector público-, para la elaboración de un Plan de Acción orientado a abordar de manera integral y coordinada, los fenómenos e impactos derivados de las restricciones hídricas que afectan al sector silvoagropecuario.

Estas propuestas enfatizan aquellas acciones que deberían ser tomadas por la autoridad, complementarias al conjunto de programas y proyectos ya en ejecución por distintas instituciones, los cuales fueron analizados en esta investigación, las cuales se clasifican en: medidas de emergencia, medidas tácticas, medidas estratégicas y medidas transversales, desagregadas en corto, mediano y largo plazo, y según su orientación por estrato de productor (Tipo INDAP y Otros Productores), siendo las principales:

- i) Incorporar criterios objetivos para permitir que parte de las decisiones de declaraciones de Emergencia Agrícola sean tomadas a nivel regional, sin necesariamente, venir a Santiago para ser resueltas por la autoridad central.
- ii) Incorporar lineamientos respecto a establecer diferencias entre sequía, aridización y desertificación y las estrategias diferentes que se requieren para cada una de ellos.
- iii) Mejorar la información disponible en poder de la DGA, respecto a la propiedad de las aguas.

- iv) Promover la creación de Juntas de Vigilancia de Aguas.
- v) Incentivar la constitución de Comunidades de Agua Subterránea.
- vi) Mejorar la sensibilización de la ciudadanía con respecto a la sequía, así como su preparación para enfrentar esta eventualidad.
- vii) Mejorar la estructura institucional para abordar la sequía, realizando un giro en la concepción de crisis, orientándola hacia gestión del riesgo.
- viii) Establecer prioridades en el uso de agua.
- ix) Mejorar el sistema de información agropecuario.
- x) Apoyo de las agencias públicas, tanto en la regularización de derechos, como de tecnología, para el estrato de productores de menor tamaño.
- xi) Construcción de pequeñas obras de acumulación de agua de lluvia o de aguas superficiales propias (sobre todo cuando se tiene sistemas de turnos y no se puede ocupar toda, el día que dispone del agua).
- xii) Uso de técnicas de manejo del suelo que permitan aumentar la velocidad de infiltración del agua, disminución del escurrimiento superficial (sobre todo, en terrenos con fuerte pendiente) y aumento de la capacidad de retención de humedad.