

**Ministerio de Agricultura
Oficina de Estudios y Políticas Agrarias**

**ESTUDIO DE ADAPTACIÓN A LA RESTRICCIÓN DE RECURSOS
HÍDRICOS EN CHILE**



INFORME FINAL

Diciembre, 2017

“Estudio de Adaptación a la Restricción de Recursos Hídricos en Chile”

Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura,
Gobierno de Chile

Claudia Carbonell Picardo, Directora Nacional y representante legal de la Oficina de
Estudios y Políticas Agrarias

En la elaboración de esta publicación participaron:

Marcelo Villena, Ph.D. (Jefe de estudio), Oscar Melo, Ph D. (Asesor Experto), Antonio
Ansoleaga, Benjamín Campos, Jadille Concha, Rodrigo Delgado, Horacio López, Juan
Carlos Villena.

Equipo de contraparte técnica:

Patricio Riveros, Encargado Unidad de Evaluación de Programas y de la Productividad,
ODEPA.

Jaqueline Espinoza, Especialista Encargada de Cambio Climático, ODEPA.

Alfredo Apey, Jefe de Departamento de Análisis de Mercado y Política Sectorial, ODEPA.

El presente estudio es susceptible de ser reproducido total o parcialmente bajo la
condición de que sea citada su fuente. Se hace presente que, si bien la investigación en
este caso ha sido encargada por ODEPA, las conclusiones de que da cuenta no
necesariamente representan la opinión de esta última.

29 de diciembre del 2017

www.odepa.cl

Santiago de Chile

Resumen Ejecutivo

El presente estudio tuvo por objetivos medir el efecto en el producto agrícola, empleo y salarios de la sequía en las regiones afectadas por la misma (objetivo 1), y medir el impacto económico a nivel predial de las acciones de adaptación a la disminución de la disponibilidad hídrica en el sector frutícola y vitivinícola de la Región de Valparaíso (objetivo 2). El primer objetivo fue abordado utilizando información secundaria, mientras que para el segundo se llevó a cabo una encuesta a 378 fruticultores y vitivinicultores de la región de Valparaíso.

El levantamiento de información se realizó mediante búsqueda en fuentes primarias y secundarias.

- Para determinar cuáles eran las medidas adaptativas a la sequía por parte de los agricultores, se procedió a la aplicación de algunas entrevistas con expertos del sector. Esto con el fin de disponer en un primer momento, de antecedentes respecto a los tipos de medidas que se han adoptado en la región.
- Con la sistematización de los antecedentes recabados en las entrevistas, acotaciones de la contraparte y de la revisión de la literatura, se procedió a elaborar el instrumento de levantamiento de información para la encuesta.
- Paralelamente, de forma de validar que la muestra que se eligiese sea homogénea respecto al universo, se realizó un ejercicio extrayendo 30 muestras aleatorias, para comparar sus principales estadígrafos con las estadísticas del universo en ciertos parámetros, encontrándose que en todos los análisis las proporciones en las muestras se encontraron valores muy cercanos a los del universo, para todos los ámbitos estudiados.

Objetivo 1

Para abordar el impacto económico de la disponibilidad hídrica sobre el producto, el empleo y el salario agrícola en las diferentes regiones del país, se siguieron dos metodologías alternativas, de manera de contrastar los resultados obtenidos y su robustez.

- En primer lugar, siguiendo a Modrego y Ortega (2016), se estimaron económicamente ecuaciones estructurales basadas en una economía agrícola que utiliza sus recursos de forma de maximizar los beneficios económicos (López 1984).
- En segundo lugar, llevó a cabo un enfoque basado en una función de costos del tipo Translog.

En relación a los resultados obtenidos por medio de la función de producción Leontief Generalizada, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Producto agrícola regional: ante una reducción hídrica como la propuesta en el escenario moderado (11,64 puntos porcentuales), el Norte Chico responde en promedio con una caída del producto agrícola cercana al 16% (considerando los valores para el año 2015). Esto a diferencia de la Macrozona Centro y Sur que, ante una misma reducción del recurso hídrico, disminuirían su producto agrícola promedio en un 5% y un 12%, respectivamente.
- Empleo agrícola regional: ante una reducción hídrica como la propuesta en el escenario moderado (11,64 puntos porcentuales), la Macrozona Centro es la que menos reacciona, es

decir la que menos disminuye la demanda por trabajo (tanto calificado como no calificado). En términos porcentuales, reduce la demanda en 36% para el trabajo no calificado y en 30% para el trabajo agrícola calificado; mientras que en promedio el empleo de la Macrozona Sur responde a la disminución del recurso hídrico disminuyendo en un 41% y 45%, para el trabajo no calificado y calificado respectivamente.

- Salario agrícola regional: expuestos al mismo escenario de reducción del recurso hídrico anterior, tanto la Macrozona Centro como la Sur presentan reducciones del salario agrícola similares en promedio. Para ambas zonas el salario de los trabajadores calificados reacciona disminuyendo en 7%, mientras que el de los trabajadores no calificados disminuiría en un 15% aproximadamente, mostrando una mayor reacción asociada a la mayor elasticidad calculada en el modelo econométrico. Nuevamente, el Norte Chico presenta el impacto de mayor magnitud, respondiendo a la simulación con una reducción del salario agrícola no calificado de 26% y del salario calificado en 21%.

En relación a los resultados obtenidos por medio de la Función de costos del tipo Translog, los impactos en la estructura de costos de la industria agrícola, producto de una restricción hídrica, están muy en línea con los resultados econométricos del modelo de producción. En este sentido, si para el modelo de función de producción, se esperaba que una disminución de la disponibilidad hídrica tenga como principal impacto una disminución de la producción, para el modelo de función de costos, de manera análoga se esperaba que una baja en la disponibilidad hídrica produzca un aumento en los costos de la industria agrícola.

De esta forma, el análisis de costos que permite realizar este nuevo modelo económico de impacto hídrico basado en una forma funcional del tipo Translog, puede ser visto como complementario al análisis realizado en la sección anterior, que usa una estructura de producción del tipo Leontief Generalizada. En particular, la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica, representa una forma directa de ver el impacto monetario en los agricultores producto de una restricción hídrica, derivándose además de una manera robusta y también directa de un modelo dual de costos tradicional, muy utilizado en la literatura de la economía agraria.

Objetivo 2

Los resultados descriptivos de la encuesta entregan antecedentes principalmente sobre la percepción de la sequía por parte de los agricultores, las medidas de adaptación adoptadas determinadas previamente, la descripción y caracterización de dichas medidas y otros factores relacionados a la adopción de tales medidas.

En términos agregados, un 73% de los encuestados ha experimentado problemas con la disponibilidad de agua para el riego en su predio, equivalente a 276 agricultores. En términos absolutos, los productores de palta son quienes más perciben el problema de disponibilidad de agua para riego, con el 60% de quienes cultivan dicha especie declarando afirmativamente sobre dicho problema.

Sin embargo, los agricultores de la muestra provenientes de las provincias como Petorca y Quillota tienen menores niveles de percepción de problemas de disponibilidad hídrica (63,6% y 52,1%,

respectivamente), a diferencia de Los Andes en donde se registra un 93,8% de aceptación del problema por parte de los encuestados de dicha provincia.

Desde el punto de vista del tamaño del predio, los agricultores de predio de más de 100 hectáreas tienen la percepción más baja del problema de disponibilidad hídrica (57,1% respondió afirmativamente).

Las temporadas con problemas de disponibilidad de agua para riego, que fueron mencionadas con mayor frecuencia son las del 2013/2014, y 2014/2015, con un 18% del total de menciones cada una (177 y 179 menciones, respectivamente).

Como causa de la baja disponibilidad de agua de riego, la sequía es la mencionada por un 36% de los encuestados. El cambio climático y la falta de infraestructura de almacenamiento en la cuenca, es señalada por un 15% y 14% de los encuestados, respectivamente.

El principal efecto señalado por los encuestados que tuvieron problemas con la disponibilidad de agua para el riego, es la caída en la producción del predio, junto con la baja en la calidad de la producción, ambas con un 29% de las menciones, respectivamente.

En términos absolutos, los agricultores que cultivan la palta y uva de mesa son quienes mayormente adoptan las medidas, explicando el 32% y 21% de todos los agricultores de la muestra que adoptaron medidas de adaptación.

El 25% de quienes señalaron no adoptar medidas indicó que ellas no fueron necesarias, mientras que para un 42% lo constituye un problema de costos.

El riego tecnificado (goteo, aspersión, microaspersión o similar) registró un 21% de las menciones (161 en total) de todas las medidas utilizadas, mientras que el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques, etc.) se señala como un 16% de todas las medidas adoptadas, siendo la menos nombrada.

En cuanto a la utilidad de las medidas mencionadas, todas alcanzan porcentajes declarados de utilidad superiores al 87%, excepto el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques), la cual alcanza solo un 54% de utilidad. Si bien es esperable que la mayor parte de las menciones sea en los ámbitos de gestión del agua (53,4%) y tecnología de riego (30,7), se desprende la necesidad de informar y promover otro tipo de medidas para enfrentar las sequías.

El resultado también sugiere una cierta falta de anticipación al tomar las medidas, sólo un 26,7% de ellas fueron adoptadas antes de (no después ni durante) la ocurrencia de la sequía. Naturalmente, algunas de las medidas mencionadas por su naturaleza deben ser implementadas durante una sequía, pero muchas de ellas son de mayor plazo y requieren anticipación.

El 37% de los encuestados menciona razones de costo beneficio para la adopción de la medida, mientras que un 23% señala tanto que ya poseía información previa respecto a los resultados de las medidas que finalmente adoptó, como que eran fáciles de implementar, respectivamente.

El conocimiento propio fue la principal fuente de información, con un 60% de menciones, seguido de información emanada de alguna organización de agricultores u otro agricultor (23%).

El nivel de participación en asociaciones actualmente no es bajo (72%) y en general hay una buena evaluación de los resultados obtenidos (73% señala que lo ha beneficiado), sobre todo en agricultores con menos de 30 ha cultivadas.

Pese a la existencia de conocimiento a nivel internacional que permitiría desarrollar estrategias locales para enfrentar las sequías, se observa una baja capacidad de coordinación y de trabajo de largo plazo entre los organismos del estado, las asociaciones de agricultores, centros de investigación y extensión, y otros usuarios de las aguas. Esta falta de coordinación y comunicación parece ser el principal obstáculo para generar estrategias exitosas para mitigar los efectos y adaptarse a las sequías.

En resumen, las medidas que declaran haber utilizado son en general bien evaluadas, reconociendo ellos mismos que sí les han servido. Entre las medidas más comúnmente adoptadas están las medidas de gestión del agua que incluyen la mejora o construcción de pozos e infraestructura de acumulación, y la tecnificación y mejor gestión del riego.

Estas medidas pueden ser de alcance limitado, con efectos decrecientes en el tiempo y en algunos casos generar externalidades negativas al resto de los usuarios. Por lo que una mirada individual al problema es solo una estrategia de corto plazo y parcial.

Los resultados de la encuesta también señalan que se hace mención, aunque en menor medida, al uso de mecanismos de mercado para acceder al agua, cambio en prácticas productivas y una mayor participación en asociaciones.

Con los resultados de la encuesta se estimó un modelo probit con el fin de detectar qué variables aumentan la probabilidad de que se hayan tomado medidas para la menor disponibilidad de agua. En este sentido, las variables que aumentan la probabilidad de que se hayan tomado medidas para la adaptación a menor disponibilidad hídrica resultaron ser las siguientes: que el predio esté ubicado en la provincia de Petorca; la superficie de los predios sea más de 100 ha; el máximo nivel educacional alcanzado por el dueño o administrador es de nivel técnico o profesional; el hecho que el predio sea el principal; y que el cultivo principal sea nogal.

Finalmente, se llevó a cabo un ejercicio exploratorio de impacto de la adopción de medidas contra la disminución de disponibilidad hídrica sobre la producción agrícola. La principal conclusión es que habría un impacto asociado principalmente a las medidas pertenecientes al ítem "Innovación y adopción de Tecnologías". Sin embargo, para obtener resultados robustos, es necesario desarrollar una evaluación de impacto rigurosa, estableciendo la muestra de manera dirigida a encontrar grupos de control idóneos a cada subgrupo.

Índice de contenidos

1. Introducción.....	19
2. Objetivos generales y objetivos específicos.....	23
3. Metodología utilizada.....	24
4. Impacto económico de la disponibilidad hídrica sobre el producto, empleo y salarios agrícolas	27
4.1. Revisión de la Literatura.....	28
4.1.1. Enfoques para la Evaluación de los Impactos de las Sequías	29
4.2. Bases de datos utilizadas.....	32
4.3. Estadísticas descriptivas	34
4.4. Actualización y ampliación del modelo a nivel regional	37
4.4.1. Modelo Teórico	38
4.4.2. Estrategia Econométrica	39
4.4.3. Resultados	41
4.5. Aplicación de una función de costos Translog	70
4.5.1. Modelo Teórico	71
4.5.2. Estrategia Econométrica	73
4.5.3. Resultados Modelo Translog	76
5. Caracterización del sector frutícola y vitivinícola de la región de Valparaíso.....	81
5.1. Sector Frutícola de la Región de Valparaíso.....	81
5.1.1. Importancia de la Región de Valparaíso a nivel nacional	81

5.1.2.	Principales Cifras del Sector Frutícola de la Región de Valparaíso.....	82
5.2.	Sector Vitivinícola de la Región de Valparaíso	89
5.2.1.	Importancia de la Región de Valparaíso a nivel nacional	89
5.2.2.	Principales Cifras del Sector Vitivinícola de la Región de Valparaíso	90
6.	Resultados del levantamiento primario de información.....	93
6.1.	Percepción de altas temperatura y falta de disponibilidad de agua y medidas de Adaptación	94
6.2.	Modelo Probit	113
6.3.	Resultados de las Entrevistas	115
6.3.1.	Actores	115
6.3.2.	Coordinación	116
6.3.3.	Medidas.....	117
6.3.4.	Efectos	118
6.4.	Conclusiones del análisis de las medidas para enfrentar las sequías	119
6.5.	Ejercicio exploratorio de impacto	121
6.5.1.	Metodología	123
6.5.2.	Resultados	127
7.	Conclusiones.....	136
	Referencias Bibliográficas	141
	Anexo 1. Construcción de bases de datos	145
	Anexo 2. Estadística descriptiva complementaria	153

Anexo 3. Resultados de las simulaciones de muestreos	161
Anexo 4. Pauta de entrevistas.....	167
Anexo 5. Resúmenes de entrevistas realizadas.....	172
Anexo 6. Cuestionario Aplicado.....	180
Anexo 7. Elementos accesorios al cuestionario	188
Anexo 8. Otros resultados del ejercicio exploratorio de impacto	197
Anexo 9 – Aspectos metodológicos del levantamiento de información	200
Levantamiento primario.....	200
Levantamiento Secundario	217
Determinación, Descripción y Caracterización de las medidas de Adaptación	217
Anexo 10 - Descripción y caracterización de la muestra e identificación del entrevistado y del predio	225
Alcances sobre la descripción y caracterización de la muestra	225
Identificación del Entrevistado y del predio.....	229

Índice de gráficos

Gráfico 1. Índice de disponibilidad hídrica por región, según caudal promedio anual.....	36
Gráfico 2. Correlación simple entre PIB agropecuario-silvícola y variable proxy de disponibilidad hídrica.	37
Gráfico 3. Desviaciones estándar del índice de disponibilidad hídrica por región.....	58
Gráfico 4. Índice de disponibilidad hídrica por región, año 2015.....	58
Gráfico 5. Impactos promedio por Macrozona, escenarios moderado y extremo.	69
Gráfico 6. Comparación modelos econométricos de costos y producción.	80
Gráfico 7. Proporción de la superficie vinífera por región.....	89
Gráfico 8. Proporción de la superficie con vides blancas y tintas, por región.	90
Gráfico 9. Porcentaje de la superficie de vides viníferas por cepa, Región de Valparaíso	91
Gráfico 10. Eventos agroclimáticos u otros que han afectado la zona en los últimos cinco años	94
Gráfico 11. Temporadas agrícolas mencionadas con problemas de temperaturas máximas	95
Gráfico 12. Percepción de los efectos de las temperaturas máximas sobre la producción del predio.....	96
Gráfico 13. Clasificación de medidas adoptadas para abordar el problema de muy altas temperaturas máximas	97
Gráfico 14. ¿Ha tenido o tiene este predio problemas de disponibilidad de agua para el riego? (según especie)	100
Gráfico 15. Temporadas agrícolas mencionadas con problemas de disponibilidad de agua para riego.....	101

Gráfico 16. Mención de las causas de la baja disponibilidad de agua de riego	102
Gráfico 17. Mención de los efectos en el predio de la baja disponibilidad de agua de riego	103
Gráfico 18. Adopción de medidas adaptativas por especie.....	104
Gráfico 19. Razones de no adopción de medidas de adaptación	105
Gráfico 20. Principales medidas de adaptación mencionadas	106
Gráfico 21. Razones de la adopción de medidas de adaptación	110
Gráfico 22. Fuente de información para la adopción de medidas de adaptación.....	111
Gráfico 23. PIB agropecuario-silvícola regional, precios constantes 2008 (miles de millones de \$).....	153
Gráfico 24. Número de trabajadores no calificados sector agrícola por región, miles de trabajadores.....	154
Gráfico 25. Número de trabajadores calificados sector agrícola por región, miles de trabajadores.....	155
Gráfico 26. Consumo de capital fijo sector silvoagropecuario por región según, precios constantes 2008 (miles de millones de \$)	155
Gráfico 27. Superficie estimada de tierra agrícola por región, miles de Hectáreas.....	156
Gráfico 28. Índice de precios agrícola por región, precios constantes 2008.	157
Gráfico 29. Salario agrícola trabajadores no calificados, precios constantes 2008.	157
Gráfico 30. Salario agrícola trabajadores calificados, precios constantes 2008	158
Gráfico 31. Índice de precios de importaciones de bienes de capital, precios constantes 2008.....	159
Gráfico 32. Índice de precios de la tierra por región, (uf/hectárea).	160

Gráfico 33. Tiempo que es propietario o administra el predio.	230
Gráfico 34. Histograma edad encuestados.	231
Gráfico 35. Edad promedio del encuestado por tipo de especie.	232
Gráfico 36. Situación general del predio desde el punto de vista de los ingresos generados a los dueños	235
Gráfico 37. Forma de tenencia del predio	236
Gráfico 38. Pertenencia del encuestado a organización de agricultores por cultivo de especie.	237
Gráfico 39. Pertenencia a organización por cultivo de especie	238

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de variables, fuentes y años disponibles.....	32
Tabla 2. Estadística descriptiva datos utilizados estimación modelos objetivo 1 (11 Regiones, 2009-2015)	35
Tabla 3. Resultados de la estimación del Modelo 1 (Leontieff Generalizada).....	43
Tabla 4. Efectos directos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre producto agrícola y factores productivos (en %).....	46
Tabla 5. Elasticidades producto de cada factor por cada región.....	48
Tabla 6. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo no calificado (en %).....	49
Tabla 7. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo calificado (en %).....	49
Tabla 8. Efectos indirectos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre salario no calificado y calificado (en %)	51
Tabla 9. Resultados de la estimación del Modelo 1 (Leontieff Generalizada).....	52
Tabla 10. Efectos directos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre producto agrícola y factores productivos (en %).....	55
Tabla 11. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo no calificado (en %).....	56
Tabla 12. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo calificado (en %).....	56
Tabla 13. Efectos indirectos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre salario no calificado y calificado (en %)	57
Tabla 14. Simulación impacto sobre el PIB agrícola regional (miles de millones de \$ de 2008), escenario moderado.....	61

Tabla 15. Simulación impacto sobre el PIB agrícola regional (miles de millones de \$ de 2008), escenario extremo.....	61
Tabla 16. Simulación impacto sobre el trabajo no calificado regional (miles de personas), escenario moderado.....	62
Tabla 17. Simulación impacto sobre el trabajo no calificado regional (miles de personas), escenario extremo.....	62
Tabla 18. Simulación impacto sobre el trabajo calificado regional (miles de personas), escenario moderado.....	64
Tabla 19. Simulación impacto sobre el trabajo calificado regional (miles de personas), escenario extremo.....	64
Tabla 20. Simulación impacto sobre el salario no calificado regional (miles de \$ de 2008), escenario moderado.....	66
Tabla 21. Simulación impacto sobre el salario no calificado regional (miles de \$ de 2008), escenario extremo.....	66
Tabla 22. Simulación impacto sobre el salario calificado regional, escenario moderado...	67
Tabla 23. Simulación impacto sobre el salario calificado regional, escenario extremo.....	68
Tabla 24. Resultados del modelo Translog para analizar el impacto de la disponibilidad de agua a nivel regional en la actividad agrícola.....	77
Tabla 25. Tasas de cambio/Elasticidades encontradas.....	78
Tabla 26. Simulación del impacto en costos por región producto de una disminución moderada en la disponibilidad hídrica.....	79
Tabla 27. Proporción de la superficie frutícola por región, especies mayores y menores .	81
Tabla 28. Número de predios y Superficie frutícola por comuna, Región de Valparaíso...	82
Tabla 29. Superficie plantada por comuna de las principales especies frutícolas, Región de Valparaíso.....	85

Tabla 30. Superficie total por especie, edad de la plantación y destino de la producción, Región de Valparaíso.	87
Tabla 31. Tipos de riego y porcentaje de superficie frutícola, para las principales especies Región de Valparaíso.	88
Tabla 32. Principales comunas productoras de vides viníferas, por tipo de cepa, Región de Valparaíso.....	91
Tabla 33. Número de predios y superficie por tamaño de los predios.	92
Tabla 34. Superficie de vides viníferas por tipo de riego, por región.....	92
Tabla 35. Proporción de encuestados que respondió afirmativamente a la pregunta de problemas de disponibilidad hídrica en el predio, por tamaño del predio.....	99
Tabla 36. Utilidad de las medidas de adaptación mencionadas.....	107
Tabla 37. Clasificación de medidas mencionadas espontáneamente por los encuestados	108
Tabla 38. Proporción del total de medidas mencionadas espontáneamente y proporción adoptada antes de percibir el problema de disponibilidad hídrica, por grupo	109
Tabla 39. Menciones y decretos de escasez hídrica por temporada y provincia.	112
Tabla 40. Coincidencia entre menciones y decretos de escasez hídrica por temporada a nivel comunal, agregado regional.....	113
Tabla 41. Modelo Probit de adopción de medidas	114
Tabla 42. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Innovación y adopción de Tecnologías” (clúster 1).....	124
Tabla 43. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Prácticas culturales y de gestión” (clúster 2).....	124
Tabla 44. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Acogerse a Programas gubernamentales y asociatividad” (clúster 3)	125

Tabla 45. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas.....	127
Tabla 46. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, variables instrumentales	130
Tabla 47. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos lineales con efectos fijos.....	132
Tabla 48. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia con controles.....	134
Tabla 49. Otros modelos estimados para revisar los efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas.....	197
Tabla 50. Resultados estimación ecuación de participación	198
Tabla 51. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Utilizado riego por goteo, aspersión o microaspersión o similar (b)” y “Almacenado de agua dentro del predio (d)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia.....	198
Tabla 52. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Manejo de malezas (t)” y “Gestión de plagas (u)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia....	199
Tabla 53. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Pertenenencia a cooperativas (ad)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia.	199
Tabla 54. Listado de actores entrevistados.	203
Tabla 55. Reporte de arrendamientos del pretest.	204
Tabla 56. Zonificación de las comunas y provincias de la región.....	216
Tabla 57. Módulos de la encuesta.....	220
Tabla 58. Ejemplo de tabla resumen de caracterización de medidas.	223
Tabla 59. Especies cultivadas en la temporada 2015-2016 según cantidad de predios, superficie total y promedio.....	225

Tabla 60. Distribución del número de predios por rango de superficie por especie principal cultivada y tipo de figura del predio	227
Tabla 61. Edad promedio por clase de superficie.	232
Tabla 62. Edad promedio de agricultores y superficie promedio cultivada según nivel educacional y tipo de gestión en el predio.....	233
Tabla 63. Situación del predio desde el punto de vista de los ingresos generados a los dueños, según adopción de medidas de adaptación.	235
Tabla 64. Situación del predio según su tamaño.....	236
Tabla 65. Recibe asesoría por cultivo de especie y dentro del total	239
Tabla 66. Número de menciones de entidades que han apoyado a los agricultores	240
Tabla 67. Número de agricultores que utilizan sistema de riego por rango de superficie	241
Tabla 68. Superficie total (hectáreas) por tipo de riego y por especie	242
Tabla 69. Tipo de riego por rango de superficie (hectáreas).....	243

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del levantamiento de información.....	25
Figura 2. Distribución de los predios frutales, Región de Valparaíso.	84
Figura 3. Enfoque metodológico, objetivo específico 2.	222

1. Introducción

El desarrollo productivo de la fruticultura y vitivinicultura en la región de Valparaíso ha estado sometido en los últimos años a una reducción de los niveles de agua disponible para el riego, lo que debe estar vinculado fuertemente con las reducciones en los niveles de precipitaciones durante los últimos años. Esto ha conformado un panorama de gran restricción del recurso hídrico, el cual, además, compite en su utilización con otros sectores económicos.

De acuerdo al Gobierno Regional de Valparaíso¹, entre 2007 y 2014 se destruyeron más de seis mil hectáreas de frutales, perdiéndose más de 5.000 puestos de trabajo, 175 millones de dólares en inversiones y más de 100 millones de dólares anuales en exportaciones, afectando particularmente a la Provincia de Petorca.

La Región de Valparaíso presenta un clima templado mediterráneo, con una amplia variación en la distribución de precipitaciones y temperaturas. De esta forma, al norte del río Aconcagua se presenta la condición de semiaridez, con temperaturas media anuales de 15° C y precipitaciones del orden de 150 a 200 mm al año. En la región costera de la región se presenta el clima mediterráneo costero con un promedio anual de 14°, con una alta humedad relativa del orden del 75% y precipitaciones del orden de los 450 mm anuales. El clima templado de tipo mediterráneo cálido se desarrolla desde el valle del río Aconcagua hacia el sur, caracterizado principalmente tener mayor variación térmica mayor que en la costa, con una temperatura media anual es de 15,5° C y precipitaciones que aumentan con la altitud, variando desde unos 250 mm hasta 300 mm.

Los principales cursos de agua en la Región de Valparaíso son los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua, además de la desembocadura del río Maipo en el extremo sur de la región. Existen otras hoyas hidrográficas de menor relevancia que nacen en la Cordillera de la Costa y que son de alimentación pluvial.

¹ Lineamientos Estratégicos de Política Pública e Iniciativas para el Desarrollo y Sostenibilidad Hídrica de la V Región. Una propuesta de hoja de ruta, octubre 2017.

Estas limitantes climatológicas han condicionado el desarrollo de la agricultura en la región, la cual no puede depender solo de la pluviosidad. Es por ello que el desarrollo de infraestructura en riego ha sido un desafío constante, que ha llevado a diversificar las diferentes técnicas existentes en el rubro. La región de Valparaíso, de acuerdo a cifras del último Censo Agrícola (año 2007), poseía 86.157,25 hectáreas, de las cuales 36.017,19 hectáreas son de riego gravitacional (riego tendido o por inundación, riego por surco y otro tradicional), 2.826,7 hectáreas de riego mecánico mayor (aspersión tradicional y carrete o pivote), y 47.313,36 hectáreas son de microriego (goteo y cinta, y microaspersión y microjet). Cabe mencionar que, en relación a lo reportado por el censo agrícola de 1997, la superficie regada de microriego era de 15.521 hectáreas, por lo que un lapso de 10 años, la técnica incremento su participación en superficie cubierta en un 204%. Por su parte, en el 2007 la superficie de riego por medio de riego gravitacional disminuyó en un 28%, mientras que la superficie regada por el sistema mecánico mayor se contrajo en un 20%.

La restricción de disponibilidad del recurso hídrico seguramente ha llevado a los agricultores a implementar diferentes medidas de adaptación en sus procesos productivos, las cuales pueden responder manera directa o indirecta al cambio climático, baja en las precipitaciones u otras modificaciones climáticas. Una idea que será desarrollada dentro del próximo informe es verificar si la principal condicionante en la decisión de adaptarse es la baja en la rentabilidad de la producción, por lo que la adaptación estará en tomar la medida que le asegure maximizar su margen, independientemente de la situación climática.

El diagnóstico del Gobierno Regional (GORE) de Valparaíso es que existe una asimetría territorial en cuanto a los problemas generados por la escasez hídrica, lo cual repercute de manera significativa en las condiciones de vida y la actividad productiva de la región. Los territorios más afectados son las cuencas de los ríos Petorca y Ligua; el valle de Putaendo; sectores de la zona alta de la cuenca del río Aconcagua como Santa María y San Esteban; la zona costera de Quintero y Puchuncaví, hasta el límite norte de la Región; la zona baja del valle del Aconcagua, Limache y Olmué; el valle de Casablanca, el valle de Cuncumén y amplias zonas de la Provincia de San Antonio.

Debe considerarse que la escasez del recurso hídrico provoca un aumento en su precio relativo, y dado que la disponibilidad hídrica es un factor de producción clave para el trabajo agrícola, un aumento en su precio incide directamente en su productividad. Efectivamente,

al aumentar los costos de un factor productivo, las empresas pueden producir lo mismo a mayor costo, o pueden producir menos al mismo costo, o pueden tratar de sustituir este factor productivo por otro. En general, estas capacidades de adaptación dependen de la calidad técnica de las empresas y la disponibilidad de mercados de nuevas tecnologías, lo que en el caso del sector agrícola chileno son temas importantes.

A pesar de los problemas asociados a la sequía y restricciones hídricas, el GORE de Valparaíso señala que, en el ámbito productivo, la región tiene condiciones privilegiadas para la producción agroalimentaria, por lo que la seguridad hídrica de este sector, que representa el 63,4% del consumo actual de agua, es fundamental para el desarrollo regional. La región cuenta actualmente con 90 mil hectáreas cultivadas a las que se pueden agregar otras 118 mil hectáreas adicionales con potencial productivo agrícola, que pueden ser aprovechadas sí disponen de agua, ya que se encuentran principalmente en las zonas de mayor escasez hídrica.

El presente documento presenta, en primer término, se aborda el marco teórico y la metodología que permitió concretar el objetivo específico N°1 de la presente consultoría, siguiendo la metodología usada en el estudio “Análisis, balance hidrológico y evaluación del impacto de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso”, con lo que se determinó el impacto económico en el producto agrícola, empleo y salarios de la sequía en regiones afectadas por la misma.

Posteriormente, antes de presentar los resultados del levantamiento primario de información, se levantan los principales antecedentes de los sectores frutícolas y vitivinícolas de la región de Valparaíso, basados en los Catastros Frutícolas desarrollados por CIREN-ODEPA, y el Catastro Vitivinícola levantado por el SAG.

A continuación, se presentan los resultados del levantamiento primario, lo que persigue dar cuenta del objetivo específico N° 2 de la consultoría. Se presentan las principales cifras levantadas en la encuesta a agricultores, analizando con mayor profundidad todo lo relacionado a las medidas de mitigación empleadas por los agricultores respecto a la menor disponibilidad hídrica. Se abordan además en esta sección las entrevistas realizadas, y se incorpora un ejercicio exploratorio de impacto de las medidas, a partir de los datos recolectados en la encuesta.

La metodología de levantamiento de información requerida para llevar a cabo la asesoría, que incluye el estado y las condiciones del trabajo en terreno, específicamente del levantamiento de encuestas a fruticultores y vitivinicultores de la región, en términos de propender al cumplimiento del objetivo 2, así como otra información relevante, se presenta en Anexos.

2. Objetivos generales y objetivos específicos

Este estudio tiene como objetivo general “medir el efecto en el producto agrícola, empleo y salarios de la sequía en las regiones afectadas por la misma y medir el impacto económico a nivel predial de las acciones de adaptación a la disminución de la disponibilidad hídrica en el sector frutícola y vitivinícola de la Región de Valparaíso”.

Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

- i. Determinar el impacto económico en el producto agrícola, empleo y salarios de la sequía en regiones afectadas por la misma.

Para esto se sugiere seguir la metodología usada en el estudio “Análisis, balance hidrológico y evaluación del impacto de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso”.

- ii. Determinar y describir/caracterizar las medidas de adaptación, con énfasis en la innovación, gestión predial, mecanización, infraestructura u otras medidas, directas e indirectas, que adopten los agricultores frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos en el sector frutícola y vitivinícola de la Región de Valparaíso, tanto a nivel predial como regional. Para ello, se sugiere considerar las referencias enunciadas más adelante.

La metodología presentada deberá considerar un diseño de levantamiento de encuestas que permita replicar el ejercicio en las distintas regiones del país, que han presentado menor disponibilidad hídrica, y contar con una línea base para el posterior seguimiento.

3. Metodología utilizada

Esta sección da cuenta del diseño metodológico necesario para el levantamiento de la información requerida para cumplir con los objetivos del presente estudio. Se procede a describir tanto el proceso de definición y conformación de los grupos sobre los cuales se ha procedido a recolectar la información, como el proceso de elaboración de los instrumentos de recolección, el procedimiento para el trabajo en terreno, y los resultados de la aplicación.

El levantamiento de información se llevó a cabo tanto desde fuentes primarias como secundarias. Dicha información constituye el insumo básico para implementar las diferentes metodologías, las cuales permitirán dar cumplimiento a los productos solicitados en la presente consultoría.

El levantamiento primario consistió en la aplicación de dos técnicas de trabajo en terreno: entrevistas a expertos y la aplicación de una encuesta a productores frutícolas y vitivinícolas. Los grupos de agentes sobre los cuales se están recopilando los datos son los siguientes: el primer grupo corresponde a fruticultores y vitivinicultores de la V región, a quienes se les aplicó, de manera aleatoria, una encuesta presencial; el otro grupo corresponde a *stakeholders* del sector frutícola y vitivinícola, tales como representantes de sociedades agrícolas, académicos, profesionales de entidades estatales (INDAP, CNR), canalistas, etc., a quienes se les llevó a cabo entrevistas en profundidad, que complementaran los hallazgos que de manera paralela se registraron en el encuestado a los agricultores, y también a los registros de las entrevistas.

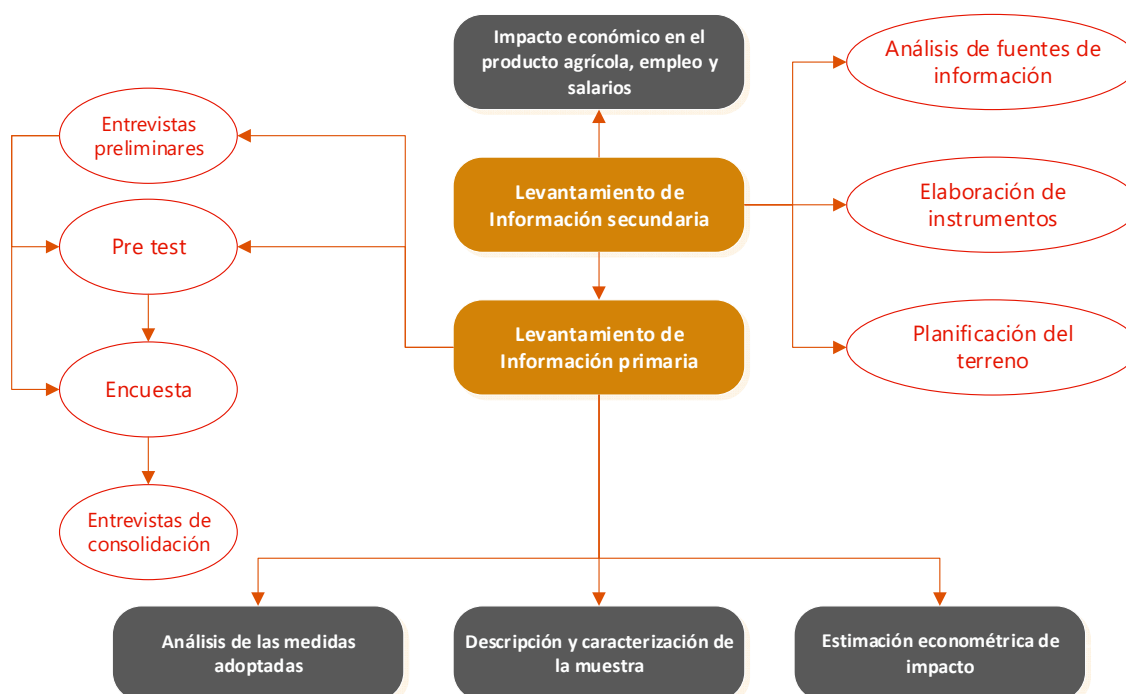
El levantamiento secundario, por su parte, correspondió a consolidar la información disponible, con el fin de estructurar y actualizar la base de datos que se utiliza para estimar el impacto económico de la sequía, así como en la elaboración del instrumento de levantamiento de información en terreno.

De esta manera, la presente sección se concentra en cómo se obtuvieron los datos, como se procesaron y sistematizaron, y finalmente como se reportó la información generada. En este sentido el manejo y tratamiento de los datos recolectados es fundamental para el posterior análisis que procederá a identificar, describir y caracterizar las medidas de adaptación que emprenden los agricultores frente a la menor disponibilidad de recursos

hídricos. Además, los datos obtenidos contribuirán como insumos que permitan estimar el impacto económico de la sequía.

La siguiente figura presenta un resumen respecto a la forma metodológica con que fue abordado el levantamiento de información, el cual es aplicable al estudio completo.

Figura 1. Esquema del levantamiento de información.



Fuente: Elaboración propia

En resumen, la información secundaria levantada fue fundamental en la elaboración los instrumentos de recolección de información, además de estructurar las bases de datos que permitieron, por un lado, obtener la muestra a encuestar, así como replicar la metodología de estimación de impacto en las variables relevantes. La revisión anterior permitió planificar las actividades de terreno (diseño y selección muestral, etc.) y así aplicar los instrumentos de levantamiento de manera presencial. Con ello se generó la información necesaria para la descripción y caracterización de las medidas adoptadas, el perfil de los agricultores, el impacto de las medidas, etc.

De manera paralela con la actividad de encuestado actualmente en ejecución, se procedió al contacto de nuevos *stakeholders* para ser entrevistados. Esto con la finalidad de integrar los hallazgos de la encuesta, y la revisión secundaria realizada, y obtener una visión de los

actores sobre su injerencia en la configuración de los procesos relativos a las medidas de mitigación de la sequía.

En anexo 9 se presentan en mayor detalle las técnicas de levantamiento de información que se utilizaron en el desarrollo del estudio.

4. Impacto económico de la disponibilidad hídrica sobre el producto, empleo y salarios agrícolas

La presente sección del informe se organiza en seis puntos principales. En el punto 4.1 se hace una revisión de la literatura sobre el tema de estudio, junto con una descripción de las técnicas empíricas utilizadas para las estimaciones realizadas. En el siguiente punto (4.2), se realiza una descripción detallada de las bases de datos utilizadas para el presente estudio, indicando fuentes y supuestos utilizados para la construcción de las variables utilizadas luego en los modelos de estimación. La sección 4.3 presenta la estadística descriptiva de las principales variables, desagregadas para las regiones que se han visto afectadas por la sequía en los últimos años. Las regiones para las cuales se presenta este análisis son: III Región de Atacama, IV Región de Coquimbo, V Región de Valparaíso, Región Metropolitana (XIII), VI Región de O'Higgins, VII Región del Maule, VIII Región del Bío-Bío y, finalmente, la IX Región de la Araucanía. En el siguiente punto (4.4), tal como se sugiere en los términos de referencia, se actualiza el modelo presentado en el estudio "Análisis, balance hidrológico y evaluación del impacto de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso" (estudio aún no publicado), realizado por CIREN con la colaboración de ODEPA, específicamente en su sección "Impacto económico de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso". Junto, con replicar el modelo con las bases de datos actualizadas, se proponen mejoras a incorporar en la estimación del modelo para su utilización en el cálculo de elasticidades para el resto de las regiones indicadas. Finalmente, este capítulo concluye con un análisis de los resultados obtenidos para cada región en distintos escenarios proyectados de disponibilidad hídrica. Es importante destacar que para mayor orden el análisis de los resultados se concentra en este capítulo.

En el punto 4.5 se presentan los resultados de impacto económico de una disminución del recurso hídrico sobre el producto agrícola, empleo y salarios en las regiones propuestas, según el modelo *Translog* estimado para el presente estudio. En esta misma sección se discuten los resultados obtenidos en relación al modelo estimado en el capítulo anterior.

4.1. Revisión de la Literatura

Esta sección realiza una breve revisión de la literatura científica más relevante para realizar una medición del impacto de una sequía en el valor agregado, el empleo y la masa salarial de una región de Chile. La revisión busca dar el contexto metodológico para la medición realizada en este estudio y considerando lo realizado en el estudio “Análisis, balance hidrológico y evaluación del impacto de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso”.

Lo primero que se discute en la literatura es cuál es el impacto que es posible medir. Por supuesto esto dependerá no solo de la disponibilidad de información sino también de la escala a la que se busque realizar esta medición. En este caso, se trabaja a nivel regional por lo que el análisis no permite estudiar los efectos en distintas áreas geográficas de una región, o segmentos de la agricultura: como tamaño de explotación, tipo de actividad, etc. Adicionalmente, la medición agregada no permite evaluar efectos intermedios, sino que ya incluye, por ejemplo, los esfuerzos individuales de los agricultores, las medidas comunitarias y públicas por mitigar los efectos de la sequía, así como también posibles transferencias entre sectores o regiones (Griffin, 1998). Efectivamente no es posible saber si los resultados observados en valor agregados, empleo y masa salarial son producto de importantes gastos en medidas de mitigación o no.

Otra dimensión relevante es la temporal, ya que dependiendo de la historia y duración de las sequías cabe esperar distintos efectos en la agricultura. El hecho que las sequías muchas veces aparezcan lentamente y duren mucho tiempo hace desafiante la medición de sus impactos. Si bien pueden existir criterios administrativos y convenciones para declarar la existencia de una sequía no existe un completo consenso respecto de la magnitud y el tiempo que debe tener una anomalía climática o hidrológica para constituir una sequía. Por otra parte, los efectos en agricultura derivados de la deficiencia hídrica pueden ser directos, afectando la producción y actividad agrícola, e indirectos afectando actividades y mercados relacionados. Por ejemplo, una sequía podría afectar producción de uva vinífera y tener un efecto indirecto en la producción de vino, el efecto directo sería capturado por un cambio en el valor agregado del sector agrícola pero el segundo por un cambio en el valor agregado en la industria manufacturera de alimentos. Adicionalmente, los efectos también pueden manifestarse en el corto plazo como en el largo plazo, por

ejemplo, reduciendo los rendimientos de un cultivo anual o reduciendo la superficie plantada de una especie fruta.

4.1.1. Enfoques para la Evaluación de los Impactos de las Sequías

La evaluación de impactos puede seguir distintas aproximaciones. La primera distinción importante es entre una evaluación ex post, es decir cuando ya ocurrieron los impactos y una evaluación ex ante, es decir anticipando posibles futuros impactos. Las evaluaciones ex ante generalmente son usadas para ver los posibles efectos de una sequía, sus costos, las medidas de mitigación, e informar de la eficiencia y efectividad de distintas acciones y políticas. Este tipo de evaluaciones generalmente se basan en simulaciones con modelos físicos, agrícolas o económicos. Un grupo de ellos utilizan modelos de optimización (Iglesias et al., 2003; Salami et al., 2009; Peck y Adams, 2010). Estos modelos se basan en axiomas de comportamiento económico, como la maximización de las rentas, para asignar recursos como agua, tierra y trabajo y predecir resultados esperados de las restricciones en disponibilidad hídrica que impone una sequía. Generalmente requieren datos empíricos para realizar una calibración de los parámetros utilizados. Por ejemplo, Iglesias et al. (2003) que desarrollan un modelo de programación matemática dinámico y recursivo para explotaciones agrícolas que asume movimiento imperfecto del capital y el trabajo y expectativas racionales sobre disponibilidad futura de agua, calibran los parámetros a partir de datos de 13 explotaciones representativas. Peck y Adams (2010) desarrollan un modelo de programación entera² estocástica con oferta incierta de agua y dinámica de cultivos multianual. Otros estudios como Lorite et al. (2007) simulan distintos escenarios de escasez asignando agua en base a un algoritmo de optimización.

Algunos de estos modelos también ponen énfasis en la modelación hidrológica por lo que se les llama modelos hidroeconómicos (Krol et al., 2006; Medellín-Azuara et al., 2008; Harou et al., 2006; Maneta et al., 2009). Estos modelos muchas veces conectan modelos físicos del funcionamiento de la red hidrológica con modelos económicos asociados a los usuarios del agua, como la agricultura. Algunas veces también incorporan modelos

² La programación entera se refiere a modelos de optimización con variables discretas.

biofísicos del uso del agua por parte de los cultivos. Harou et al. (2009) presentan una revisión del uso de estos modelos.

Una crítica común a este tipo de modelos es que no incorporan los efectos indirectos que se transmiten al resto de la economía y al comercio internacional. Para abordar estos problemas se usan modelos de equilibrio general que buscan representar todos los sectores de la economía incluyendo el sector externo (Gómez et al., 2004; Berrittella et al., 2007; Horridge et al. 2005; Goodman, 2000). Sin embargo, este tipo de modelos suelen ser muy agregados y no poder representar en detalle la situación de regiones específicas y condiciones particulares de los sectores. Adicionalmente, requieren de información de elasticidades para todos los sectores que muchas veces no están disponibles en forma actualizada.

Otra aproximación a la estimación de los impactos económicos de las sequías son el uso de modelos econométricos. Estos modelos pueden ser modelos reducidos a distintos niveles de agregación o modelos que estiman funciones económicas. En este primer grupo generalmente los modelos tratan de explicar la variación en la producción, las ventas o el valor agregado en función de indicadores climáticos o hidrológicos, y otros factores (Alcalá Agulló y Sancho Portero, 2002; Khan, 2017; Quiroga e Iglesias, 2009; Gil et al., 2011). Por ejemplo, Gil *et al.* estiman una ecuación donde la variable dependiente es el valor de la producción bajo riego, calculada como la suma para todos los cultivos por región de la superficie por el rendimiento y por el precio. Las variables independientes son el nivel de los embalses, el nivel de la napa freática, un índice de precio para cada región y una variable tendencia. Estiman una ecuación para cada una de 16 regiones con 13 observaciones anuales (usando Prais-Winsten). De estas ecuaciones obtiene una elasticidad entre el valor de la producción y el nivel de los embalses que luego usa para simular posibles futuros efectos de sequías usando Montecarlo. Salami et al. (2009), adicionalmente al modelo de programación matemática, usando modelo de corrección de errores estiman un sistema de ecuaciones para explicar la variación en el valor agregado de la agricultura y otras actividades, inversiones, comercio internacional y precios, con el objetivo de determinar el efecto indirecto de las sequías en el resto de la economía (ver también Masouri, 2004). Quiroga e Iglesias (2009) por otra parte en vez de hacer un análisis a nivel macroeconómico se centra en estimar los efectos específicos para algunos cultivos como cereales, cítricos, vid y olivos.

Otra forma de abordar el problema es estimar econométricamente ecuaciones estructurales basadas en el comportamiento económico. Esta es la línea que siguen Modrego y Ortega (2016) en su informe para estimar efectos en el valor agregado a nivel regional. Estos autores se basan en el modelo desarrollado por López y Galinato (2007) que deriva una expresión para el valor agregado per cápita (por trabajador) de la agricultura. El valor agregado es el resultado de maximizar una función de producción por el precio del producto menos el costo de los insumos. Esta función de producción depende de los factores de producción primarios como trabajo, tierra, capital, insumos intermedios y un índice de productividad endógeno y dependiente de políticas y precios. A este índice Modrego y Ortega lo llaman la productividad total de factores y los hacen dependiente de la disponibilidad hídrica. Luego siguiendo el enfoque de López (1984) plantean una función de ingresos netos cuyo conjunto de posibles combinaciones de productos e insumos es afectado por la disponibilidad hídrica. A partir de esta función de ingresos netos se obtiene la oferta del producto agrícola y las demandas no condicionada de factores que estiman a nivel regional para Chile. Finalmente, para ver los efectos de la disponibilidad hídrica sobre los salarios siguen lo propuesto por Anríquez y López (2007) que trabajan con una función de costos dual agregada que separa la mano de obra calificada y no calificada, obteniendo demandas condicionadas de factores, de donde se pueden derivar las elasticidades de demanda de los factores.

Adicionalmente, es posible desarrollar como alternativa al análisis de la función de producción Leontief Generalizada, un enfoque basado en una función de costos del tipo Translog. La función Translog ha sido ampliamente usada en la literatura económica aplicada en el análisis de estructuras de producción y costos para distintas industrias, ver Chambers (1988). La popularidad de las funciones Translog se deben principalmente a que permiten modelar de manera más flexible las estructuras productivas y de costos, ver Christensen *et al.*, 1973³ (por ejemplo se puede estimar la variación de las elasticidades a través del tiempo, lo que no puede hacerse si usamos una función Cobb-Douglas o CES).

³ En términos técnicos, la flexibilidad de la función Translog se debe a que se estima mediante una aproximación de series de Taylor de segundo orden en logaritmos de una función de costos arbitraria.

Sin embargo, la función de costos Translog requiere como contrapartida de más variables, en particular, tiene como argumentos el nivel de producción y los precios de los insumos.

Para el presente estudio, serán estos últimos dos enfoques (Leontief Generalizada y Translog) los que se utilizarán como alternativa para dar cuenta de los impactos solicitados. En las secciones respectivas se detallan las metodologías específicas y formas funcionales de los modelos a estimar.

4.2. Bases de datos utilizadas

Las bases de datos utilizadas para las estimaciones del presente estudio fueron obtenidas, por una parte, a partir la base de datos construida y utilizada por Modrego y Ortega (2016), y por otra parte replicando y construyendo las variables nuevamente para extender la serie de tiempo, remitiéndose a las fuentes citadas por los mismos autores. Así, se utilizaron datos del Banco Central, de la Encuesta Suplementaria de Ingresos, la CASEN 2009, además de múltiples datos de ODEPA, INE, etc. Es importante destacar que para las múltiples estimaciones realizadas se utilizaron tanto las variables construidas en el marco del presente estudio como las de la base de datos del autor citado, con el objetivo de revisar diferentes opciones de ajuste para el modelo. Más información respecto a los procedimientos que se siguieron en la construcción de la base de datos puede ser encontrada en el Anexo 1.

La tabla a continuación resume las variables utilizadas y sus fuentes.

Tabla 1. Resumen de variables, fuentes y años disponibles.

Variable	Variable medida para el modelo estadístico	Fuente	Disponibilidad (años y regiones)
Y	PIB agropecuario-silvícola regional a precios constantes año base 2008 (miles de millones de pesos)	Banco Central de Chile	2008-2015, 15 regiones
Lu	Trabajadores agrícolas no calificados en la región según la definición de Anríquez y López (2007) (miles de trabajadores)	Modrego y Ortega (2016) Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	2009-2016, 15 regiones
Ls	Trabajadores agrícolas calificados en la región según la definición de Anríquez y López (2007) (miles de trabajadores)	Modrego y Ortega (2016)	2009-2016, 15 regiones

Variable	Variable medida para el modelo estadístico	Fuente	Disponibilidad (años y regiones)
		Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	
K	Consumo regional estimado de capital fijo en el sector agropecuario-silvícola a precios constantes año base 2008 (miles de millones de pesos)	Banco Central de Chile y Otero (2014)	2008-2015, 15 regiones
T	Superficie estimada de tierra agrícola en la región, como la suma de los siguientes cultivos: (1) anuales; (2) hortalizas; (3) frutales; (4) viñas; (5) forrajeras; (6) semilleros; (7) viveros; y (8) plantaciones forestales (miles de hectáreas)	Modrego y Ortega (2016) en base a estadísticas agropecuarias de INE, ODEPA e INFOR	2008-2015, 9 regiones
Py	Índice de precios agrícolas reales regionales construido como promedio (ponderado por superficie regional cultivada) de precios reales de canasta compuesta por 41 productos agrícolas (base=2008)	Precios: ODEPA y Banco Central de Chile Superficies: INE y ODEPA	2007-2016, 15 regiones
Wu	Salario agrícola no calificado regional (miles de pesos reales de 2008)	Modrego y Ortega (2016) Encuesta Suplementaria de Ingreso (ESI) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	2009-2016, 15 regiones
Ws	Salario agrícola calificado regional (miles de pesos reales de 2008)	Modrego y Ortega (2016) Encuesta Suplementaria de Ingreso (ESI) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	2009-2016, 15 regiones
Wk	Índice de precios de importaciones anuales de bienes de capital (base año 2008)	Banco Central de Chile	2008-2016
Wt	Precio medio de la tierra agrícola regional (UF/ha.)	Modrego y Ortega (2016) 2008-2014 (correspondiente a DEA-UC) y 2015 elaboración propia en base a Revista del Campo de El Mercurio 2015. En Anexo 1 se profundiza sobre su construcción.	2008-2015, 9 regiones
h1	Índice de disponibilidad hídrica en la región aproximado por el caudal medio anual de ríos como porcentaje del	Modrego y Ortega (2016) en base a estadísticas del INE y la DGA	2008-2015, 9 regiones

Variable	Variable medida para el modelo estadístico	Fuente	Disponibilidad (años y regiones)
	caudal anual promedio del periodo 2002-2015		
Macrozona	Macrozonas agrícolas ⁴	ODEPA	2008-2015, 15 regiones
i.year	Variabes binarias de año		Ilimitado
educ_u	Escolaridad promedio de la mano de obra no calificada en la región (años)	Modrego y Ortega (2016) Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	2009-2016, 15 regiones
educ_s	Escolaridad promedio de la mano de obra calificada en la región (años)	Modrego y Ortega (2016) Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) 2010-2015 y CASEN 2009 CASEN 2011, 2013 y 2015.	2009-2016, 15 regiones
Denspob	Densidad poblacional de la región (habitantes/km ²)	Población: INE Superficie Regional: ODEPA	2002-2020, 15 regiones
pob12	Población regional en 2012 (miles de habitantes)	Censo Nacional de Población de 2012	2012, 15 regiones
pob05	Población regional en 2005 (miles de habitantes)	Publicación INE en base a Censo Nacional de Población 2002	2002, 15 regiones
Temp	Temperatura media anual de la región como porcentaje del promedio para el periodo 2009-2015 (para 30 estaciones)	Modrego y Ortega (2016) en base a Agromet de INIA, DGA y Dirección Meteorológica de Chile	2009-2015, 9 regiones

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estadísticas descriptivas

En la tabla siguiente se presentan las principales estadísticas descriptivas de la base de datos construida, descrita en el punto anterior. Para la estimación de los modelos econométricos se contó finalmente, debido a la reconstrucción y actualización de la base de datos, con 77 observaciones totales (11 Regiones x 7 cohortes anuales). Se

⁴ Macrozona 1 (Norte Grande): Arica y Parinacota (XV), Tarapacá (I) y Antofagasta (II); Macrozona 2 (Norte Chico): Atacama (III) y Coquimbo (IV); Macrozona 3 (Centro): Valparaíso (V), Metropolitana (XIII), O'Higgins (VI), Maule (VII), Bío-Bío (VIII); Macrozona 4 (Sur): Araucanía (IX), Los Ríos (XIV), Los Lagos (X); Macrozona 5 (Extremo Sur): Aysén (XI) y Magallanes (XII).

incorporaron en el modelo las variables correspondientes a las regiones de: Atacama (III), Coquimbo (IV), Valparaíso (V), O'Higgins (VI), Maule (VII), Bío-Bío (VIII), Araucanía (IX), Los Lagos (X), Aysén (XI), Metropolitana (XIII) y Los Ríos (XIV), desde el año 2009 hasta el 2015.

Tabla 2. Estadística descriptiva datos utilizados estimación modelos objetivo 1 (11 Regiones, 2009-2015)

Variable	Obs.	Media	Desv. Est.	Min	Max
Y, PIB sectorial a precios constantes 2008 (miles de millones de \$)	77	244,21	161,37	5,60	622,85
Lu, trabajadores no calificados (miles)	77	27,18	17,00	1,91	64,48
Ls, trabajadores calificados (miles)	77	40,76	23,38	2,86	74,60
K, consumo de capital fijo (miles de millones de \$)	77	51,36	35,22	2,54	130,17
T, superficie estimada de tierra agrícola (miles de hectáreas)	77	379,88	362,39	15,67	1219,58
py, índice de precios agrícola	77	95,79	23,65	59,56	156,69
wu, salario agrícola trabajadores no calificados a precios constantes 2008 (miles de \$)	77	154,04	40,75	69,67	305,65
ws, salario agrícola trabajadores calificados a precios constantes 2008 (miles de \$)	77	258,57	79,75	139,91	526,24
wk, índice de precios de importaciones de bienes de capital	77	101,05	1,58	98,58	102,90
Wt, índice de precios de la tierra (uf/há)	77	377,63	338,92	17,84	1719,29
h1, índice de disponibilidad hídrica (caudal)	77	77,32	23,13	30,20	128,20
educ_u, escolaridad promedio de trabajadores no calificados (años)	77	3,66	0,29	2,82	4,37
educ_s, escolaridad promedio de trabajadores calificados (años)	77	10,51	0,45	9,65	11,77
pob05, población regional según censo 2005 (miles)	77	1277	1603	91	6061
pob12, población regional según censo 2012 (miles)	77	1401	1767	100	6686
denspob, densidad poblacional (personas/km ²)	77	72,95	126,05	0,94	474,85
Temp, índice temperatura promedio anual de la región	77	99,99	4,03	85,94	109,14

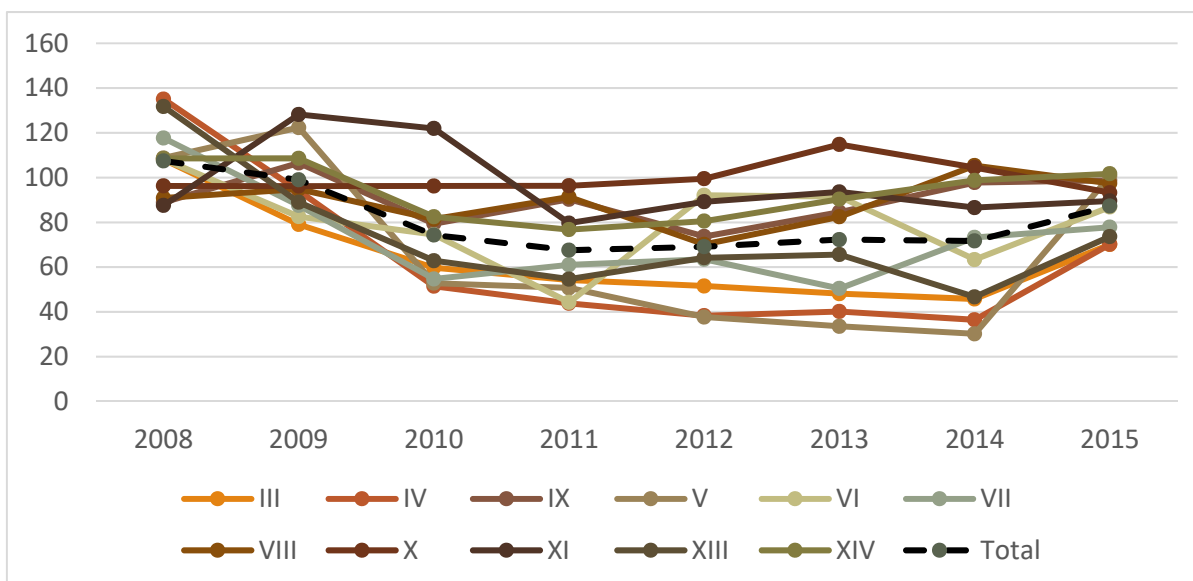
Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

En general, en la tabla 2 se puede observar una alta dispersión de las variables regionales utilizadas para estimar el modelo. Por ejemplo, para las 11 regiones en el periodo 2009-

2015, el PIB agropecuario oscila entre 6 y 623 miles de millones de pesos de 2008. La dispersión de esta variable, más que referirse a cambios en regiones particulares durante la serie de tiempo analizada, sugiere la existencia de diferencias importantes en la intensidad de la actividad agropecuaria entre las distintas regiones del país. En ese mismo sentido, la dispersión observada en las variables de cantidad de trabajo, consumo de capital y superficie de tierra agrícola debiese responder a la misma lógica.

En el gráfico 1 a continuación se presenta la evolución regional del Índice de disponibilidad hídrica regional medido, tal como se indicó en la tabla 1, como el caudal medio anual de ríos como porcentaje del caudal anual promedio del periodo 2002-2015. En relación al promedio nacional se observa una tendencia negativa, con una reducción cercana al 19% entre los años 2008 y 2015. Esta tendencia a la baja se presenta en todas las regiones, con una leve recuperación conjunta durante el año 2014.

Gráfico 1. Índice de disponibilidad hídrica por región, según caudal promedio anual.

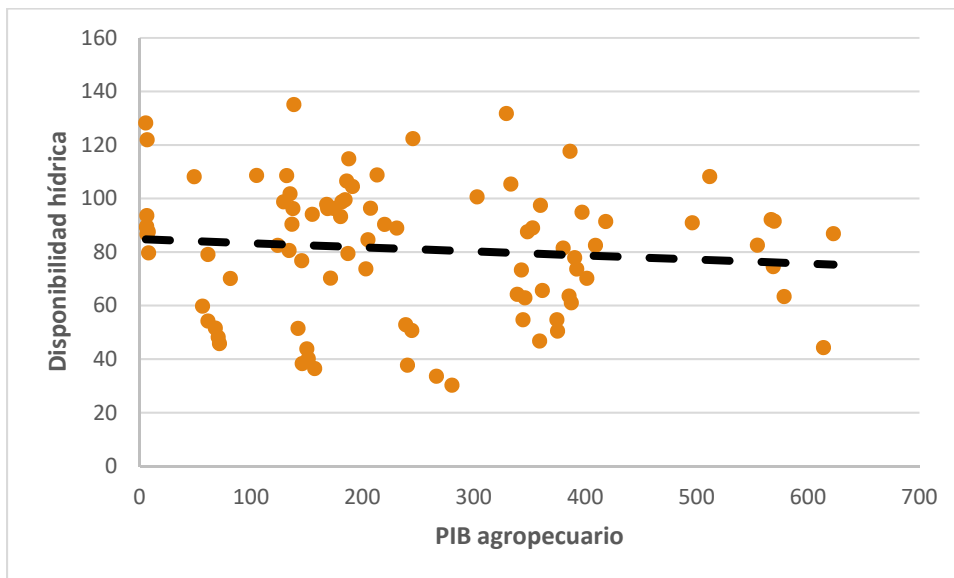


Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

En el Anexo 2 se puede encontrar una descripción más detallada de la estadística descriptiva de las variables utilizadas en el modelo.

Una primera aproximación de carácter exploratorio sobre la relación entre la disponibilidad del recurso hídrico y el producto agropecuario es la presentada en el gráfico siguiente. Las variables presentan una baja correlación y de signo negativo (-0,1275).

Gráfico 2. Correlación simple entre PIB agropecuario-silvícola y variable proxy de disponibilidad hídrica.



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

Para el siguiente ejercicio exploratorio se estimó una regresión donde la variable dependiente producto agrícola regional (Y) es explicada por la variable independiente de disponibilidad hídrica (h1). El resultado de este ejercicio es también una relación negativa entre ambas variables (-0.89 es el coeficiente que acompaña a h1), sin embargo, la variable no es estadísticamente significativa y el modelo tiene un bajo poder predictivo.

Es por estos motivos que se hace necesario estimar un modelo correctamente especificado que permita analizar los efectos de la disponibilidad hídrica sobre el producto agrícola (Y) y las otras variables relevantes para el presente estudio, la demanda de trabajo calificada y no calificada (Ls y Lu) y los salarios asociados a los trabajadores calificados y no calificados (Ws y Wu).

4.4. Actualización y ampliación del modelo a nivel regional

Tal como se solicita en los términos de referencia, el primer ejercicio realizado para el presente estudio consideró actualizar la base de datos y ampliar la metodología utilizada por Modrego y Ortega (2016) para revisar los impactos de la sequía sobre las distintas variables económicas solicitadas, pero ahora para cada una de las regiones del país. Es importante destacar que, tal como se indicó en la sección de construcción de bases de

datos, se debió reconstruir una parte importante de las variables para poder actualizarla al año 2015, para de esta manera mantener la consistencia en toda la serie utilizada para la estimación de los modelos.

4.4.1. Modelo Teórico

El modelo conceptual propuesto para esta sección sigue a Modrego y Ortega (2016). Se considera que un cambio en la disponibilidad hídrica tiene un efecto en la productividad total de los factores de producción (PTF), lo que repercute a su vez en un cambio en el producto agrícola. De igual forma, se mantiene como hipótesis que este cambio en la productividad producido por la disponibilidad hídrica también afecta la demanda de factores de producción, afectando directamente las demandas por los inputs productivos, en particular demanda por trabajo, por capital y por tierra en la actividad agrícola. Así, se considera un primer **efecto directo** de una reducción del recurso hídrico, el cual está asociado a una disminución de la productividad, impactando el producto agrícola y la utilización de los factores productivos.

Adicionalmente, se reconoce un segundo efecto, **indirecto**, el cual está asociado a una reducción de la contratación de factores productivos y potencialmente sus salarios, dada la reducción del producto agrícola. Esto se debe a que la demanda de trabajo y los demás factores productivos también dependen de la producción, la cual se ve impactada vía el efecto directo revisado en el párrafo anterior.

Por lo tanto, los efectos a revisar regionalmente para el presente estudio producto de un cambio en el recurso hídrico son los siguientes:

- i. Efecto directo sobre el producto, debido al cambio en la PTF.
- ii. Efecto directo sobre el empleo (calificado y no calificado), debido al cambio en la PTF.
- iii. Efecto indirecto sobre el empleo (calificado y no calificado), debido al cambio en el producto.
- iv. Efecto indirecto sobre los salarios (calificado y no calificado), debido al cambio en la demanda de trabajo.

Antes de discutir la estrategia econométrica para calcular cada uno de los efectos antes mencionados para cada una de las regiones, es importante aclarar que se entenderá por sequía para el presente ejercicio y como se medirá para los modelos econométricos. Al igual que Modrego y Ortega (2016) se utilizará una variable de sequía hidrológica para medir disponibilidad hídrica. Se entenderá por disponibilidad hídrica a una medida del recurso hídrico disponible para la agricultura y, por ende, una reducción de la disponibilidad hídrica se constituye como una restricción efectiva al potencial productivo del sector. De hecho, se utiliza la misma variable creada por Modrego y Ortega (2016) actualizada. Esta variable usa el caudal promedio anual de los ríos como aproximación de la disponibilidad de agua para riego en la agricultura en cada año.

4.4.2. Estrategia Econométrica

En esta primera aproximación, siguiendo a Modrego y Ortega (2016) para analizar los efectos antes descritos, se realiza un análisis basado en la estimación de un modelo econométrico que representa una economía agrícola que utiliza sus recursos de forma de maximizar los beneficios económicos (López 1984).

El modelo estimado tiene la siguiente forma funcional, la cual considera un sistema de ecuaciones de oferta:

$$y_{it} = \beta_{11} + \beta_{12} \sqrt{\frac{w(u)_{it}}{p_{it}}} + \beta_{13} \sqrt{\frac{w(s)_{it}}{p_{it}}} + \beta_{14} \sqrt{\frac{wK_{it}}{p_{it}}} + \beta_{15} \sqrt{\frac{wT_{it}}{p_{it}}} + \beta_{16} H + \sum c^y D + \sum d^y t \quad (1)$$

$$Lu_{it} = \beta_{22} + \beta_{21} \sqrt{\frac{p_{it}}{w(u)_{it}}} + \beta_{23} \sqrt{\frac{w(s)_{it}}{w(u)_{it}}} + \beta_{24} \sqrt{\frac{wK_{it}}{w(u)_{it}}} + \beta_{25} \sqrt{\frac{wT_{it}}{w(u)_{it}}} + \beta_{26} H + \sum c^u D + \sum d^u t \quad (2)$$

$$Ls_{it} = \beta_{33} + \beta_{31} \sqrt{\frac{p_{it}}{w(s)_{it}}} + \beta_{32} \sqrt{\frac{w(u)_{it}}{w(s)_{it}}} + \beta_{34} \sqrt{\frac{wK_{it}}{w(s)_{it}}} + \beta_{35} \sqrt{\frac{wT_{it}}{w(s)_{it}}} + \beta_{36} H + \sum c^s D + \sum d^s t \quad (3)$$

$$K_{it} = \beta_{44} + \beta_{41} \sqrt{\frac{p_{it}}{wK_{it}}} + \beta_{42} \sqrt{\frac{w(u)_{it}}{wK_{it}}} + \beta_{43} \sqrt{\frac{w(s)_{it}}{wK_{it}}} + \beta_{45} \sqrt{\frac{wT_{it}}{wK_{it}}} + \beta_{46} H + \sum c^K D + \sum d^K t \quad (4)$$

$$T_{it} = \beta_{55} + \beta_{51} \sqrt{\frac{p_{it}}{wT_{it}}} + \beta_{52} \sqrt{\frac{w(u)_{it}}{wT_{it}}} + \beta_{53} \sqrt{\frac{w(s)_{it}}{wT_{it}}} + \beta_{54} \sqrt{\frac{wK_{it}}{wT_{it}}} + \beta_{56} H + \sum c^T D + \sum d^T t \quad (5)$$

En donde:

- i : región
- t : periodo
- p_{it} : precio del producto agrícola
- $w_{(u)it}$: salario mano de obra no calificada
- $w_{(s)it}$: salario mano de obra calificada
- w_{Kit} : precio del capital agrícola
- w_{Tit} : precio de la tierra
- H : indicador sobre disponibilidad de recursos hídricos
- D : Corresponde a variables *dummy* asociadas a la Macrozona a la que pertenece la región⁵
- t : posibles shocks temporales comunes a todas las regiones en un mismo año.

Todos los coeficientes asociados a β , c y d corresponden a los parámetros a estimar a través del modelo propuesto.

La primera ecuación del sistema, ecuación (1), es la función de oferta de producto agrícola, que describe el producto agrícola de la región i en el año t (y_{it}) como función del precio del producto agrícola (p), del salario de la mano de obra agrícola no calificada (w_u), del salario de la mano de obra agrícola calificada (w_s), del precio del capital agrícola (w_K), del precio de la tierra agrícola (w_T), del indicador de disponibilidad hídrica (H), de la macrozona a la que pertenece la Región (D) y de posibles shocks temporales comunes a todas las regiones en un mismo año (t). Las siguientes ecuaciones (2-5) son las funciones de demanda de los factores de producción, que describen la evolución de cada factor en la región r en el año t . En particular se consideran la demanda de trabajo no calificado (L_u), la demanda de trabajo calificado (L_s), la demanda de capital agrícola (K) y finalmente la demanda de tierra agrícola (T).

⁵ Macrozona 1 (Norte Grande): Arica y Parinacota (XV), Tarapacá (I) y Antofagasta (II); Macrozona 2 (Norte Chico): Atacama (III) y Coquimbo (IV); Macrozona 3 (Centro): Valparaíso (V), Metropolitana (XIII), O'Higgins (VI), Maule (VII), Bío-Bío (VIII); Macrozona 4 (Sur): Araucanía (IX), Los Ríos (XIV), Los Lagos (X); Macrozona 5 (Extremo Sur): Aysén (XI) y Magallanes (XII).

Es importante destacar que la estimación, siguiendo el estudio de Ciren y López (1984), incorpora la condición de simetría de las elasticidades precio-cruzadas⁶.

El sistema de ecuaciones descrito (ecuaciones 1 a 5) se estimó mediante la metodología de 3SLS, el cual permite corregir el problema de endogeneidad mediante la estimación conjunta del modelo. El problema de endogeneidad surge en nuestra estimación producto de que los precios y las cantidades (producto y factores productivos) no son independientes unas de otras, es decir, tal como sugiere la teoría económica, se determinan simultáneamente en el mercado. Esto origina que las variables de lado derecho y lado izquierdo no sean ortogonales (independientes) entre sí, produciendo estimadores inconsistentes. La metodología propuesta de ecuaciones simultáneas corrige este problema al estimar de manera conjunta la demanda de cada input. Adicionalmente, se permite, como en cualquier análisis de regresión, incorporar variables instrumentales relevantes que mejoren la estimación del sistema de ecuaciones.

Luego, a partir de estos coeficientes obtenidos, se calculan las elasticidades con las cuales se da cuenta de los efectos directos e indirectos sobre producto agrícola, empleo y salarios. En la siguiente sección se detalla cómo se calcularon cada uno de estos impactos regionales a partir de los coeficientes estimados y las fórmulas asociadas a las elasticidades comprometidas en cada cálculo.

4.4.3. Resultados

La presentación de los resultados de impacto sobre cada una de las variables de interés se realiza en tres partes:

- i. Resultados de impactos regionales a partir de los datos utilizados por Modrego y Ortega (2016): La limitación de esta base de datos es que está solo hasta el año 2014, sin embargo, permitirá replicar los resultados del modelo propuesto con la primera mejora de ser ampliado para otras regiones del país.
- ii. Resultados de impactos regionales con la base de datos actualizada al año 2015: Las estimaciones presentadas en esta sección siguen el mismo modelo conceptual

⁶ Se imponen la condición de estimación para el sistema de ecuaciones de que $\beta_{ij}=\beta_{ji}$

y econométrico, sin embargo, incorporan más observaciones (11 adicionales), mejoras en la construcción de variables y estimaciones para todas las regiones con datos disponibles.

- iii. Análisis de impactos regionales con modelo actualizado al año 2015 bajo diferentes escenarios proyectados de disponibilidad hídrica: En esta sección se toman los resultados obtenidos a través de las estimaciones del modelo actualizado al año 2015 y se analizan bajo diversos escenarios proyectados de disponibilidad hídrica para las diferentes regiones.

Resultados de impactos regionales a partir de los datos utilizados por Modrego y Ortega (2016)

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del **Modelo 1 (ecuaciones 1 a 5)** de tres etapas (3SLS) para resolución de un sistema de ecuaciones simultáneas, siguiendo a Modrego y Ortega (2016).

En particular, en el estudio “Análisis, balance hidrológico y evaluación del impacto de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso”, debido a la ausencia de series de datos extensas para la Región de Valparaíso, el modelo antes planteado fue estimado utilizando datos de 11 Regiones de Chile para los años 2009 a 2014, lo que dio un tamaño muestral de 66 observaciones (11 regiones x 6 años). Tal como se indicó anteriormente, se utiliza la misma base de datos para replicar el modelo. Si bien los resultados debieran ser los mismos (al menos para el modelo agregado y para la V región), existen diferencias producto de un error detectado en la construcción de la variable macrozona, la cual consideraba a la Región Metropolitana como parte del “Norte Chico”.

La tabla 3 presenta los resultados actualizados de la estimación en tres etapas (3SLS) del Modelo 1 antes descrito.

Tabla 3. Resultados de la estimación del Modelo 1 (Leontieff Generalizada)

VARIABLES	Y	Lu	Ls	K	T
wu_py	-54,13 (37,09)				
ws_py	-70,50** (28,63)				
wk_py	-346,0*** (60,61)				
wt_py	-11,71 (29,48)				
h1	2,251*** (0,699)	0,233** (0,101)	0,351*** (0,116)	0,771*** (0,257)	5,728** (2,532)
3.macrozona	317,8*** (46,82)	28,38*** (6,570)	31,29*** (7,481)	94,06*** (17,19)	332,7*** (111,4)
4.macrozona	143,7*** (55,02)	6,944 (7,993)	9,837 (8,283)	88,08*** (20,99)	106,2 (151,3)
5.macrozona	-128,1** (50,88)	-0,444 (7,226)	-11,97 (8,305)	-5,986 (20,01)	-396,4** (192,7)
2010.year	114,0*** (38,42)	-5,302 (5,487)	11,41* (6,000)	74,03*** (15,05)	152,0 (142,9)
2011.year	93,27** (38,11)	-8,819 (5,564)	5,787 (6,231)	51,40*** (14,80)	200,0 (151,2)
2012.year	52,38 (37,68)	-11,05* (5,702)	5,281 (6,189)	37,95*** (14,49)	195,0 (149,1)
2013.year	34,59 (37,18)	-13,14** (5,751)	-2,567 (6,106)	21,03 (14,28)	181,0 (145,2)
2014.year	72,01* (37,14)	-4,227 (5,005)	4,191 (5,992)	42,58*** (13,96)	182,5 (146,0)
py_wu		54,13 (37,09)			
ws_wu		-15,06 (9,335)			
wk_wu		99,66*** (23,14)			
wt_wu		-0,0809 (5,688)			
py_ws			70,50** (28,63)		

VARIABLES	Y	Lu	Ls	K	T
wu_ws			-15,06 (9,335)		
wk_ws			-55,12*** (15,68)		
wt_ws			20,76*** (7,967)		
py_wk				346,0*** (60,61)	
wu_wk				99,66*** (23,14)	
ws_wk				-55,12*** (15,68)	
wt_wk				9,606 (11,22)	
py_wt					11,71 (29,48)
wu_wt					-0,0809 (5,688)
ws_wt					20,76*** (7,967)
wk_wt					9,606 (11,22)
Constant	435,1*** (120,9)	-103,4*** (28,18)	-23,55 (15,31)	-479,0*** (66,45)	-392,3* (230,1)
Observations	66	66	66	66	66
R-squared	0,778	0,684	0,718	0,639	0,294
Observations					
R-squared					
Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1					

Fuente: Elaboración propia

En términos de los resultados de la estimación presentada, en primer lugar, es importante revisar las magnitudes y significancias estadísticas de los coeficientes que acompañan a la variable de disponibilidad del recurso hídrico (h1). Esta variable es positiva y significativa en todas las ecuaciones, indicando que una mayor disponibilidad del recurso hídrico

aumentaría el producto agropecuario manteniendo todo lo demás constante, así como también la contratación de todos los factores productivos.

En términos generales, se destaca la gran cantidad de variables estadísticamente significativas presentes en el modelo, aun cuando se cuenta con un bajo número de observaciones. En términos del ajuste del modelo, es posible observar que los R cuadrados son bastante altos en todas las ecuaciones con excepción de la asociada a demanda del factor Tierra (solo un 30% de la variación es explicada por el modelo).

Es fundamental para el análisis aclarar que, en términos económicos, los resultados de la estimación dicen poco sobre los efectos de cambios de la disponibilidad hídrica sobre el producto y las otras variables de interés. Para llegar a dicho nivel de análisis se debe construir previamente las elasticidades asociadas. Esto es lo que haremos a continuación, para luego, en la siguiente sección concentrar el análisis de impactos económicos regionales bajo diferentes escenarios proyectados.

Siguiendo el marco conceptual, en primer lugar, debemos obtener los **efectos directos** sobre el producto agrícola y el empleo (no calificado y calificado). Este efecto es posible obtenerlo directamente de las semielasticidades asociadas a cada una de las variables con respecto a h1. Siguiendo a Modrego y Ortega (2016), para obtener estimaciones de los efectos de cambios en la disponibilidad hídrica específicos a cada región, se calcularon las semielasticidades tomando los valores disponibles más recientes para cada región (año 2014 para esta sección). Así, a partir del coeficiente que acompaña a h1 en cada ecuación se construyen las semielasticidades según la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_{yiH} = \frac{\Delta\% \text{ en } y_i}{\Delta \text{ unitario en } H} = \frac{b_{iH}}{y_i} * 100 \quad (6)$$

En la tabla 4 se muestran los resultados de las semielasticidades respectivas. Así, por ejemplo, se observa que para la V región, una disminución de un punto porcentual en el recurso hídrico (h1) se traduce en una disminución de 0.8% en el producto de la región. Las cifras resultan de la aplicación de la ecuación 6, donde el coeficiente que acompaña a H1 en la primera ecuación del sistema (oferta de producto) corresponde a 2,251 (tabla 3), y esto dividido por 280,5, correspondiente al PIB sectorial para el año 2014 de Valparaíso (miles de millones de pesos del 2008), y multiplicado por 100 da como resultado el 0,8%

indicado. Este procedimiento se replica para los valores correspondientes a cada región en el año 2014 y cada coeficiente que acompaña a H en el resto de las ecuaciones de demanda de factores, dando como resultado la tabla siguiente.

Tabla 4. Efectos directos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre producto agrícola y factores productivos (en %)

	Prod Agro (Y)	Trab no calif (Lu)	Trab calif (Ls)	Capital (K)	Tierra (T)
Atacama (III)	3,136	10,389	4,441	14,760	35,878
Ee	0,974	4,487	1,469	4,929	15,856
Coquimbo (IV)	1,432	1,151	1,293	2,936	2,630
Ee	0,445	0,497	0,428	0,980	1,162
Valparaíso (V)	0,802	1,174	0,764	1,171	4,014
Ee	0,249	0,507	0,253	0,391	1,774
O'Higgins (VI)	0,389	0,566	0,561	0,468	1,557
Ee	0,121	0,244	0,186	0,156	0,688
Maule (VII)	0,657	0,443	0,485	0,663	0,748
Ee	0,204	0,191	0,161	0,221	0,331
Bío-Bío (VIII)	0,675	0,566	0,534	1,025	0,477
Ee	0,210	0,245	0,177	0,342	0,211
Araucanía (IX)	1,340	0,486	0,779	2,811	0,681
Ee	0,416	0,210	0,258	0,939	0,301
Los Lagos (X)	1,178	0,815	0,762	1,843	3,237
Ee	0,366	0,352	0,252	0,615	1,431
Metropolitana (XIII)	0,627	0,874	0,592	0,753	4,068
Ee	0,195	0,377	0,196	0,251	1,798
Los Ríos (XIV)	1,740	1,855	1,713	3,048	2,012
Ee	0,541	0,801	0,567	1,018	0,889

Fuente: Elaboración propia

Es posible observar que, en términos de producto, la región más afectada por cambios en el recurso hídrico es la III, con un valor de 3%.

En términos de impacto directo sobre el trabajo no calificado (Lu), es posible observar que cambios de 1 punto porcentual en el recurso hídrico afectan en cifras cercanas al 1% del producto regional en la gran mayoría de los casos. Estos datos se mantienen si analizamos los efectos directos sobre el trabajo calificado (Ls).

Otro hecho importante a destacar es que, dado que todos los coeficientes asociados a h_1 son estadísticamente significativos, también lo son las semielasticidades calculadas, debido a que son combinaciones lineales.

A continuación, corresponde revisar los **efectos indirectos** sobre el trabajo calificado y no calificado, de manera de obtener un efecto total, tal como se indicó en el marco teórico. Este efecto se debe a que un cambio en el producto afecta también la demanda relativa de los distintos factores productivos (efecto indirecto), de manera adicional al efecto directo provocado por el cambio en la PTF.

Siguiendo a Modrego y Ortega (2016), para esto debemos calcular las elasticidades producto de cada factor, según la siguiente fórmula propuesta por López (1984)⁷:

$$\varepsilon_{xi,y} = \frac{\Delta\% \text{ en } x_i}{\Delta\% \text{ en } y} = \frac{1}{\varepsilon_{y,p}} * \varepsilon_{xi,p} \quad (7)$$

Donde, $\varepsilon_{y,p}$ es la elasticidad precio del producto agrícola y $\varepsilon_{xi,p}$ es la elasticidad precio cruzada del factor x con respecto al precio del producto.

Por lo tanto, el siguiente paso fue completar la matriz de elasticidades para cada región, faltando las ya mencionadas elasticidades precio del producto y las elasticidades precio cruzadas. Las fórmulas calculadas para los valores respectivos a cada región fueron las siguientes:

Elasticidad precio:

$$\varepsilon_{yi,pi} = \frac{\Delta\% \text{ en } y_i}{\Delta\% \text{ en } p_y} = \frac{1}{2y_i} \sum_j b_{ij} * \sqrt{\frac{p_j}{p_i}} \quad (8)$$

Elasticidad precio cruzada:

$$\varepsilon_{yi,pj} = \frac{\Delta\% \text{ en } y_i}{\Delta\% \text{ en } p_j} = \frac{1}{2y_i} * b_{ij} \sqrt{\frac{p_j}{p_i}} \quad (9)$$

⁷ Esta operatoria se deriva del Lema de Shephard.

La tabla 5 reporta las elasticidades producto de cada factor de producción calculada para cada región según la ecuación 7.

Tabla 5. Elasticidades producto de cada factor por cada región.

	Lu (no calificado)	Ls (calificado)	Capital (K)	Tierra (T)
Atacama (III)	3,196	1,086	11,130	0,098
Coquimbo (IV)	0,696	0,601	4,219	0,010
Valparaíso (V)	1,044	0,468	2,778	0,015
O'Higgins (VI)	1,320	1,032	2,804	0,018
Maule (VII)	0,541	0,408	1,801	0,005
Bío-Bío (VIII)	0,409	0,249	1,694	0,002
Araucanía (IX)	0,217	0,215	2,349	0,002
Los Lagos (X)	0,272	0,150	1,541	0,007
Metropolitana (XIII)	0,980	0,428	2,281	0,014
Los Ríos (XIV)	0,524	0,314	1,863	0,004

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, siguiendo a Modrego y Ortega (2016), el efecto indirecto de la disponibilidad hídrica en la demanda de factores se calcula a partir de la multiplicación de la elasticidad disponibilidad hídrica del producto (reportada en la tabla 4) y las elasticidades producto de la demanda de factores correspondientes a la tabla 5.

$$\varepsilon_{xi,H}^{Indirecto} = \varepsilon_{y,H} * \varepsilon_{xi,y} \quad (10)$$

Con estos valores es posible obtener el efecto total de un cambio en la disponibilidad hídrica de cada región sobre la demanda de factores productivos, mediante la suma del efecto directo (vía cambio en la PTF) y el indirecto (vía cambio en el producto).

En las tablas siguientes se presentan los resultados de impacto definitivos para cada región de un cambio de un punto porcentual en el recurso hídrico. Es posible observar que todos los efectos siguen a la teoría económica en signo (siempre positivos), estableciendo que, por ejemplo, para la región metropolitana una reducción de la variable h1 en 1 punto porcentual se traduce en una reducción de la demanda de trabajo no calificado de 1,5% (desagregado en un efecto directo de 0,9% y un efecto indirecto de 0,6%).

Tabla 6. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo no calificado (en %)

	Efecto directo Lu	Efecto indirecto Lu	Efecto Total Lu
Atacama (III)	10,389	10,022	20,411
Coquimbo (IV)	1,151	0,997	2,148
Valparaíso (V)	1,174	0,837	2,011
O'Higgins (VI)	0,566	0,513	1,079
Maule (VII)	0,443	0,356	0,798
Bío-Bío (VIII)	0,566	0,276	0,842
Araucanía (IX)	0,486	0,291	0,777
Los Lagos (X)	0,815	0,321	1,135
Metropolitana (XIII)	0,874	0,614	1,488
Los Ríos (XIV)	1,855	0,912	2,767

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentan tendencias similares en el caso de los impactos totales sobre la demanda de trabajo calificado.

Tabla 7. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo calificado (en %)

	Efecto directo Ls	Efecto indirecto Ls	Efecto Total Ls
Atacama (III)	4,441	3,406	7,847
Coquimbo (IV)	1,293	0,860	2,153
Valparaíso (V)	0,764	0,376	1,140
O'Higgins (VI)	0,561	0,402	0,963
Maule (VII)	0,485	0,268	0,753
Bío-Bío (VIII)	0,534	0,168	0,702
Araucanía (IX)	0,779	0,288	1,067
Los Lagos (X)	0,762	0,177	0,939
Metropolitana (XIII)	0,592	0,268	0,860
Los Ríos (XIV)	1,713	0,546	2,259

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, y manteniendo la lógica de este primer acercamiento a la estimación del impacto de una reducción del recurso hídrico sobre las variables de interés, para efectos de revisar los resultados sobre salarios se replicó la metodología de Modrego y Ortega (2016), basada en Anríquez y López (2007). Dichos autores trabajan con una función de costos dual agregada que separa la mano de obra calificada y no calificada, obteniendo

demandas condicionadas de factores, de donde se pueden derivar las elasticidades de demanda de los factores. Este ejercicio calcula el efecto sobre el salario a partir de las elasticidades producto del precio de los factores, bajo el supuesto de que el mercado se ajusta ante cambios en la producción manteniendo el equilibrio entre oferta y demanda.

Para los valores requeridos en el cálculo, relacionados con la elasticidad precio de la oferta de los factores, se utilizan los mismos valores reportados por Modrego y Ortega (2016), los cuales fueron levantados a partir de la literatura existente. Estos valores corresponden a:

- i. 0.5 para el trabajo agrícola no calificado y calificado, en base a estimaciones para Chile de Ramírez y Foster (2003).
- ii. 0.5 para el capital, reportado por Merrifield y Hayne (1984) para la industria forestal de Estados Unidos.
- iii. 0.003 para la tierra, en el rango bajo de las reportadas por Barr et al., (2010), considerando que la tierra para uso agrícola se ha mantenido relativamente constante en el periodo.

Al igual que en el caso del trabajo, una vez obtenidas las elasticidades producto del precio de los factores, estas son utilizadas para estimar el efecto de un cambio en la disponibilidad hídrica sobre el precio de los factores, multiplicando por la elasticidad del producto a la disponibilidad hídrica.

$$\varepsilon_{wi,H}^I = \varepsilon_{y,H} * \varepsilon_{wi,y} \quad (11)$$

La tabla 8 presenta los resultados asociados al impacto de una reducción de un punto porcentual de reducción de la disponibilidad hídrica sobre los salarios de los trabajadores no calificados y calificados. Es posible observar que los resultados son ambiguos, presentando incluso algunas regiones valores negativos. Sin embargo, las magnitudes son, en su gran mayoría, menores a un 1%.

Tabla 8. Efectos indirectos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre salario no calificado y calificado (en %)

	Salario no calificado	Salario calificado
Atacama (III)	1,258	-0,126
Coquimbo (IV)	0,861	0,202
Valparaíso (V)	0,767	0,170
O'Higgins (VI)	0,600	0,333
Maule (VII)	0,549	0,169
Bío-Bío (VIII)	0,535	-0,023
Araucanía (IX)	0,631	-0,129
Los Lagos (X)	0,770	-0,281
Metropolitana (XIII)	0,655	0,207
Los Ríos (XIV)	-1,719	5,398

Fuente: Elaboración propia

Resultados de impactos regionales con la base de datos actualizada al año 2015

En la presente sección, y tal como se indicó anteriormente, se presentan los resultados del modelo actualizado al 2015. Es importante aclarar que este es el modelo que finalmente se utilizará para el análisis de escenarios que se presentará a continuación, por ser, tal como se indicó en la presentación, el modelo con los datos más actualizados a la fecha.

Antes de presentar los resultados de la estimación realizada, es importante destacar algunas mejoras al modelo en relación al estudio de Modrego y Ortega (2016). En primer lugar, se destaca la incorporación de una cohorte más a la estimación (año 2015), con lo cual se incorporan 11 observaciones adicionales a la estimación del modelo. Adicionalmente, y producto de que una parte importante de la base de datos debió ser construida nuevamente, se incorporaron bienes adicionales a la canasta utilizada para calcular el precio del producto agrícola regional (py), por lo cual aumentó la precisión de esta variable. Se utilizaron más de 40 productos agrícolas en total para generar este índice.

La tabla 9 presenta los resultados actualizados de la estimación en tres etapas (3SLS) del Modelo 1 antes descrito (ecuaciones 1 a 5).

Tabla 9. Resultados de la estimación del Modelo 1 (Leontieff Generalizada)

VARIABLES	Y	Lu	Ls	K	T
wu_py	-110,8*				
	(59,50)				
ws_py	-186,9***				
	(46,24)				
wk_py	186,4				
	(139,4)				
wt_py	28,57				
	(32,11)				
h1	1,687**	0,244*	0,518**	0,541	5,359**
	(0,709)	(0,146)	(0,256)	(0,688)	(2,463)
3.macrozona	271,7***	28,49***	24,79*	5,561	360,2***
	(44,88)	(9,282)	(14,71)	(41,82)	(107,3)
4.macrozona	53,14	22,53*	24,16	-24,33	134,5
	(55,82)	(11,88)	(15,87)	(48,89)	(142,3)
5.macrozona	-38,79	-6,681	3,758	118,0**	-453,3**
	(54,40)	(11,47)	(18,17)	(54,06)	(185,2)
2010.year	-1,600	8,285	20,62	-49,28	144,3
	(40,59)	(8,770)	(14,16)	(40,16)	(144,0)
2011.year	18,31	5,465	13,52	-48,63	199,1
	(41,22)	(9,102)	(14,82)	(41,38)	(151,9)
2012.year	-15,24	-2,137	4,581	-36,08	194,7
	(40,75)	(9,436)	(14,63)	(39,69)	(149,9)
2013.year	-15,89	-8,287	-9,804	-31,37	188,1
	(40,66)	(9,570)	(14,39)	(39,20)	(146,3)
2014.year	6,636	1,177	1,573	-30,53	187,1
	(38,92)	(8,224)	(14,26)	(38,66)	(147,0)
2015.year	-3,727	-4,373	-16,15	-42,29	119,0
	(38,08)	(8,020)	(14,06)	(38,28)	(134,6)
py_wu		110,8*			
		(59,50)			
ws_wu		-2,343			
		(16,98)			
wk_wu		-40,87			
		(47,23)			
wt_wu		1,568			
		(8,494)			

VARIABLES	Y	Lu	Ls	K	T
py_ws			186,9***		
			(46,24)		
wu_ws			-2,343		
			(16,98)		
wk_ws			-206,8***		
			(38,59)		
wt_ws			46,47***		
			(16,72)		
py_wk				-186,4	
				(139,4)	
wu_wk				-40,87	
				(47,23)	
ws_wk				-206,8***	
				(38,59)	
wt_wk				74,10**	
				(30,14)	
py_wt					-28,57
					(32,11)
wu_wt					1,568
					(8,494)
ws_wt					46,47***
					(16,72)
wk_wt					74,10**
					(30,14)
Constant	185,3	-63,79	-53,40*	464,0***	-434,4*
	(167,1)	(42,29)	(28,52)	(176,0)	(228,3)
Observations	77	77	77	77	77
R-squared	0,776	0,524	0,157	-0,791	0,29
Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0.1					

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el modelo anterior, es importante revisar las magnitudes y significancias estadísticas de los coeficientes que acompañan a la variable de disponibilidad del recurso hídrico (H1). Esta variable es positiva y significativa en casi todas las ecuaciones, indicando que una mayor disponibilidad del recurso hídrico aumentaría el producto agropecuario manteniendo todo lo demás constante, así como también la contratación de todos los

factores productivos. Se hace no significativa, sin embargo, la variable hídrica asociada a la ecuación de capital.

A continuación, se presentan los resultados actualizados para todas las variables presentadas en la sección anterior. Dado que el procedimiento metodológico fue el mismo anterior solo se presentan las tablas de resultados para cada una de las variables de interés. Todos los impactos (directos e indirectos) fueron calculados según la metodología indicada para el ejercicio anterior, y que sigue a Modrego y Ortega (2016). Tal como se indicó en la presentación del capítulo, en la siguiente sección se realiza un análisis de los resultados de impacto sobre las variables de interés bajo diferentes escenarios de disponibilidad hídrica proyectados con relación a las elasticidades calculadas en esta sección.

En términos generales, es fundamental resaltar que los resultados regionales para las elasticidades calculadas siguen la misma tendencia en signo y magnitud a los obtenidos en el ejercicio anterior. Con relación a los efectos directos, la tabla 10 a continuación presenta los resultados de impacto de un cambio en el recurso hídrico sobre cada una las variables de interés. Vemos que para la V región se mantiene un cambio menor a un 1% del producto ante cambios de un punto porcentual en el recurso hídrico (en la misma dirección, es decir, si se reduce H se reduce Y). Al igual que en el ejercicio anterior, dado que todos los coeficientes asociados a h_1 son estadísticamente significativos (con excepción del capital), también lo son las semielasticidades calculadas, debido a que son combinaciones lineales.

Tabla 10. Efectos directos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre producto agrícola y factores productivos (en %)

	Prod Agro (Y)	Trab no calif (Lu)	Trab calif (Ls)	Capital (K)	Tierra (T)
Atacama (III)	2,071	8,981	8,160	8,520	34,199
ee	0,870	5,358	4,029	10,829	15,717
Coquimbo (IV)	0,984	1,358	1,872	1,826	2,469
ee	0,413	0,810	0,924	2,321	1,135
Valparaíso (V)	0,557	0,978	1,191	0,993	3,767
ee	0,234	0,584	0,588	1,263	1,731
O'Higgins (VI)	0,271	0,781	0,694	0,416	1,449
ee	0,114	0,466	0,343	0,528	0,666
Maule (VII)	0,432	0,480	0,715	0,500	0,719
ee	0,181	0,286	0,353	0,636	0,330
Bío-Bío (VIII)	0,469	0,626	0,830	0,816	0,439
ee	0,197	0,373	0,410	1,037	0,202
Araucanía (IX)	0,929	0,562	1,131	1,065	0,631
ee	0,390	0,335	0,558	1,353	0,290
Los Lagos (X)	0,935	0,946	1,094	0,943	2,917
ee	0,393	0,565	0,540	1,199	1,341
Metropolitana (XIII)	0,430	0,894	0,759	0,589	3,988
ee	0,181	0,534	0,375	0,749	1,833
Los Ríos (XIV)	1,249	1,700	3,069	1,939	1,884
ee	0,525	1,014	1,515	2,465	0,866

Fuente: Elaboración propia

En relación a los efectos indirectos y totales sobre la demanda de trabajo, las tablas siguientes presentan los resultados de impacto de un cambio en el recurso hídrico sobre el trabajo no calificado (Ln) y calificado (Ls).

Tabla 11. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo no calificado (en %)

	Efecto directo Lu	Efecto indirecto Lu	Efecto Total Lu
Atacama (III)	8,981	26,659	35,639
Coquimbo (IV)	1,358	8,379	9,737
Valparaíso (V)	0,978	3,467	4,445
O'Higgins (VI)	0,781	4,101	4,882
Maule (VII)	0,480	1,873	2,353
Bío-Bío (VIII)	0,626	1,141	1,767
Araucanía (IX)	0,562	3,076	3,638
Los Lagos (X)	0,946	1,643	2,590
Metropolitana (XIII)	0,894	2,290	3,185
Los Ríos (XIV)	1,700	3,047	4,747

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Efectos directos, indirectos y totales de cambio de 1 punto porcentual en H sobre trabajo calificado (en %)

	Efecto directo Ls	Efecto indirecto Ls	Efecto Total Ls
Atacama (III)	8,160	21,910	30,071
Coquimbo (IV)	1,872	7,807	9,678
Valparaíso (V)	1,191	2,575	3,766
O'Higgins (VI)	0,694	2,581	3,275
Maule (VII)	0,715	1,699	2,413
Bío-Bío (VIII)	0,830	0,898	1,729
Araucanía (IX)	1,131	3,522	4,653
Los Lagos (X)	1,094	1,035	2,129
Metropolitana (XIII)	0,759	1,082	1,841
Los Ríos (XIV)	3,069	3,343	6,412

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se reportan los resultados de impacto de un cambio en el recurso hídrico sobre los salarios en la tabla 13 a continuación.

Tabla 13. Efectos indirectos de cambio de 1 punto porcentual en H sobre salario no calificado y calificado (en %)

	Salario L no calificado	Salario L calificado
Atacama (III)	1,823	1,716
Coquimbo (IV)	2,341	1,819
Valparaíso (V)	1,424	0,943
O'Higgins (VI)	1,789	0,807
Maule (VII)	1,191	0,605
Bío-Bío (VIII)	0,795	0,379
Araucanía (IX)	1,817	0,905
Los Lagos (X)	0,883	0,441
Metropolitana (XIII)	1,076	0,526
Los Ríos (XIV)	1,032	0,775

Fuente: Elaboración propia

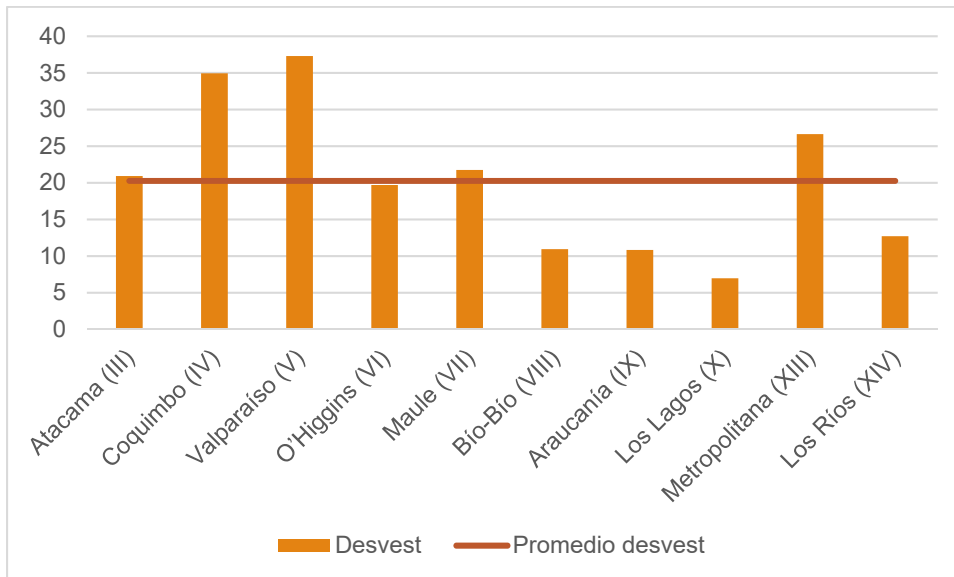
Tal como se indicó en la presentación del capítulo, en la siguiente sección se realiza un análisis de los resultados obtenidos con el modelo actualizado en diferentes escenarios proyectados.

Análisis de los resultados obtenidos bajo diferentes escenarios de reducción hídrica en las regiones del país.

En la presente sección, las elasticidades calculadas en el punto anterior para cada una de las variables de interés (producto agrícola –Y-, trabajo calificado –Ls-, trabajo no calificado –Lu-, salario calificado –Ws- y salario no calificado –Wu-) se utilizan para estimar los impactos económicos de cambios en la disponibilidad hídrica en diferentes escenarios proyectados para cada una de las regiones revisadas.

Los escenarios proyectados se construyeron en base a la variación del índice de disponibilidad hídrica (h1) para el periodo de estudio (2008-2015). Específicamente, se consideró un promedio de las desviaciones estándar regionales para el mismo periodo. En el gráfico 3 es posible observar cómo se comportan las desviaciones estándar del índice para cada una de las regiones en el periodo (2008-2015), así como el promedio considerando todas las regiones analizadas (20).

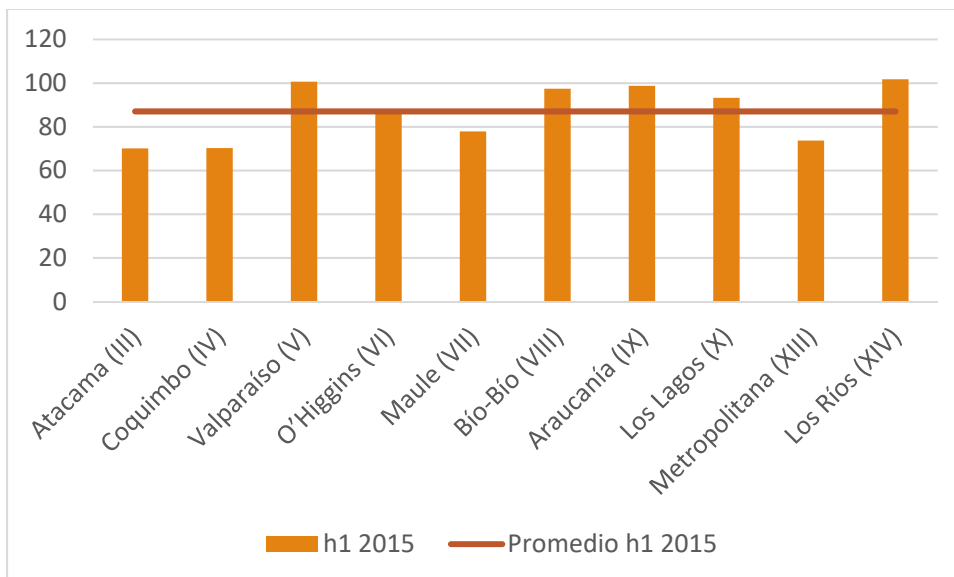
Gráfico 3. Desviaciones estándar del índice de disponibilidad hídrica por región.



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se muestra a continuación cómo se comportaron los índices de disponibilidad hídrica para cada una de las regiones en el año 2015, así como el promedio considerando todas las regiones analizadas (87).

Gráfico 4. Índice de disponibilidad hídrica por región, año 2015.



Fuente: Elaboración propia

En base a esta información, se generaron dos escenarios de disponibilidad hídrica alternativos:

- i. **Escenario Moderado:** Caída de la disponibilidad hídrica de **11,64 puntos porcentuales**, correspondientes a una reducción de media desviación estándar promedio. La fórmula utilizada para obtener dicho valor corresponde a:
$$\{[(87 - 20 * 0,5) - 87]/87\} * 100$$
- ii. **Escenario Extremo:** Caída de la disponibilidad hídrica de **23,28 puntos porcentuales**, correspondientes a una reducción de una desviación estándar promedio. La fórmula utilizada para obtener dicho valor corresponde a:
$$\{[(87 - 20) - 87]/87\} * 100$$

Se optó por la decisión metodológica de construir escenarios de reducción de disponibilidad hídrica iguales para todas las regiones, de manera de poder realizar análisis comparativos de impacto a nivel regional en cada una de las variables asociadas. Si se hubieran construido escenarios independientes para cada región no sería posible interpretar en los resultados de impacto si los efectos sobre las variables son producto de una mayor sensibilidad del sector agrícola a la disponibilidad del recurso hídrico o a una mayor o menor desviación estándar de la disponibilidad del recurso hídrico en la región en el periodo de estudio. Esto queda más claro con un ejemplo: si no se hubiera considerado el promedio de las desviaciones estándar nacionales y se hubiera calculado cada escenario regional en base a las desviaciones estándar propias del periodo, se obtendrían escenarios diversos para cada región, por lo cual los posteriores resultados de impacto económico estarían explicados tanto por la sensibilidad a la disponibilidad del recurso hídrico como por la mayor/menor volatilidad del recurso hídrico en la región.

Las condiciones productivas de la agricultura a nivel regional (producto agrícola, trabajo y salarios) se mantienen constantes en los valores de 2015 respectivos a cada región, es decir, las más recientes disponibles para el presente estudio.

Definidos ambos escenarios, el impacto de la reducción de la disponibilidad hídrica sobre cada una de las variables de interés puede calcularse como:

$$\text{Impacto Económico}_{x,i} = \frac{(V_{2015_{x,i}} * \varepsilon_{h_{x,i}})}{100} * \Delta H$$

En donde:

- $V_{2015_{x,i}}$, es el valor de la variable x (producto agrícola/trabajo/salario) correspondiente al año 2015 para la región i.
- $\epsilon_{h_{x,i}}$ corresponde a la elasticidad de la variable x con respecto a la disponibilidad hídrica para la región i, todas calculadas en la sección anterior (tablas 10 a 13).
- ΔH , es el cambio proyectado (escenarios moderado y extremo) en puntos porcentuales del índice de disponibilidad hídrica.

En las tablas a continuación se presentan los resultados de la simulación del impacto sobre el producto agrícola regional para cada uno de los escenarios propuestos.

Se puede observar como en gran medida los valores para las ϵ regionales tienden a ser menores que 1, indicando una respuesta inelástica del producto agrícola regional en relación a cambios en la disponibilidad hídrica. Sólo las regiones de Atacama y Los Ríos presentan elasticidades mayores que 1, denotando una respuesta más elástica del producto agrícola regional ante cambios en la disponibilidad hídrica (2,07 y 1,25 respectivamente).

En relación al impacto estimado sobre el producto agrícola regional todas las regiones presentan caídas cercanas a los 20 mil millones de pesos (de 2008) para el escenario moderado y de 39 mil millones para el escenario extremo. Sin embargo, lo relevante en este caso es revisar las caídas en términos relativos al producto regional, donde se hace evidente que las regiones más sensibles a cambios en la disponibilidad hídrica son las menos intensivas en esta actividad (Atacama con caídas cercanas al 20% del PIB agrícola regional y Los Ríos con una caída de 15%, ambas en el escenario moderado).

Adicionalmente, es importante destacar que las regiones más vulnerables a cambios en la disponibilidad hídrica (elasticidades más altas y con mayor impacto simulado sobre el producto agrícola regional) coinciden con aquellas menos intensivas en la actividad agrícola.

Tabla 14. Simulación impacto sobre el PIB agrícola regional (miles de millones de \$ de 2008), escenario moderado.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % PIB 2015
Atacama (III)	81,47	2,07	-11,64	-19,64	-24%
Coquimbo (IV)	171,49	0,98	-11,64	-19,64	-11%
Valparaíso (V)	303,00	0,56	-11,64	-19,64	-6%
O'Higgins (VI)	622,85	0,27	-11,64	-19,64	-3%
Maule (VII)	390,67	0,43	-11,64	-19,64	-5%
Bío-Bío (VIII)	359,87	0,47	-11,64	-19,64	-5%
Araucanía (IX)	181,56	0,93	-11,64	-19,63	-11%
Los Lagos (X)	180,44	0,94	-11,64	-19,63	-11%
Metropolitana (XIII)	392,44	0,43	-11,64	-19,64	-5%
Los Ríos (XIV)	135,04	1,25	-11,64	-19,63	-15%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Simulación impacto sobre el PIB agrícola regional (miles de millones de \$ de 2008), escenario extremo.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % PIB 2015
Atacama (III)	81,47	2,07	-23,28	-39,27	-48%
Coquimbo (IV)	171,49	0,98	-23,28	-39,28	-23%
Valparaíso (V)	303,00	0,56	-23,28	-39,28	-13%
O'Higgins (VI)	622,85	0,27	-23,28	-39,29	-6%
Maule (VII)	390,67	0,43	-23,28	-39,28	-10%
Bío-Bío (VIII)	359,87	0,47	-23,28	-39,29	-11%
Araucanía (IX)	181,56	0,93	-23,28	-39,26	-22%
Los Lagos (X)	180,44	0,94	-23,28	-39,27	-22%
Metropolitana (XIII)	392,44	0,43	-23,28	-39,28	-10%
Los Ríos (XIV)	135,04	1,25	-23,28	-39,26	-29%

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los resultados de la simulación del impacto sobre el trabajo agrícola no calificado regional para cada uno de los escenarios propuestos.

Tabla 16. Simulación impacto sobre el trabajo no calificado regional (miles de personas), escenario moderado.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Lu 2015
Atacama (III)	2,72	35,64	-11,64	-11,27	-415%
Coquimbo (IV)	17,97	9,74	-11,64	-20,36	-113%
Valparaíso (V)	24,94	4,45	-11,64	-12,90	-52%
O'Higgins (VI)	31,24	4,88	-11,64	-17,75	-57%
Maule (VII)	50,84	2,35	-11,64	-13,92	-27%
Bío-Bío (VIII)	38,99	1,77	-11,64	-8,02	-21%
Araucanía (IX)	43,41	3,64	-11,64	-18,38	-42%
Los Lagos (X)	25,78	2,59	-11,64	-7,77	-30%
Metropolitana (XIII)	27,28	3,19	-11,64	-10,11	-37%
Los Ríos (XIV)	14,35	4,75	-11,64	-7,93	-55%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Simulación impacto sobre el trabajo no calificado regional (miles de personas), escenario extremo.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Lu 2015
Atacama (III)	2,72	35,64	-23,28	-22,54	-830%
Coquimbo (IV)	17,97	9,74	-23,28	-40,72	-227%
Valparaíso (V)	24,94	4,45	-23,28	-25,81	-103%
O'Higgins (VI)	31,24	4,88	-23,28	-35,50	-114%
Maule (VII)	50,84	2,35	-23,28	-27,85	-55%
Bío-Bío (VIII)	38,99	1,77	-23,28	-16,04	-41%
Araucanía (IX)	43,41	3,64	-23,28	-36,76	-85%
Los Lagos (X)	25,78	2,59	-23,28	-15,54	-60%
Metropolitana (XIII)	27,28	3,19	-23,28	-20,23	-74%
Los Ríos (XIV)	14,35	4,75	-23,28	-15,86	-110%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como los valores para las ϵ regionales tienden a ser mayores que 1, indicando una respuesta más que proporcional ante cambios en la disponibilidad hídrica, es decir una demanda elástica.

En relación al impacto estimado sobre el trabajo agrícola no calificado, se puede observar que, en el escenario moderado de reducción de la disponibilidad hídrica en 11,64 puntos porcentuales, es la región del Bío-Bío la que se ve menos afectada, con una reducción del

trabajo agrícola regional de 8 mil trabajadores no calificados, representando cerca del 21% del empleo sectorial correspondiente al 2015. Para el resto de las regiones más intensivas en agricultura los impactos son mayores, destacando el caso de la región de O'Higgins, con una reducción del trabajo agrícola no calificado superior a los 17 mil trabajadores, correspondientes a cerca de la mitad de la fuerza laboral no calificada del sector.

El caso de Atacama es difícil de interpretar, ya que incluso en el escenario moderado reacciona con una reducción del trabajo agrícola muy por sobre el total regional correspondiente al año 2015. En términos estrictos, esto implica que se termina el trabajo agrícola en la región, lo que no resulta como un escenario plausible. Estos resultados se deben leer con cuidado y más que la atención en la magnitud del impacto, es importante detenerse en la mayor elasticidad (y por tanto mayor reacción) ante cambios en la disponibilidad hídrica con respecto a otras regiones. Estos resultados son reflejo de los datos de la región, los cuales presentan un comportamiento diferente al resto de las regiones analizadas por el modelo.

Finalmente se destaca que, al igual que en el caso del producto agrícola, las regiones menos vulnerables, en términos relativos ante cambios en la disponibilidad hídrica (elasticidades menores) coinciden con aquellas más intensivas en actividad agrícola.

En las tablas a continuación se presentan los resultados de la simulación del impacto sobre el trabajo calificado regional para cada uno de los escenarios propuestos.

Tabla 18. Simulación impacto sobre el trabajo calificado regional (miles de personas), escenario moderado.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Ls 2015
Atacama (III)	6,34	30,07	-11,64	-22,20	-350%
Coquimbo (IV)	27,66	9,68	-11,64	-31,15	-113%
Valparaíso (V)	43,48	3,77	-11,64	-19,06	-44%
O'Higgins (VI)	74,60	3,28	-11,64	-28,43	-38%
Maule (VII)	72,41	2,41	-11,64	-20,33	-28%
Bío-Bío (VIII)	62,34	1,73	-11,64	-12,54	-20%
Araucanía (IX)	45,77	4,65	-11,64	-24,78	-54%
Los Lagos (X)	47,33	2,13	-11,64	-11,73	-25%
Metropolitana (XIII)	68,23	1,84	-11,64	-14,62	-21%
Los Ríos (XIV)	16,87	6,41	-11,64	-12,59	-75%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Simulación impacto sobre el trabajo calificado regional (miles de personas), escenario extremo.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Ls 2015
Atacama (III)	6,34	30,07	-23,28	-44,40	-700%
Coquimbo (IV)	27,66	9,68	-23,28	-62,30	-225%
Valparaíso (V)	43,48	3,77	-23,28	-38,11	-88%
O'Higgins (VI)	74,60	3,28	-23,28	-56,87	-76%
Maule (VII)	72,41	2,41	-23,28	-40,67	-56%
Bío-Bío (VIII)	62,34	1,73	-23,28	-25,09	-40%
Araucanía (IX)	45,77	4,65	-23,28	-49,57	-108%
Los Lagos (X)	47,33	2,13	-23,28	-23,46	-50%
Metropolitana (XIII)	68,23	1,84	-23,28	-29,24	-43%
Los Ríos (XIV)	16,87	6,41	-23,28	-25,17	-149%

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el caso del trabajo no calificado, los valores para las ϵ regionales tienden a ser mayores que 1, indicando una respuesta más que proporcional ante cambios en la disponibilidad hídrica, es decir una demanda elástica. Sin embargo, lo interesante de observar es que para la mayoría de las regiones son menores a las revisadas para el trabajo no calificado. Esto tiene lógica desde el punto de vista económico ya que la demanda por

trabajo especializado tiende a ser más difícil de sustituir que la no calificada, lo cual se ve reflejado en una menor elasticidad relativa.

En relación al impacto estimado sobre el trabajo agrícola calificado por región, se puede observar que en el escenario moderado es nuevamente la región del Bío-Bío la que se ve menos afectada, con una reducción del trabajo agrícola regional de 12,5 mil trabajadores calificados, cercana al 20% del empleo sectorial correspondiente al 2015. Le sigue de cerca la Región Metropolitana con una caída del trabajo agrícola calificado en el escenario moderado cercana a 15 mil trabajadores (21% del empleo total sectorial para 2015).

Entre las regiones más afectadas por la reducción del recurso hídrico, se destaca la Araucanía y Coquimbo, las cuales presentan la mayor reducción de trabajo calificado en los dos escenarios revisados.

Al igual que es el caso revisado anteriormente para el trabajo no calificado en Atacama, en términos estrictos, los resultados presentados para Atacama y Coquimbo (reducciones mayores a 100%) implican que se terminaría el trabajo agrícola en la región, lo que no resulta como un escenario plausible. Al igual que es el caso anterior, estos resultados se deben leer con cuidado y más que la atención en la magnitud del impacto, es importante detenerse en la mayor elasticidad (y por tanto mayor reacción) ante cambios en la disponibilidad hídrica con respecto a otras regiones. Es importante aclarar nuevamente que estos resultados son reflejo de los datos de las regiones respectivas, los cuales presentan un comportamiento diferente al resto de las regiones analizadas por el modelo.

Por otra parte, en las tablas siguientes se presentan los resultados de la simulación del impacto sobre el salario no calificado regional para cada uno de los escenarios propuestos (moderado y extremo, respectivamente).

Tabla 20. Simulación impacto sobre el salario no calificado regional (miles de \$ de 2008), escenario moderado.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Wu 2015
Atacama (III)	305,65	1,82	-11,64	-64,85	-21%
Coquimbo (IV)	127,63	2,34	-11,64	-34,77	-27%
Valparaíso (V)	174,09	1,42	-11,64	-28,85	-17%
O'Higgins (VI)	163,59	1,79	-11,64	-34,06	-21%
Maule (VII)	136,61	1,19	-11,64	-18,94	-14%
Bío-Bío (VIII)	158,40	0,80	-11,64	-14,66	-9%
Araucanía (IX)	82,76	1,82	-11,64	-17,50	-21%
Los Lagos (X)	153,09	0,88	-11,64	-15,73	-10%
Metropolitana (XIII)	214,49	1,08	-11,64	-26,86	-13%
Los Ríos (XIV)	158,60	1,03	-11,64	-19,05	-12%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Simulación impacto sobre el salario no calificado regional (miles de \$ de 2008), escenario extremo.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto % Wu 2015
Atacama (III)	305,65	1,82	-23,28	-129,70	-42%
Coquimbo (IV)	127,63	2,34	-23,28	-69,55	-54%
Valparaíso (V)	174,09	1,42	-23,28	-57,71	-33%
O'Higgins (VI)	163,59	1,79	-23,28	-68,12	-42%
Maule (VII)	136,61	1,19	-23,28	-37,87	-28%
Bío-Bío (VIII)	158,40	0,80	-23,28	-29,31	-19%
Araucanía (IX)	82,76	1,82	-23,28	-35,00	-42%
Los Lagos (X)	153,09	0,88	-23,28	-31,47	-21%
Metropolitana (XIII)	214,49	1,08	-23,28	-53,72	-25%
Los Ríos (XIV)	158,60	1,03	-23,28	-38,10	-24%

Fuente: Elaboración propia

En términos de salario agrícola del trabajo no calificado, es posible observar que sólo las regiones de Bío-Bío y Los Lagos presentan elasticidades menores a 1, es decir con respuestas menos que proporcionales ante cambios en el recurso hídrico de la región (0,80 y 0,88 respectivamente). Esto se refleja en que, ante una reducción del recurso hídrico de 11,64 puntos porcentuales, el salario agrícola no calificado disminuiría en un 9% en Bío-Bío

y en un 10% en Los Lagos, lo que en términos absolutos serían cifras de aproximadamente \$15 mil y \$16 mil mensuales (en pesos de 2008).

Todas las demás regiones presentan elasticidades mayores a 1, siendo la mayor Coquimbo con una elasticidad de 2,34. De esta manera, la región de Coquimbo sería la más afectada (vulnerable) en términos salariales ante reducciones en el recurso hídrico, presentando reducciones de \$35 mil en el escenario moderado y \$70 mil mensuales en el escenario extremo para los trabajadores no calificados.

Las Regiones Metropolitana y del Maule presentan elasticidades cercanas a 1 (unitarias), por lo cual las reducciones salariales son prácticamente proporcionales a las reducciones simuladas del recurso hídrico (caídas del 13% y del 14% respectivamente).

Por último, en las tablas a continuación se presentan los resultados de la simulación del impacto sobre el salario calificado regional para cada uno de los escenarios propuestos.

Tabla 22. Simulación impacto sobre el salario calificado regional, escenario moderado.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto Ws 2015
Atacama (III)	235,92	1,72	-11,64	-47,12	-20%
Coquimbo (IV)	176,37	1,82	-11,64	-37,34	-21%
Valparaíso (V)	295,10	0,94	-11,64	-32,39	-11%
O'Higgins (VI)	205,90	0,81	-11,64	-19,34	-9%
Maule (VII)	232,81	0,61	-11,64	-16,39	-7%
Bío-Bío (VIII)	284,33	0,38	-11,64	-12,54	-4%
Araucanía (IX)	161,43	0,91	-11,64	-17,00	-11%
Los Lagos (X)	325,44	0,44	-11,64	-16,70	-5%
Metropolitana (XIII)	436,21	0,53	-11,64	-26,70	-6%
Los Ríos (XIV)	271,17	0,78	-11,64	-24,46	-9%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Simulación impacto sobre el salario calificado regional, escenario extremo.

Región	2015	Elasticidad Calculada	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado	Impacto Ws 2015
Atacama (III)	235,92	1,72	-23,28	-94,23	-40%
Coquimbo (IV)	176,37	1,82	-23,28	-74,68	-42%
Valparaíso (V)	295,10	0,94	-23,28	-64,77	-22%
O'Higgins (VI)	205,90	0,81	-23,28	-38,68	-19%
Maule (VII)	232,81	0,61	-23,28	-32,79	-14%
Bío-Bío (VIII)	284,33	0,38	-23,28	-25,08	-9%
Araucanía (IX)	161,43	0,91	-23,28	-34,00	-21%
Los Lagos (X)	325,44	0,44	-23,28	-33,41	-10%
Metropolitana (XIII)	436,21	0,53	-23,28	-53,41	-12%
Los Ríos (XIV)	271,17	0,78	-23,28	-48,92	-18%

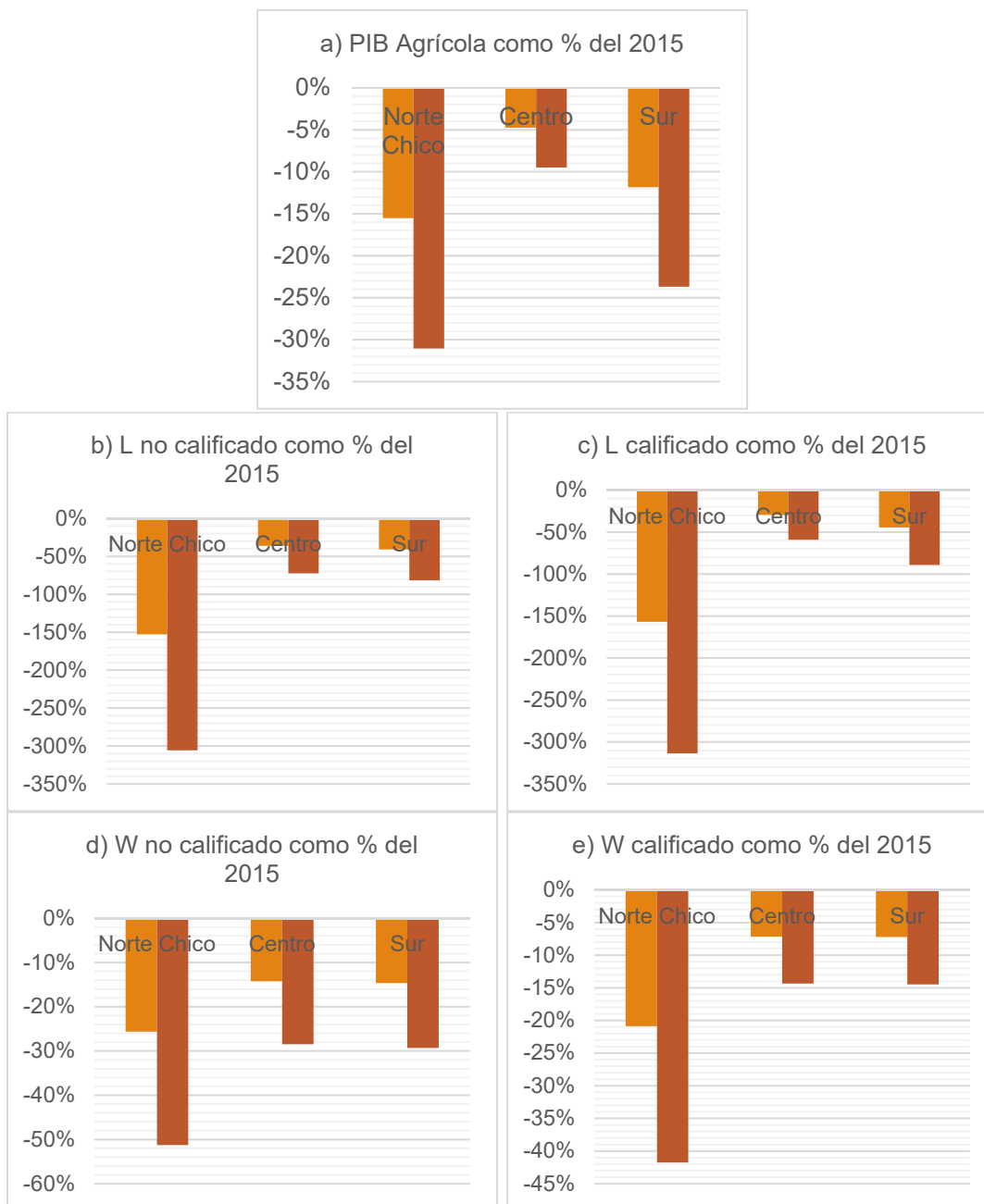
Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el caso analizado anteriormente entre el trabajo no calificado y calificado, consistentemente las elasticidades regionales asociadas al salario de los trabajadores calificados son menores en comparación a las correspondientes al salario de los trabajadores no calificados. Es más, sólo en el caso de Atacama y Coquimbo son mayores a 1.

Para todas las demás regiones se tienen respuestas menos que proporcionales del salario calificado ante cambios en la disponibilidad hídrica de la región. Esto se traduce en que, para el escenario moderado, nos movamos en rangos de reducciones de salario entre \$13 mil para la Región del Bío-Bío hasta disminuciones de \$32 mil para la Región de Valparaíso.

A continuación, y a modo de resumen final, se presenta gráficamente el impacto promedio por Macrozona (Norte Chico, Centro y Sur) de una reducción del recurso hídrico (en ambos escenarios) sobre la variable respectiva correspondiente al año 2015.

Gráfico 5. Impactos promedio por Macrozona, escenarios moderado y extremo.



Fuente: Elaboración propia

Para el caso del producto agrícola, es posible observar como ante una reducción hídrica como la propuesta en el escenario moderado (11,64 puntos porcentuales), el Norte Chico responde en promedio con una caída del producto agrícola cercana al 16% (considerando los valores para el año 2015). Esto a diferencia de la Macrozona Centro y Sur que, ante

una misma reducción del recurso hídrico, disminuirían su producto agrícola promedio en un 5% y un 12%, respectivamente.

4.5. Aplicación de una función de costos Translog

Tal como lo solicitan los términos de referencia del estudio, el modelo teórico y empírico sigue de cerca al estudio Modrego y Ortega (2016). En particular, y tal como también lo solicitan las bases técnicas, se mejora la metodología usando una forma funcional más robusta y flexible, como es la función Translog. Además, se genera un marco teórico específico al problema, basado en el enfoque tradicional de dualidad del problema de minimización de costos. En otras palabras, en lugar de abordar el problema de la firma desde una perspectiva de producción, modelamos el problema de minimización de costos equivalente. En este sentido, si para el modelo de función de producción, se espera que una disminución de la disponibilidad hídrica tenga como principal impacto una disminución de la producción, para el modelo de función de costos, de manera análoga, se espera que una baja en la disponibilidad hídrica produzca un aumento en los costos de la industria agrícola.

Este modelo, al igual que Modrego y Ortega (2016), considera que un cambio en la disponibilidad hídrica tiene un efecto en la productividad total de los factores de producción, lo que repercute a su vez en un cambio en el producto agrícola. De igual forma, se mantiene como hipótesis que este cambio en la productividad producido por la disponibilidad hídrica también afecta la demanda de factores de producción, afectando directamente las demandas por los inputs productivos, en particular demanda por trabajo, por capital y por tierra en la actividad agrícola.

Al igual que Modrego y Ortega (2016), se entiende por disponibilidad hídrica una medida del recurso hídrico disponible para la agricultura y, por ende, una reducción de la disponibilidad hídrica constituye una restricción efectiva al potencial productivo del sector. De hecho, se utiliza la misma variable creada por Modrego y Ortega (2016) actualizada. Esta variable utiliza el caudal promedio anual de los ríos como aproximación de la disponibilidad de agua para riego en la agricultura en cada año. Además, se considera una variable similar que podría reflejar mejor la disponibilidad hídrica para la agricultura.

4.5.1. Modelo Teórico

El modelo utiliza el procedimiento estándar de descomposición del crecimiento de la Productividad Total de Factores (PTF), ver (Denny, Fuss y Waverman s.f.). La tasa de crecimiento de la PTF está definida por:

$$T\dot{F}P = \dot{Q} - \dot{F} \quad (12)$$

donde Q es la cantidad producida y F representa el total factor input. El punto denota la tasa de crecimiento (dado que las variables están en logaritmo). Para F , es usado el conocido índice de Divisa:

$$\dot{F} = \sum_i S_i \dot{X}_i \quad (13)$$

donde S_i es la participación del costo del input i en el costo total de producción (*cost share*), X_i es la cantidad utilizada del input i , y \dot{X}_i representa la tasa de crecimiento de X_i . $S_i \equiv \frac{P_i X_i}{C}$, donde P_i es el precio de i y C es el costo total.

Es importante considerar que cuando se asume un comportamiento de minimización de costos, la función de costos (problema dual) entrega una descripción equivalente de la tecnología de cualquier función de producción que se considere (problema primal), ver (Denny, Fuss y Waverman s.f.). Se asume una función de costos que considera la disponibilidad hídrica:

$$C = f(P_i, Q_i, H, t) \quad (14)$$

donde P es el precio, Q la cantidad producida, H es un índice de disponibilidad hídrica, mientras que t es un índice de "tecnología", que se define como una función del tiempo (tendencia temporal).

Considerando la derivada con respecto al tiempo de la ecuación (14) se tiene:

$$\frac{dC}{dt} = \sum_i \frac{\partial C}{\partial P_i} \frac{\partial P_i}{dt} + \frac{\partial C}{\partial Q} \frac{\partial Q}{dt} + \frac{\partial C}{\partial R} \frac{\partial H}{dt} + \frac{\partial C}{\partial t} \quad (15)$$

Es posible reescribir la ecuación (15) como:

$$\dot{C} = \sum_i S_i \dot{P}_i + \varepsilon_{cq} \dot{Q} + \varepsilon_{cr} \dot{H} + \varepsilon_{ct} \quad (16)$$

donde $S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i}$ es el *cost share* de la variable i (recordar lema de Shephard, ver Chamber 1988), $\varepsilon_{cq} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}$ es la elasticidad del costo total con respecto a la producción, $\varepsilon_{cr} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln H}$ es la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica y $\varepsilon_{ct} = \frac{\partial \ln C}{\partial t}$ es la tasa de cambio tecnológico.

Aquí, el cambio técnico se define como cualquier cambio en la frontera de producción, midiendo así el cambio relativo en el producto Q debido al efecto parcial del índice t de tecnología. El cambio técnico neutral de Hicks ocurre cuando la tasa marginal de sustitución (MRS) entre dos entradas diferentes no se ve afectada por cambios técnicos. El cambio técnico neutral de Hicks es equivalente a un "cambio homotético" en las isocuantas.

Por otro lado, como se indica en (Ohta 1974), el costo total y su derivada temporal se definen como:

$$\dot{C} = \sum_i P_i \dot{X}_i \quad (17)$$

$$\dot{C} = \sum_i S_i \dot{P}_i + \sum_i S_i \dot{X}_i \quad (18)$$

Igualando las ecuaciones (16) y (18) se obtiene:

$$\sum_i S_i \dot{X}_i = \varepsilon_{cq} \dot{Q} + \varepsilon_{cr} \dot{H} + \varepsilon_{ct} \quad (19)$$

Reemplazando en las ecuaciones (12) y (13) se tiene que:

$$T\dot{F}P = \dot{Q}(1 - \varepsilon_{cq}) - \varepsilon_{cr}\dot{H} - \varepsilon_{ct} \quad (20)$$

4.5.2. Estrategia Econométrica

En este modelo, la función de costos tiene como argumentos la producción, y precios de distintos inputs productivos (mano de obra calificada y no calificada, capital y tierra), además de un índice de disponibilidad hídrica. Para desarrollar el modelo econométrico, se utiliza una función del tipo Translog. En particular, la función de costos Translog es una aproximación en series de Taylor de segundo orden para una función de costos arbitraria, ver (Christensen, Jorgenson y Lau 1973).

El principal atributo de la función de costos Translog es que no impone ninguna restricción previa a la estructura de producción, ya sea: homotecia, homogeneidad, rendimientos constantes a escala, elasticidades unitarias (o constantes) de sustitución. De hecho, se permite testear todas las alternativas de configuración anteriores en la estructura de producción. En particular, se utilizará la siguiente función de costos Translog (por economía de espacio, y sin pérdida de generalidad, se reporta un input de trabajo y no los dos utilizados).

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{C}{P_T}\right) = & \theta_0 + \theta_Q \ln Q + \frac{1}{2} \theta_{QQ} (\ln Q)^2 + \theta_r \ln H + \frac{1}{2} \theta_{HH} (\ln H)^2 + \theta_L \ln L + \theta_K \ln K + \theta_{QH} \ln Q \\ & \cdot \ln H + \theta_t \ln t + \frac{1}{2} \theta_{tt} (\ln t)^2 + \theta_{tQ} t \cdot \ln Q + \delta_K \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \delta_L \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \\ & + \frac{1}{2} \gamma_{KK} \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \frac{1}{2} \gamma_{KL} \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) + \frac{1}{2} \gamma_{LL} \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \quad (21) \\ & + \gamma_{tK} t \cdot \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{tL} t \cdot \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) + \gamma_{QK} \ln Q \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{QL} \ln Q \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \\ & + \gamma_{HK} \ln H \ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{HL} \ln H \ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) + \mu_t \end{aligned}$$

Se asumirá simetría y $ij = \gamma_{jk}$. Además, las siguientes restricciones se impondrán de manera de contar con una función de costos bien comportada:

$$\sum_i \delta_i = 1 \quad (22)$$

$$\sum_i \gamma_{Qi} = 0 \quad (23)$$

$$\sum_i \gamma_{ij} = \sum_i \gamma_{ji} = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad (24)$$

La estimación de la ecuación (20) puede ser llevada a cabo directamente, sin embargo, como el capital, trabajo y tierra suman uno ($\sum_{i=K,L,T} S_i = 1$), solo dos ecuaciones de *cost-share* y la función global de costos son necesarias para estimar todos los coeficientes. Así, derivando parcial (y logarítmicamente) la ecuación (20) y considerando el Lema de Shepard (Shepherd 1970), las ecuaciones de participación del costo de cada input con respecto al costo total (*cost-share*) pueden ser obtenidas:

$$S_K = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_K} = \delta_k + \gamma_{KK} \ln \left(\frac{P_K}{P_T} \right) + \gamma_{KL} \ln \left(\frac{P_L}{P_T} \right) + \gamma_{tK} t + \gamma_{QK} \ln Q + \gamma_{HK} \ln H \quad (25)$$

$$S_L = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_L} = \delta_L + \gamma_{KL} \ln \left(\frac{P_K}{P_T} \right) + \gamma_{LL} \ln \left(\frac{P_L}{P_T} \right) + \gamma_{L} t + \gamma_{QL} \ln Q + \gamma_{HL} \ln H \quad (26)$$

Una vez estimados todos los parámetros, se puede estimar una serie de elasticidades, además de la descomposición del crecimiento de la PTF. La técnica más común para estimar un sistema de ecuaciones simultáneas es la Regresión Aparentemente No Relacionada (*Seemingly Unrelated Regression*, SUR). Es bien sabido que este procedimiento de estimación es más eficiente que el de OLS cuando los errores a través de las ecuaciones en el sistema están correlacionados contemporáneamente. Aquí se utiliza el método SUR no lineal para estimar conjuntamente los coeficientes de las ecuaciones (10), (14) y (15).

Como es usual, se supone que los errores asociados con las dos ecuaciones de se distribuyen normalmente. Las estimaciones de parámetros que utilizan el SUR no lineal son numéricamente equivalentes a las de la estimación de máxima verosimilitud.

Primero, la tasa de cambio tecnológico, ε_{ct} , es estimada como:

$$\varepsilon_{ct} = \theta_t + \theta_{tt}t + \theta_{tQ}\ln Q + \gamma_{tK}\ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{tL}\ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \quad (27)$$

Segundo, la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica, ε_{cH} , se calcula como:

$$\varepsilon_{cH} = \theta_H + \theta_{HH}\ln H + \theta_{QH}\ln Q + \gamma_{HK}\ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{HL}\ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \quad (28)$$

Finalmente, la elasticidad del costo total con respecto a la producción, ε_{cQ} , se define como:

$$\varepsilon_{cQ} = \theta_Q + \theta_{QQ}\ln Q + \theta_{QH}\ln H + \theta_{tQ}t + \gamma_{QK}\ln\left(\frac{P_K}{P_T}\right) + \gamma_{QL}\ln\left(\frac{P_L}{P_T}\right) \quad (29)$$

Basándose en (Hanoch 1975), las economías de escala se definen como uno menos la elasticidad del costo total respecto a la producción:

$$\Psi = 1 - \varepsilon_{cQ} \quad (30)$$

Ψ es positiva para economías de escala y negativa para diseconomías de escala.

Por otro lado, los retornos de escala (RDE) pueden ser calculados como el inverso de la elasticidad del costo total respecto a la producción:

$$\mu = \frac{1}{\varepsilon_{cQ}} \quad (31)$$

Los retornos de escala y las economías de escala son lo mismo cuando la función de producción es homotética.

Otro tipo de elasticidades muy útiles son las elasticidades cruzadas de demanda por inputs de producción, que pueden calcularse como:

$$\eta_{ii} = \frac{Y_{ii}}{S_i} + S_i - 1 \quad (32)$$

$$\eta_{ij} = \frac{Y_{ij}}{S_i} + S_i, \quad i \neq j \quad (33)$$

Además, las elasticidades parciales de sustitución de Allen entre los factores i y j son, ver (Uzawa 1962):

$$\sigma_{ij} = \frac{Y_{ij}}{S_i S_j} + 1, \quad i \neq j \quad (34)$$

Estas elasticidades miden el porcentaje de cambio en proporción a los factores dado un cambio de un uno por ciento en sus precios relativos. En general, $\eta_{ij} = S_i \sigma_{ij}$.

4.5.3. Resultados Modelo Translog

A continuación, se presentan los resultados del modelo Translog para analizar el impacto de la disponibilidad de agua a nivel regional en la actividad agrícola. Al modelar las ecuaciones (21), (25) y (26), considerando la variable de disponibilidad hídrica, como una variable exógena sin precio, obtenemos los siguientes resultados corriendo una regresión del tipo FGNLS. El modelo considera 77 observaciones, constituidas por 11 regiones y 7 años para cada una (2009 a 2015).

Tabla 24. Resultados del modelo Translog para analizar el impacto de la disponibilidad de agua a nivel regional en la actividad agrícola.

Equation	Obs	Parms	RMSE	R-sq
Inc	77	20	0.566178	0.72
sk	77	6	0.0601765	0.733
slu	77	6	0.0001351	0.778
var	Coef.	Std. Err.	z	P> z
/by	-1.49014	0.3819482	-3.9	0.00000
/byy	-0.0845334	0.077412	-1.09	0.27500
/blwa	0.8145195	0.1230467	6.62	0.00000
/blwalwa	0.0299059	0.035629	0.84	0.40100
/blway	0.3761479	0.0716691	5.25	0.00000
/dt	0.0279934	0.0088305	3.17	0.00200
/dtt	-0.0008938	0.0001918	-4.66	0.00000
/dyt	-0.0112757	0.0036759	-3.07	0.00200
/ak	0.6832949	0.1030649	6.63	0.00000
/al	0.0026956	0.0003665	7.36	0.00000
/gkk	0.1174389	0.0192334	6.11	0.00000
/gll	0.0002116	0.0000215	9.86	0.00000
/gkl	0.0000524	0.0000555	0.94	0.34500
/bky	0.0384871	0.0130037	2.96	0.00300
/bly	0.0000571	0.0000407	1.4	0.16000
/dkt	0.0010357	0.0002598	3.99	0.00000
/dlt	1.21E-06	7.09E-07	1.71	0.08700
/bklwa	-0.0729213	0.0115813	-6.3	0.00000
/bllwa	-0.0001337	0.0000303	-4.41	0.00000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se puede apreciar que el modelo es robusto, con R^2 s altos, y con la mayoría de sus variables significativas. Es importante destacar que la inclusión de la variable de disponibilidad hídrica en el modelo mejora considerablemente la especificación translog tradicional. Las variables /bklwa y /bllwa son significativas al 1%, indicando un impacto económico relevante por parte de la variable disponibilidad hídrica. En particular el impacto presenta un coeficiente negativo, tanto para el capital como el trabajo, indicando que una menor disponibilidad hídrica aumentará los costos de producción, tal como era de esperar. Es importante señalar que los coeficientes del sistema de ecuaciones simultáneas mostrado en la tabla anterior, no tienen una interpretación directa, pero nos sirven para calcular: i) la tasa de cambio tecnológico ε_{ct} , ecuación (27), ii) la elasticidad del costo total con respecto

a la disponibilidad hídrica ε_{cH} , ecuación (28), y iii) la elasticidad del costo total con respecto a la producción ε_{cq} , ecuación (29). Todas las cuales permiten calcular la tasa de cambio de la productividad total de factores a partir de la ecuación (20), esto es: $T\dot{F}P = \dot{Q}(1 - \varepsilon_{cq}) - \varepsilon_{cr}\dot{H} - \varepsilon_{ct}$.

Más abajo, en la tabla 25, se presentan: el cambio tecnológico, las economías de escala, la elasticidad de la disponibilidad hídrica, y la productividad total de factores, tanto a nivel global como por región.

Tabla 25. Tasas de cambio/Elasticidades encontradas.

Región	Tasa de cambio tecnológico ε_{ct}	Elasticidad del costo total con respecto a la producción ε_{cq}	Elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica ε_{cH}	Tasa de cambio de la TFP
Atacama (III)	-0,226358	0,310325	-1,031833	-0,251949
Coquimbo (IV)	-0,215553	0,284633	-0,629617	-0,208208
Valparaíso (V)	-0,063574	0,368999	-0,365108	-0,012297
O'Higgins (VI)	-0,01423	0,460812	-0,082927	0,006263
Maule (VII)	-0,007722	0,68068	-0,310133	0,004926
Bío-Bío (VIII)	0,003537	0,735846	-0,286056	-0,004967
Araucanía (IX)	0,002733	0,772169	-0,53717	-0,002014
Los Lagos (X)	0,010061	0,799077	-0,595625	0,016518
Metropolitana (XIII)	-0,166446	-0,227715	-0,211144	-0,11916
Los Ríos (XIV)	0,044898	0,57734	-0,720159	0,05739

Fuente: Elaboración propia

Dado que el propósito del presente estudio es el análisis del impacto de la restricción hídrica en la industria agrícola, de los resultados del modelo de costos Translog resumidos en la tabla anterior, el de mayor interés y en el cual nos concentraremos es la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica ε_{cH} . Esta elasticidad permite analizar el impacto por región en la estructura de costos de la industria agrícola producto la disminución (aumento) de la disponibilidad hídrica.

En este contexto, nuevamente se observa que los signos y magnitudes de las elasticidades calculadas a partir del modelo de costos Translog son las adecuadas, presentándose un mayor impacto en los costos de las regiones del norte del país, ver la elasticidad del costo

total con respecto a la disponibilidad hídrica ε_{cH} , para las regiones de Atacama y Coquimbo. En particular, si la disponibilidad hídrica disminuye en un 10%, los costos de las regiones aumentarán en 10.31% y 6.29% para las regiones de Atacama y Coquimbo respectivamente. En la tabla siguiente se simula el impacto en costos por región, producto de una disminución moderada en la disponibilidad hídrica, tal como fue visto en la sección anterior.

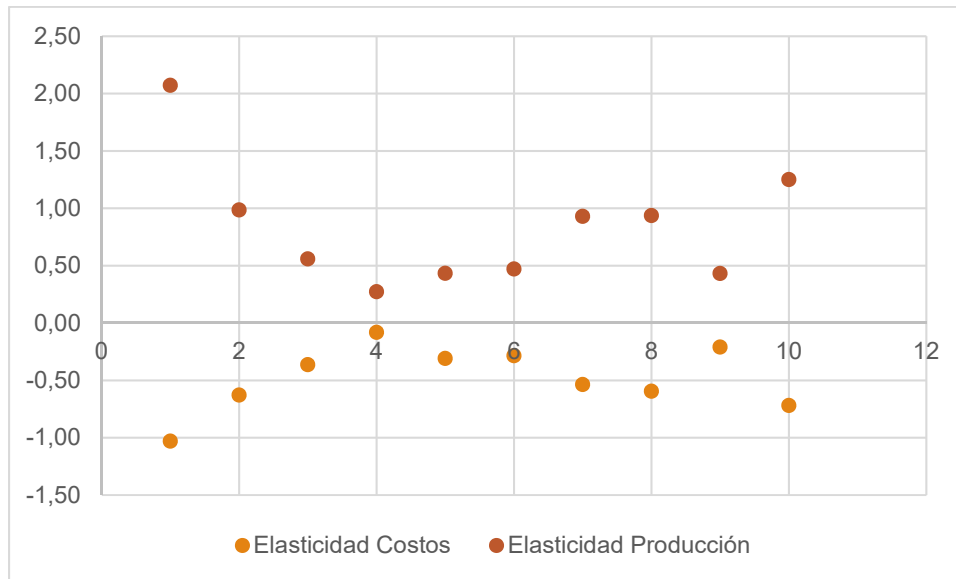
Tabla 26. Simulación del impacto en costos por región producto de una disminución moderada en la disponibilidad hídrica.

Región	Elasticidad Costos	Cambio Simulado en H	Impacto Estimado Costos (%)
Atacama (III)	-1,03	-11,64	12,0%
Coquimbo (IV)	-0,63	-11,64	7,3%
Valparaíso (V)	-0,37	-11,64	4,2%
O'Higgins (VI)	-0,08	-11,64	1,0%
Maule (VII)	-0,31	-11,64	3,6%
Bío-Bío (VIII)	-0,29	-11,64	3,3%
Araucanía (IX)	-0,54	-11,64	6,3%
Los Lagos (X)	-0,60	-11,64	6,9%
Metropolitana (XIII)	-0,21	-11,64	2,5%
Los Ríos (XIV)	-0,72	-11,64	8,4%

Fuente: Elaboración propia

Como era de esperar, los impactos en la estructura de costos de la industria agrícola, producto de una restricción hídrica, están muy en línea con los resultados econométricos del modelo de producción, tal como se muestra el gráfico siguiente. En este sentido, si para el modelo de función de producción, esperamos que una disminución de la disponibilidad hídrica tenga como principal impacto una disminución de la producción, para el modelo de función de costos, de manera análoga esperamos que una baja en la disponibilidad hídrica produzca un aumento en los costos de la industria agrícola.

Gráfico 6. Comparación modelos econométricos de costos y producción.



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, el análisis de costos que permite realizar este nuevo modelo económico de impacto hídrico basado en una forma funcional del tipo Translog, puede ser visto como complementario al análisis realizado en la sección anterior, que usa una estructura de producción del tipo Leontief Generalizada. En particular, la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica, ε_{cH} , representa una forma directa de ver el impacto monetario en los agricultores producto de una restricción hídrica, derivándose además de una manera robusta y también directa de un modelo dual de costos tradicional, muy utilizado en la literatura de la economía agraria.

5. Caracterización del sector frutícola y vitivinícola de la región de Valparaíso

Antes de presentar los resultados Del levantamiento primario de información, se exponen, a modo referencial, las principales cifras de los sectores frutícolas y vitivinícolas de la Región de Valparaíso.

5.1. Sector Frutícola de la Región de Valparaíso

5.1.1. Importancia de la Región de Valparaíso a nivel nacional

De acuerdo a los últimos catastros frutícolas CIREN-ODEPA, la superficie total de frutales supera las 310 mil hectáreas, de las cuales un 85% corresponde a frutales mayores, y el restante 15% a frutales menores⁸.

En cuanto a los frutales mayores, la Región de Valparaíso representa un 17,6% de la superficie frutícola a nivel nacional, siendo la cuarta en importancia a nivel total. En cuanto a las especies menores, la importancia relativa de la Región de Valparaíso es menor, alcanzando un 5,9% de la superficie total a nivel nacional (ver tabla siguiente).

Tabla 27. Proporción de la superficie frutícola por región, especies mayores y menores

Región	IV 2015	V 2017	RM 2017	VI 2015	VII 2016	VIII 2016	IX 2016	Otras	TOTAL
Especies mayores	9,0%	17,6%	17,7%	28,1%	19,7%	2,2%	1,4%	4,3%	100,0%
Especies menores	8,5%	5,9%	4,1%	5,6%	30,8%	19,9%	14,6%	10,7%	100,0%

Nota: El número después de la región representa el año del catastro del cual fue tomado el dato.
Fuente: Elaboración propia en base a Catastros Frutícolas CIREN-ODEPA⁹.

⁸ En la categoría frutales mayores se encuentran especies arbóreas con gran importancia respecto a la superficie cultivada, mientras que en la categoría frutales menores se encuentran especies de características herbáceas (frutillas) o arbustivas (frambuesas), y también especies arbóreas de escasa área cultivada o en reciente proceso de expansión.

⁹ http://www.odepa.gob.cl/documentos_informes/catastro-fruticola-ciren-odepa/

La especie en que la Región de Valparaíso cobra mayor relevancia a nivel nacional es el palto, con un 64% de la superficie plantada total a nivel nacional. Asimismo, la región presenta una proporción importante de las plantaciones de duraznero tipo conservero (31%), limonero (28%), damasco (28%), uva de mesa (23%) y nogal (22%).

Sin embargo, para algunas de estas especies menores la Región de Valparaíso es la principal productora, como por ejemplo para la nuez de macadamia (100%), lúcumo (99%), chirimoyo (94%), kumquat (82%), feijoa (77%) y níspero (51%).

5.1.2. Principales Cifras del Sector Frutícola de la Región de Valparaíso

De acuerdo al Catastro Frutícola 2017, en la región de Valparaíso hay 5.802 predios frutícolas, que cubren un total de 163.394 hectáreas en 32 comunas.

La comuna con más predios frutícolas a nivel regional es Santa María, seguida de las comunas de Putaendo, San Esteban, San Felipe y Cabildo (ver tabla siguiente). Estas cinco comunas representan en conjunto un 45% del total de predios frutícolas en la región.

Tabla 28. Número de predios y Superficie frutícola por comuna, Región de Valparaíso

Comuna	Predios		Superficie (há)		Promedio superficie por predio
	Total	% predial	Total	% superficie	
Santa María	653	11,3%	3.407	6,9%	5
Putaendo	519	8,9%	1.981	4,0%	4
San Esteban	508	8,8%	3.323	6,7%	7
San Felipe	488	8,4%	4.041	8,1%	8
Cabildo	450	7,8%	4.425	8,9%	10
La Cruz	336	5,8%	1.858	3,7%	6
Quillota	331	5,7%	2.932	5,9%	9
La Ligua	302	5,2%	1.810	3,6%	6
Hijuelas	291	5,0%	2.826	5,7%	10
Calle Larga	270	4,7%	2.344	4,7%	9
Petorca	233	4,0%	1.570	3,2%	7
Nogales	229	3,9%	2.301	4,6%	10
Catemu	153	2,6%	1.798	3,6%	12
Llailay	150	2,6%	3.662	7,4%	24
Rinconada	149	2,6%	1.558	3,1%	10
Panquehue	131	2,3%	2.802	5,6%	21

Comuna	Predios		Superficie (há)		Promedio superficie por predio
	Total	% predial	Total	% superficie	
Limache	128	2,2%	907	1,8%	7
La Calera	108	1,9%	569	1,1%	5
Olmué	81	1,4%	269	0,5%	3
Los Andes	72	1,2%	1.076	2,2%	15
Casablanca	64	1,1%	541	1,1%	8
Santo Domingo	52	0,9%	2.231	4,5%	43
San Antonio	29	0,5%	817	1,6%	28
Puchuncaví	20	0,3%	95	0,2%	5
Cartagena	14	0,2%	135	0,3%	10
Zapallar	12	0,2%	150	0,3%	13
Algarrobo	8	0,1%	26	0,1%	3
Quilpué	8	0,1%	81	0,2%	10
Villa Alemana	5	0,1%	22	0,0%	4
Valparaíso	4	0,1%	25	0,1%	6
Papudo	2	0,0%	3	0,0%	2
Quintero	2	0,0%	34	0,1%	17
Total	5.802	100,0%	49.619	100,0%	9

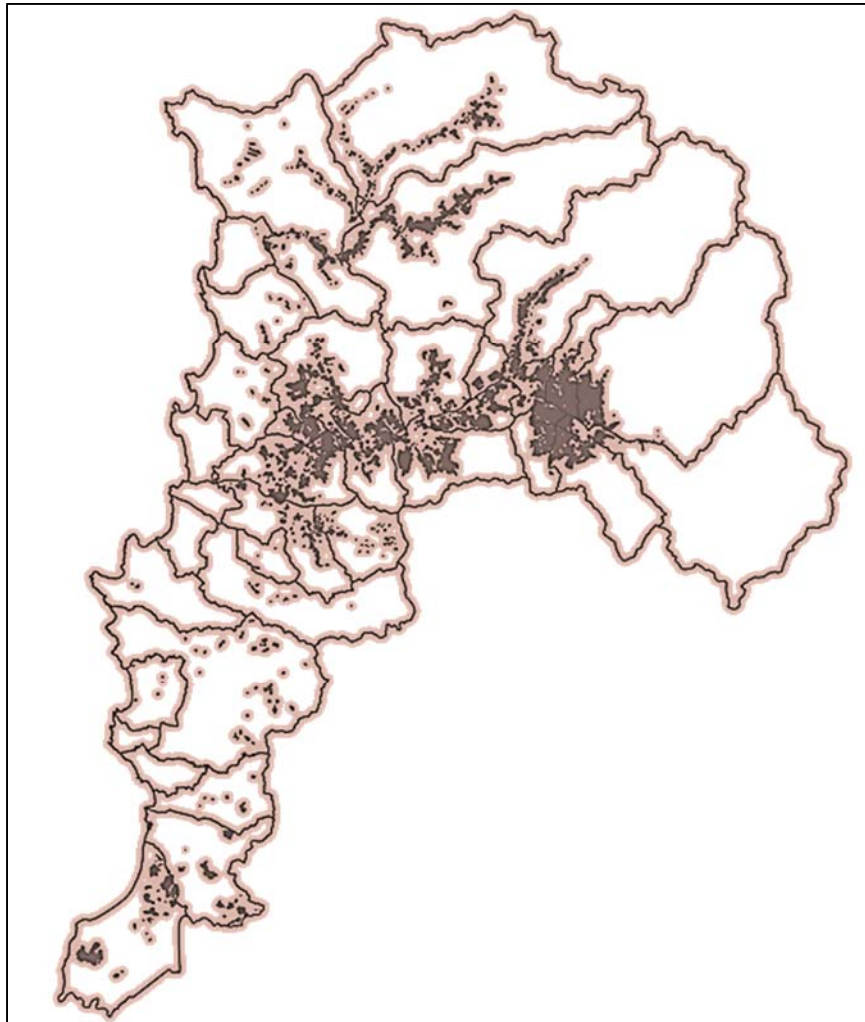
Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Frutícola 2017, Región de Valparaíso.

Ahora bien, si se considera la superficie frutícola, la comuna con mayor representación a nivel regional es Cabildo, con casi 4.500 hectáreas cubiertas por frutales, seguida de las comunas de San Felipe y Lailay.

En la región, ocho comunas abarcan casi un 60% de la superficie frutícola total¹⁰. En general los predios frutícolas se concentran en los valles de la depresión intermedia de la región, lo que se puede apreciar de mejor forma en la figura siguiente.

¹⁰ Además de las tres mencionadas, se encuentran Santa María, San Esteban, Quillota, Hijuelas, y Panquehue.

Figura 2. Distribución de los predios frutales, Región de Valparaíso.



Fuente: Catastro Frutícola 2017, Región de Valparaíso.

Las plantaciones de paltos se concentran principalmente en las comunas de Cabildo, Hijuelas, La Cruz, Lailla, Panquehue, Quillota y Santo Domingo, las que en conjunto concentran un 75% de la superficie para esta especie. La uva de mesa, por su parte, concentra su producción en las comunas de San Felipe, San Esteban, Santa María, Calle Larga y Lailla, las que suman un 76% de la superficie para esta especie a nivel regional, tal como se observa en la tabla a continuación.

Tabla 29. Superficie plantada por comuna de las principales especies frutícolas, Región de Valparaíso.

Comuna	Almendro	Duraznero tipo conservero	Limonero	Mandarino	Naranja	Nogal	Olivo	Palto	Vid de mesa	Otras especies
Algarrobo			7				9	9		2
Cabildo	542		389	103	108	320	0	2.904		58
Calle Larga		460		26	34	566	15	17	1.190	37
Cartagena	5	24	7		0	90		8		1
Casablanca	39		1	0		167	82	5		246
Catemu	4	46	4	17	19	490	23	474	643	78
Hijuelas	50	2	62	101	136	115	1	2.236		123
La Calera	1		9	16	5	10		510		18
La Cruz	0		38	29	71	4	0	1.666		50
La Ligua	50		234	20	24	3	256	1.098		127
Limache	78		160	44	83	120	1	374	18	28
Llaillay	70	18	11	516	48	223	31	1.555	967	224
Los Andes		114				331	1	31	595	5
Nogales	129	1	133	177	354	585	23	836		61
Olmué	18		54	18	17	12	24	77		49
Panquehue	7	156	20	324	15	142	1	1.707	390	38
Papudo						1	2	1		0
Petorca	33	0	106	152	30	376	21	761		91
Puchuncaví			28	4	5	7	12	37		3
Putendo	18	745	3	21	1	749	13	4	190	237
Quillota	3		316	64	258	53	20	2.033	9	175
Quilpué	0	1				16	51	8		4
Quintero			20				14			0
Rinconada		176		12		451		23	863	34
San Antonio	109		23		48	250	212	169		5

Comuna	Almendro	Duraznero tipo conservero	Limonero	Mandarino	Naranja	Nogal	Olivo	Palto	Vid de mesa	Otras especies
San Esteban	8	256	1	54		657	27	70	2.050	200
San Felipe		510	1	119	9	568	5	259	2.304	266
Santa María	1	451	0	80	4	413	155	41	1.972	289
Santo Domingo	10		4			60		2.157		0
Valparaíso						3		20		2
Villa Alemana				3	1			3		15
Zapallar	1		29	9	32	5	21	44		10
Total	1.178	2.960	1.658	1.910	1.302	6.786	1.021	19.135	11.190	2.479

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Frutícola 2017, Región de Valparaíso.

Los huertos de nogales, por su parte, se distribuyen en un número mayor de comunas, siendo las principales Putaendo, San Esteban, Nogales, San Felipe, Calle Larga, Catemu, Rinconada y Santa María, sumando todas ellas un 59% de la superficie a nivel regional.

En cuanto a las principales especies frutícolas de la región de Valparaíso son el palto (19.135 há), la uva de mesa (11.190 há) y el nogal (6.789 há), que en conjunto representan un 75% de la superficie frutícola total de la región (ver siguiente tabla). Otras especies importantes en la región son el duraznero conservero y algunos cítricos, tales como el limonero, mandarino y naranja. De cualquier modo, en la región se explotan 37 especies diferentes de frutales.

Tabla 30. Superficie total por especie, edad de la plantación y destino de la producción, Región de Valparaíso.

Especie	Superficie (há)	Edad Promedio	Producción (Ton)	Cantidad exportada (Ton)	Cantidad consumo interno (Ton)	Cantidad agroindustria (Ton)	Cantidad de desecho (Ton)	Rendimiento promedio (Ton/há)
Palto	19.135	17	184.467	120.612	62.459	1.396	0	9
Vid de mesa	11.190	10	206.316	153.983	2.877	48.739	717	25
Nogal	6.786	8	18.260	10.155	3.438	4.664	3	3
Duraznero tipo conservero	2.960	10	76.822	121	2.552	74.147	2	31
Mandarino	1.910	7	44.056	34.314	9.707	0	34	29
Limonero	1.658	11	41.789	16.616	25.163	0	11	32
Naranja	1.302	11	39.283	23.159	16.087	36	1	33
Almendro	1.178	11	1.776	562	862	352	0	3
Olivo	1.021	30	6.026	0	481	5.542	3	6
Otras	2.479	13	36.213	14.932	14.000	7.182	99	

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Frutícola 2017, Región de Valparaíso.

Como se aprecia en la tabla anterior, la edad promedio de las plantaciones, para las principales especies de la región esta bordea los 10 años en la mayor parte de ellas, a excepción de olivos y paltos, que presentan edades promedio mayores.

En general el destino de la producción de las principales especies frutícolas es el mercado de exportación. Esto se ve reflejado en forma importante en las producciones de los paltos, viñedos de uva de mesa, mandarinos y nogales. De hecho, solo en el caso de los olivos y durazneros el destino principal es la agroindustria y no las exportaciones en forma directa.

Finalmente, el catastro entrega información sobre el tipo de riego utilizado en los diferentes predios. Tal como se aprecia en la tabla 31, el riego por goteo es el más utilizado en la región, seguido del riego por microaspersión, y el riego por surcos (57,5%, 27,9% y 11,1% de la superficie frutícola regional, respectivamente).

Tabla 31. Tipos de riego y porcentaje de superficie frutícola, para las principales especies Región de Valparaíso.

Especie	Goteo (há)	Microaspersión (há)	Surco (há)	Otros (há)
Palto	5.701	11.759	353	1.321
Vid de mesa	9.315	50	1.803	23
Nogal	4.273	1.408	1.000	105
Duraznero tipo conservero	1.189	3	1.753	15
Mandarino	1.862	41	6	1
Limonero	1.459	171	9	19
Naranja	1.105	163	30	4
Almendro	1.109	23	43	4
Olivo	838	14	35	133
Otras	1.690	203	476	309
Total	57,3%	27,8%	11,1%	3,9%

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Frutícola 2017, Región de Valparaíso.

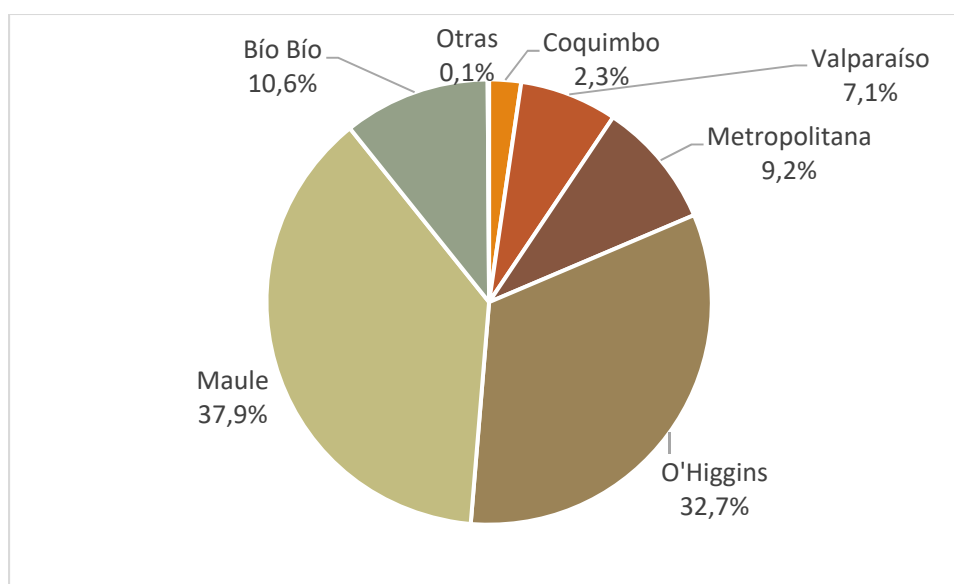
El riego por goteo es el más usado en la mayoría de las principales especies, siendo los huertos de paltos y durazneros los únicos en que el sistema de riego principal es otro (microaspersión y surcos respectivamente).

5.2. Sector Vitivinícola de la Región de Valparaíso

5.2.1. Importancia de la Región de Valparaíso a nivel nacional

De acuerdo al último catastro vitícola del SAG¹¹ (2015), la superficie total de vides viníferas alcanza casi las 142 mil hectáreas, de las cuales la mayoría se encuentran en la región del Maule (37,9%) y O'Higgins (32,7%). Solo un 7% se encuentran en la Región de Valparaíso, posicionándose en el quinto lugar en importancia (ver siguiente gráfico).

Gráfico 7. Proporción de la superficie vinífera por región.



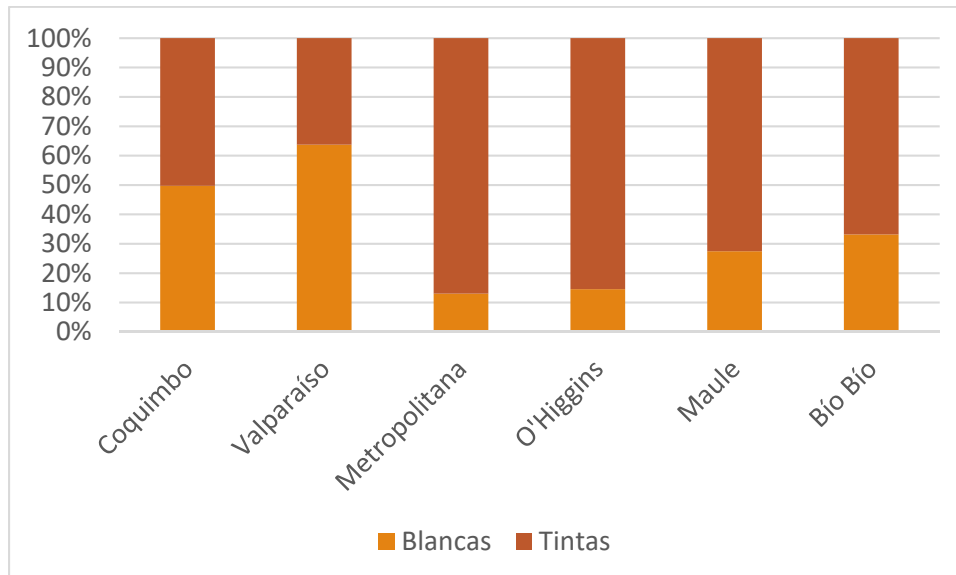
Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

En la Región de Valparaíso la mayor proporción de la superficie con vides viníferas corresponden a cepas blancas, siendo la única región de las consideradas en donde estas cepas son mayoría (aunque en Coquimbo la proporción entre blancas y tintas es prácticamente idéntica)¹².

¹¹ <http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/catastro-viticola-nacional>

¹² Debe señalarse que de acuerdo al catálogo vitícola 2015, las vides utilizadas para el pisco en la región de Coquimbo son otra categoría independiente, alcanzando en total las 8.053,28 hectáreas.

Gráfico 8. Proporción de la superficie con vides blancas y tintas, por región.



Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

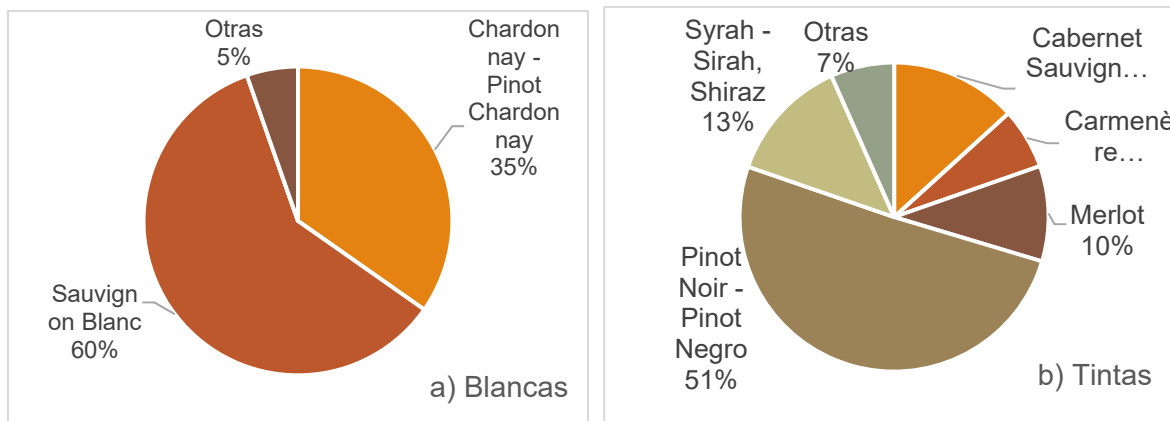
5.2.2. Principales Cifras del Sector Vitivinícola de la Región de Valparaíso

El último catastro vitícola contabilizó 1.526 predios productores de vides viníferas, correspondientes a 9.829 hectáreas de superficie.

Del total de predios, 799 (52,4%) corresponden a cepas blancas, mientras que los 727 predios restantes producen cepas tintas (47,6%). Ahora bien, si se considera la superficie por tipo de cepa, 6.255 hectáreas son ocupadas por cepas blancas (63,6%), y 3.573 hectáreas corresponden a cepas tintas (36,4%).

Con respecto a las cepas blancas, la mayor parte de la superficie corresponde a plantaciones de Sauvignon Blanc, mientras que en las cepas tintas la mayor proporción es utilizada por Pinot Noir – Pinot negro (ver gráfico 9 a continuación).

Gráfico 9. Porcentaje de la superficie de vides viníferas por cepa, Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

Las principales comunas que producen vides viníferas en la región son Casablanca y San Antonio, que sumadas abarcan casi el 80% de la superficie plantada a nivel regional.

Tabla 32. Principales comunas productoras de vides viníferas, por tipo de cepa, Región de Valparaíso.

Comuna	Vinífera Blanca	Vinífera Tinta	Total
Casablanca	4.361	1.448	5.809
San Antonio	1.309	679	1.988
Santo Domingo	250	88	338
Panquehue	7	278	285
Hijuelas	7	267	274
Quillota	153	83	235
Santa María	3	151	153
Cartagena	91	56	147
Otras	74	525	599
Total	6.255	3.573	9.829

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

En relación al tamaño de las explotaciones, el mayor número de predios se concentra en el rango entre 10 y 50 hectáreas, mientras que la mayor parte de la superficie la ocupan los predios mayores a 100 hectáreas los que, con un tamaño promedio de 156 hectáreas por predio, representan un 48% de la superficie total.

Tabla 33. Número de predios y superficie por tamaño de los predios.

Tamaño	N° Predios	Superficie (há)	Tamaño promedio (há)
< 1 há	7	3	0,4
≥ 1 < 5 há	48	129	2,7
≥ 5 < 10 há	44	323	7,4
≥ 10 < 50 há	108	2.591	24,0
≥ 50 < 100 há	31	2.097	67,6
≥ 100 há	30	4.685	156,2

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

El catastro no entrega información respecto al tipo de riego usado, limitándose solo a clasificar los predios como seco, con riego y vegas.

Tabla 34. Superficie de vides viníferas por tipo de riego, por región.

Región	Riego	Secano	Vega	Total
Coquimbo	3.289,55	0,00	0,00	3.289,55
Valparaíso	10.043,11	11,40	6,50	10.061,01
O'Higgins	45.615,61	734,67	63,90	46.414,18
del Maule	46.515,09	6.618,52	704,94	53.838,54
Bío-Bío	2.460,80	12.194,95	451,59	15.107,34
Metropolitana	13.057,26	0,40	0,00	13.057,66
Otros	123,64	26,20	0,00	149,84

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro Vitícola Nacional 2015 – SAG.

En relación al riego, tanto Maule como O'Higgins poseen las mayores participaciones a través de este medio, con un 38% cada una. Le siguen la región Metropolitana con un 11% de participación y Valparaíso con un 8%. En Coquimbo (3% de total) este sistema es el único utilizado, de acuerdo al registro del catastro. El seco solo es relevante en Maule y Biobío, así como las vegas.

6. Resultados del levantamiento primario de información

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del levantamiento de información primaria, con el fin de dar cumplimiento al objetivo específico 2 del estudio, que corresponde a “determinar y describir/caracterizar las medidas de adaptación, con énfasis en la innovación, gestión predial, mecanización, infraestructura u otras medidas, directas e indirectas, que adopten los agricultores frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos en el sector frutícola y vitivinícola de la Región de Valparaíso, tanto a nivel predial como regional.”

En un primer punto, que se enfoca más en las medidas intraprediales, se presenta un análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta a una muestra aleatoria de 378 agricultores (fruticultores y vitivinicultores) de la región de Valparaíso. Un segundo punto, con más énfasis en medidas regionales, resume los resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizadas a distintos actores clave de la región. La sección termina extrayendo conclusiones y recomendaciones de como promover el desarrollo de estrategias adecuadas para enfrentar las sequías en la región.

Junto con presentar y caracterizar las medidas de adaptación adoptadas por los agricultores de la región, en el Anexo 10 se presenta una caracterización de las explotaciones y sus administradores o propietarios¹³. Esta caracterización de la muestra se hace en términos de atributos del predio como la superficie, la ubicación, las especies cultivadas, el tipo de propiedad y de atributos del administrador o propietario como edad, nivel educacional, participación en asociaciones y en programas del Estado.

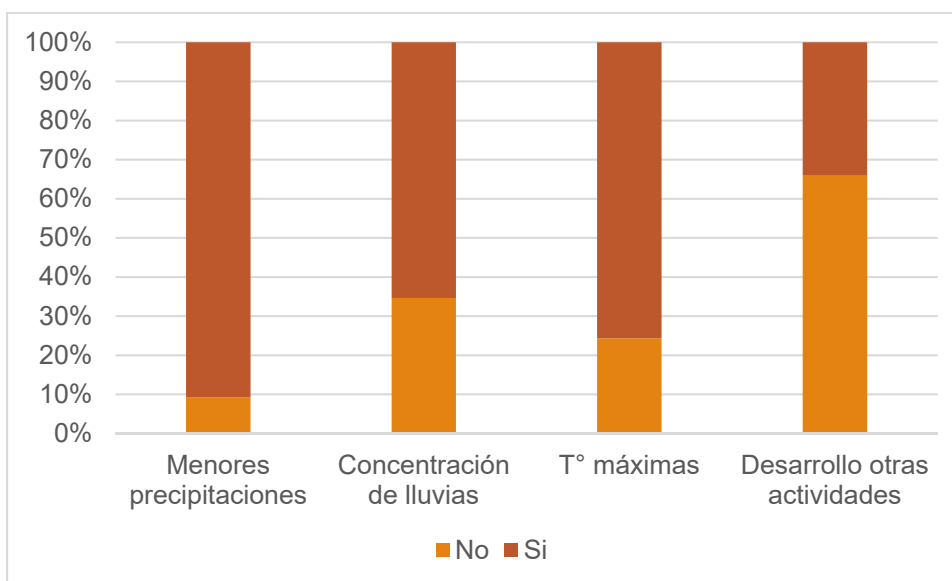
¹³ Se entiende que el administrador es la persona que está a cargo de la unidad administrativa, sin tener el título de propietario del terreno. Asume responsabilidades en cuanto la planificación y operación de las actividades productivas del predio (preparación de suelos, plantación o siembra, fertilización, riego, fumigación, cosecha, comercialización, etc.), y otras relacionadas al manejo de los trabajadores, recursos financieros, contabilidad, etc.

El propietario o dueño del predio realiza las mismas labores anteriores, solo que posee el título (o está en proceso de obtenerlo u otra situación).

6.1. Percepción de altas temperatura y falta de disponibilidad de agua y medidas de Adaptación

Al ser consultados los encuestados respecto a si habían enfrentado algunas situaciones agroclimáticas en la zona en los últimos cinco años, el siguiente gráfico presenta la desagregación porcentual de tales respuestas. Cabe mencionar que los encuestados respondieron independientemente por cada evento.

Gráfico 10. Eventos agroclimáticos u otros que han afectado la zona en los últimos cinco años



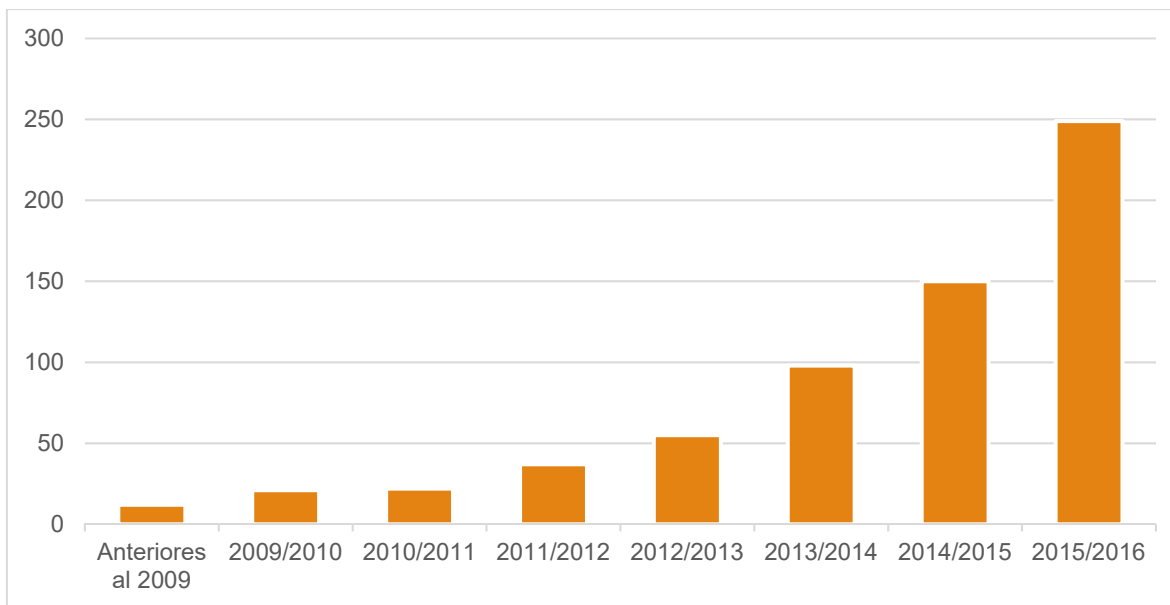
Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Dentro de los eventos agroclimáticos u otros que han afectado la zona en los últimos cinco años, las menores precipitaciones fueron mencionadas por un 91% de los encuestados (343 personas), y un 76% indicó las temperaturas máximas por sobre lo normal (286 encuestados) como evento relevante. La concentración de lluvias fue mencionada por el 65% de encuestados (247 encuestados), y el desarrollo de otras actividades tales como minería, forestal o industrial, solo recibió un 34% de menciones (129 encuestados).

La información sobre las temporadas agrícolas en que los agricultores enfrentaron problemas de temperaturas máximas en el predio se presenta de manera agregada en el gráfico siguiente. Dado que eran respuestas no excluyentes, los encuestados podían dar

más de una respuesta, por lo que se agruparon todas las respuestas en las categorías correspondientes.

Gráfico 11. Temporadas agrícolas mencionadas con problemas de temperaturas máximas



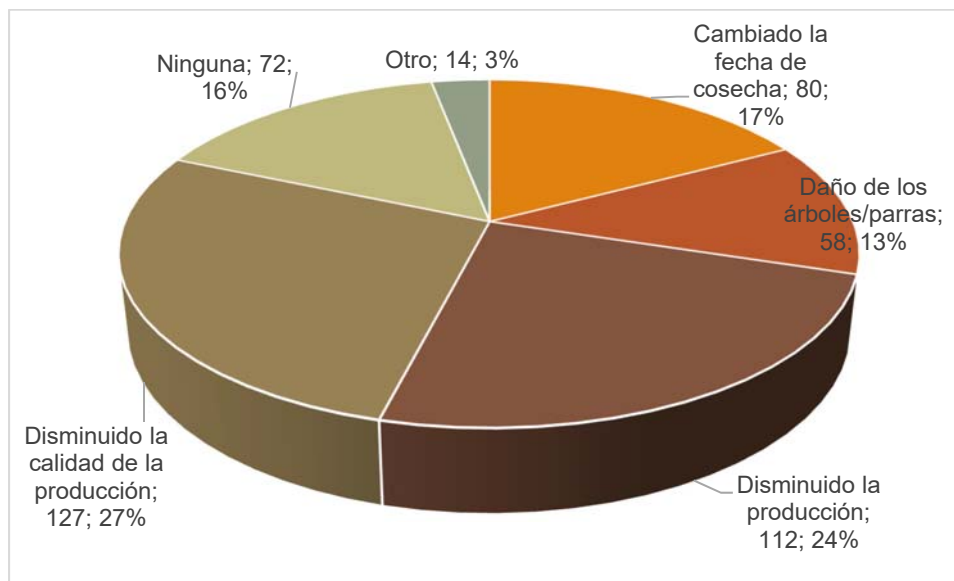
Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En total se registraron 644 menciones a diferentes temporadas en que los encuestados habían experimentado problemas de máximas temperaturas. Las últimas tres temporadas agrícolas, son las que reciben mayores menciones en cuanto a temperaturas máximas registradas. En efecto, 2015/2016 es la que obtiene mayores menciones, 249, lo que equivale al 39% de los 644 registros. Seguidamente se presenta la temporada 2014/2015 (23% del total y 150 menciones) y luego la del 2013/2014 (15% del total y 98 menciones). Luego, el decrecimiento en los registros está en línea con las temporadas, por lo que mientras más antigua sea, menos menciones reciben. Luego, la temporada 2012/2013 representa del total el 9% (55 menciones), la temporada 2011/2012, representa del total el 6% (37 menciones), y la temporada 2010/2011 representa del total el 3% (22 menciones), muy similar a la temporada agrícola 2015/2016 (3% y 22 menciones). Temporadas anteriores solo registran un 2% de las menciones, equivalente a 12 registros.

El siguiente gráfico presenta las respuestas referidas a los efectos de muy altas temperaturas máximas sobre el predio, declarados por aquellos encuestados (286) que consideraron que las máximas temperaturas han afectado la zona en los últimos cinco años.

Pero dado que tenían la posibilidad de mencionar respuestas múltiples, el total de respuestas recogidas supera las 286 en total.

Gráfico 12. Percepción de los efectos de las temperaturas máximas sobre la producción del predio



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

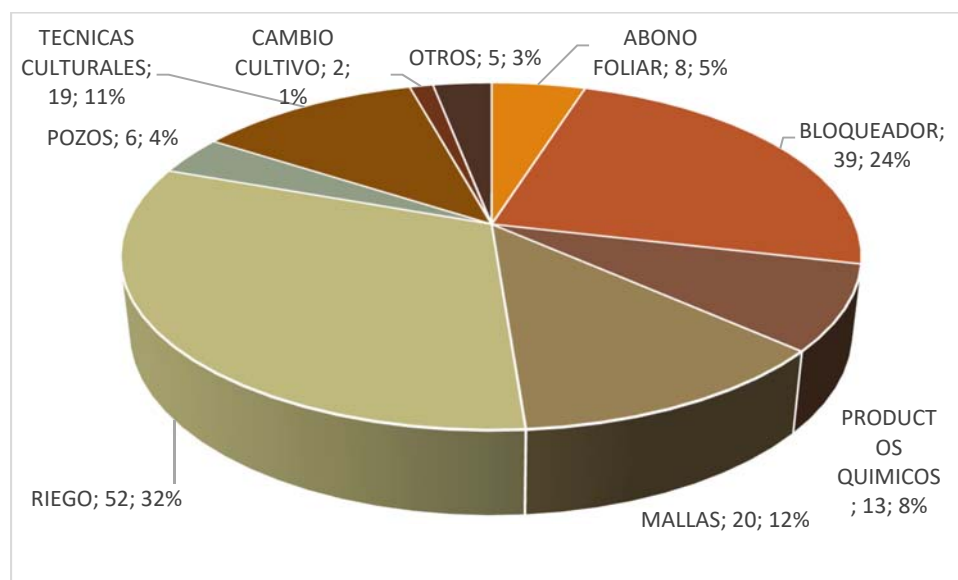
Para un 16% de este grupo (72 encuestados), las temperaturas máximas no han tenido efectos sobre sus predios; un 24% (112 encuestados) mencionó que la producción había bajado, y un 27% (127 menciones) ha señalado que ha caído la calidad de la producción en sus predios. El 17% (80 menciones) ha cambiado la fecha de la cosecha y un 13% (58 menciones) declaró daños en los árboles o parras. Un 3% señaló otros efectos, entre los que se cuentan cambio en la acidez del suelo e incendios, mayores gastos operacionales, etc.

Relacionado a las medidas adaptativas emprendidas por los agricultores para abordar el problema de las altas temperaturas máximas en la zona durante los últimos cinco años, estas son mencionadas por los 286 encuestados que consideraron haber sido afectados por las temperaturas máximas. De ellos, un 57% declara que no ha tomado medidas de adaptación para las temperaturas máximas, y un 38% ha tomado al menos una, entre las

que se cuenta, bloqueadores/protectores solares¹⁴, regar más seguido, abono foliar, etc. Solo el 5% restante ha señalado no haber necesitado adoptar alguna medida.

A los 108 encuestados que declararon tomar medidas de adaptación para las altas temperaturas, se les pidió señalar que medidas habían adoptado. Dado que eran respuestas múltiples, se registran más de 108 respuestas.

Gráfico 13. Clasificación de medidas adoptadas para abordar el problema de muy altas temperaturas máximas



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

La mayoría de las medidas mencionadas se refieren a riego, por ejemplo, manejar los horarios, la cantidad de agua, etc., con un 32% (52 menciones) de todas las medidas señaladas. También destacan medidas relacionadas al uso de bloqueador/protector solar (24%) y mallas protectoras (12%). En este punto, el manejo del agua es considerado relevante para mitigar los efectos de las temperaturas máximas.

En cuanto a la decisión de tomar las medidas de adaptación antes o después de percibir el problema de muy altas temperaturas máximas, la intención de la pregunta es percibir si

¹⁴ Los bloqueadores o protectores solares agrícolas son productos coloidales (usualmente se usan suspensiones coloidales de cristales de carbonato de calcio) utilizados para reducir el daño de la radiación, especialmente en frutas. Es posible que algunos encuestados hayan incluido estos productos en la categoría de productos químicos y abono foliar.

posee actitudes proactivas o reactivas frente al problema. Es decir, cada encuestado establece internamente su nivel de referencia sobre lo que consideró temperaturas extremas y sobre esa base, adoptar la decisión. Como antecedente, puede señalarse que las temperaturas máximas en la región, en especial en época estival superan los 30 grados¹⁵, (tendencia creciente a partir del 2012) situación que ha creado un historial de aprendizaje en los agricultores en cuanto a enfrentar las temperaturas extremas.

De los entrevistados, 91 declararon haber tomado medidas antes de percibir el problema de muy altas temperaturas máximas (prevención), mientras que 73 de ellos declararon haberlo hecho en forma posterior a los eventos.

En general los datos registrados señalan que, ante este tipo de impacto, los agricultores fueron proactivos en la adopción de las medidas, dado que el 55% de ellos las implementó antes de percibir el problema. Es decir, el agricultor proactivo percibió que las temperaturas máximas se mantendrían o irían en incremento, ante lo cual decidió implementar las medidas. Por su parte, el agricultor reactivo enfrentó temporadas previas en que hubo temperaturas extremas, que no consideró lo suficientemente graves como para adoptar la decisión de intervenir, pero que finalmente lo llevó a adoptar alguna medida. Esta relación podría explicarse por la formación de expectativas dado que, de acuerdo a los registros de la dirección meteorológica de Chile, ha existido una tendencia creciente en las temperaturas desde el 2014 en adelante. Ello hace que, a pesar de que la condición de altas temperaturas sea algo estable y sostenido, el agricultor ya asume como normal dicha situación, por lo que su tardía reacción haya sido por la minimización del problema.

En relación a si el predio ha tenido problemas de disponibilidad de agua para el riego, un 76% de los entrevistados (276) consideran que sí han tenido problemas, mientras que el 27% restante considera que no ha tenido problemas (102).

Los resultados arrojaron que provincias como Petorca y Quillota tienen menores niveles de percepción de problemas de disponibilidad hídrica (63,6% y 52,1%, respectivamente), a diferencia de Los Andes, que posee un 93,8% de aceptación del problema por parte de los

¹⁵ De acuerdo a estación Rodelillo, entre los años 2009-2016. www.meteochile.cl

encuestados de dicha provincia. Llama la atención el caso de Petorca, en el sentido de que se ha señalado que ha sufrido efectos de sequía en los últimos años. Sin embargo, aquí también puede tener un rol la formación de expectativas (al igual que en el caso de las temperaturas máximas), debido a que, a pesar de que la condición de sequía sea algo estable y sostenido, el agricultor ya asume como normal dicha situación, por lo que podría incidir en la relativización del problema de disponibilidad hídrica¹⁶.

En la tabla siguiente se presenta el porcentaje de los encuestados por tamaño de predio que respondió sí a la pregunta de problemas de disponibilidad de agua para riego en el predio. En ella se aprecia que no hay grandes diferencias entre los predios de menor tamaño, pero si entre los predios de 30 a 100 (80.6%) y los predios de más de 100 ha (57,1%). Pero estos resultados deben interpretarse con cautela dado los pequeños tamaños muestrales de los grupos.

Tabla 35. Proporción de encuestados que respondió afirmativamente a la pregunta de problemas de disponibilidad hídrica en el predio, por tamaño del predio

Superficie (há)	Presenta problemas de disponibilidad hídrica en el predio	Número
0 a 1	73.3%	45
>1 a 5	76.3%	131
>5 a 10	73.9%	69
>10 a 30	67.9%	81
>30 a 100	80.6%	31
mas de 100	57.1%	21
Total	73.0%	378

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

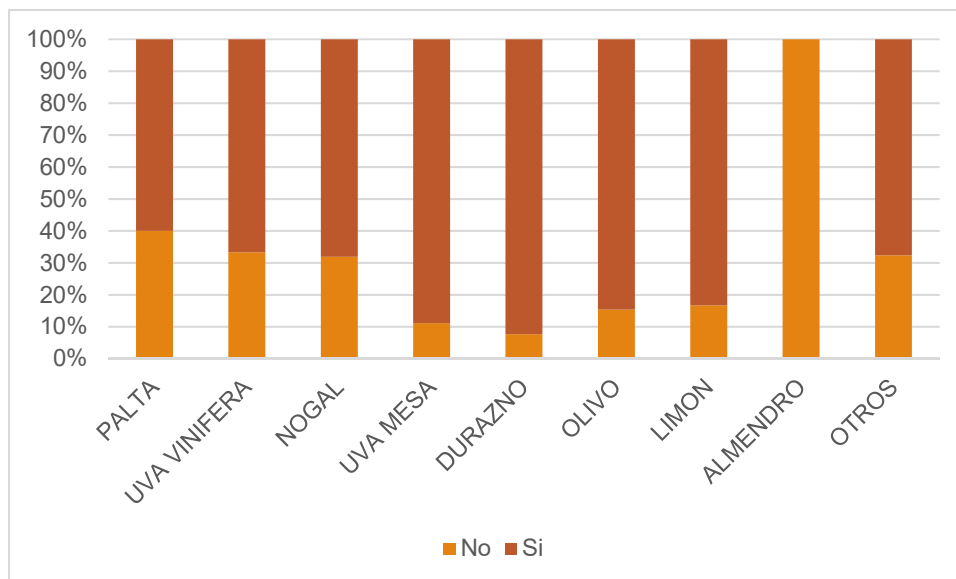
Los agricultores de predio de más de 100 hectáreas tienen una baja percepción del problema de disponibilidad hídrica (57,1% respondió afirmativamente), aunque la clase inmediatamente anterior (predios de entre 30 y 100 hectáreas) tienen la mayor percepción

¹⁶ Se debe dejar constancia que la encuesta no es representativa a nivel provincial, ni menos comunal, por lo que los análisis realizados a nivel provincial solo deben considerarse como tendencias.

de que el problema existe, dado que un 80,6% respondió afirmativamente a la pregunta planteada.

A nivel de las principales especies cultivadas, el siguiente gráfico presenta la distribución de las respuestas de percepción frente al problema mencionado.

Gráfico 14. ¿Ha tenido o tiene este predio problemas de disponibilidad de agua para el riego? (según especie)



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

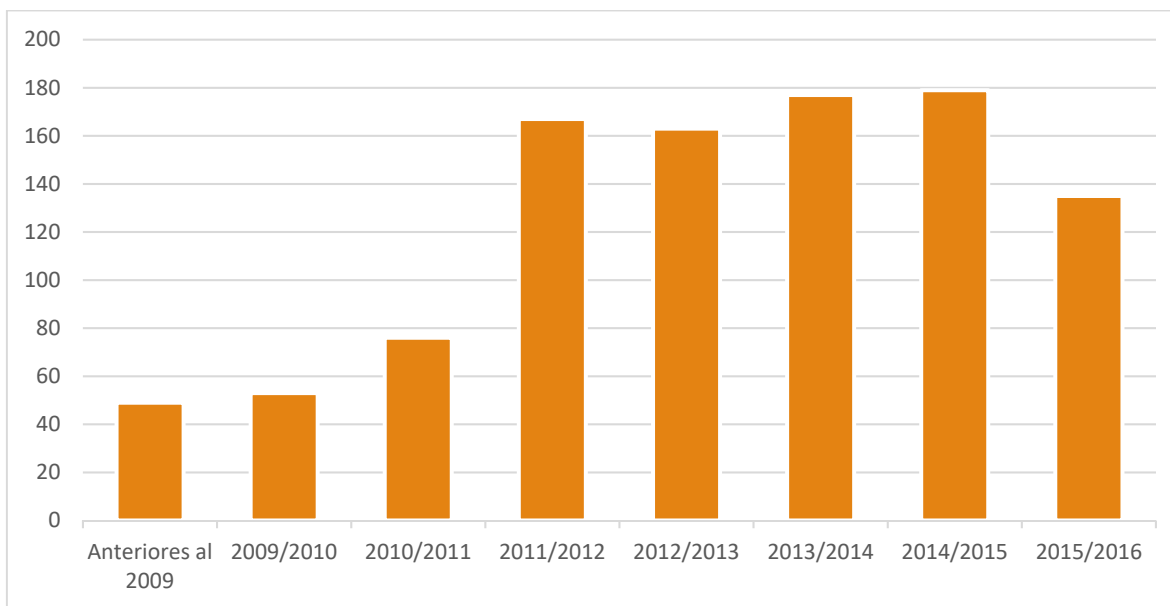
En términos absolutos, los productores de palta son quienes más perciben el problema de sequía, con 81 menciones, las que equivalen al 60% de quienes cultivan dicha especie, y a un 29% de todos los agricultores de la muestra que señalan tener problemas de disponibilidad de agua para el riego. Seguidamente, los agricultores que cultivan uva de mesa poseen el segundo lugar en cuanto a menciones (64), que corresponden al 89% de quienes cultivan dicha especie, y a un 23% de todos los agricultores de la muestra con problemas declarados de disponibilidad de agua para regar.

Los agricultores que cultivan el durazno y que señalan que poseen problemas para disponer de agua para riego representan el 92% de quienes trabajan dicha especie, y al 17% de la muestra que señala presentar el problema mencionado.

Las temporadas agrícolas que enfrentaron los agricultores problemas de disponibilidad de agua para el riego en el predio, se presenta de manera agregada en el gráfico siguiente.

Dado que eran respuestas no excluyentes, los encuestados podían dar más de una respuesta, por lo que se agruparon las todas respuestas en las categorías correspondientes.

Gráfico 15. Temporadas agrícolas mencionadas con problemas de disponibilidad de agua para riego

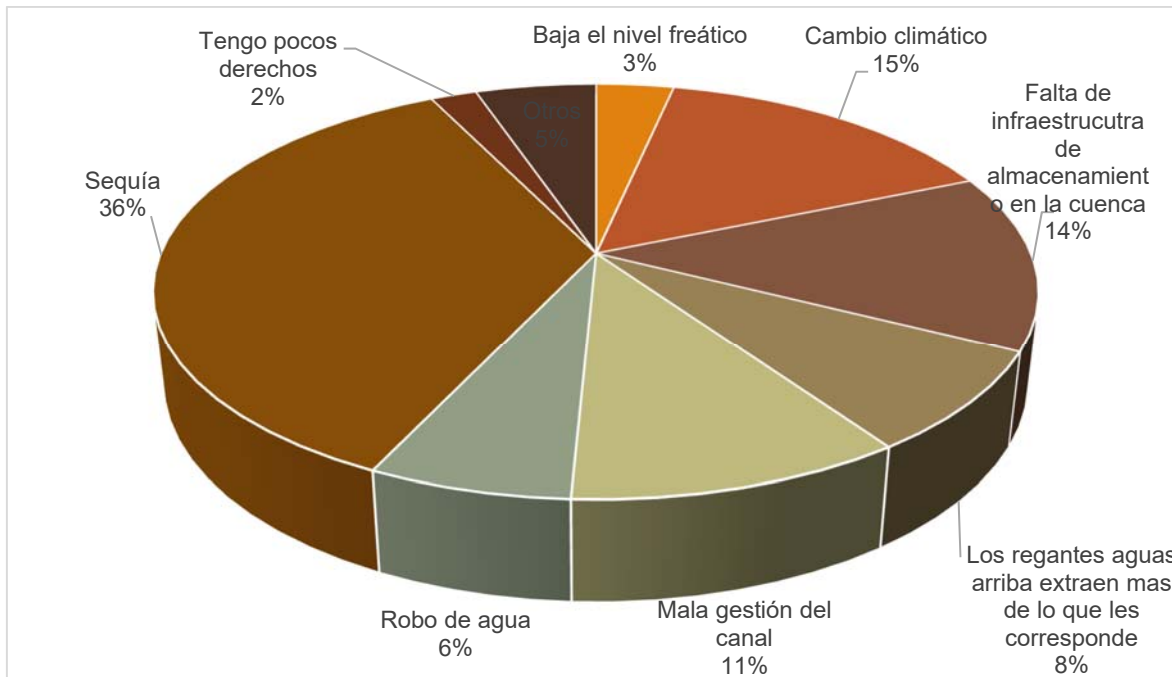


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En total se registraron 999 menciones a diferentes temporadas en que los encuestados habían experimentado problemas de disponibilidad de agua para riego. Las temporadas que fueron mencionadas con mayor frecuencia son las del 2013/2014, y 2014/2015, con un 18% del total de menciones cada una (177 y 179 menciones, respectivamente). Otras dos temporadas poseen una cantidad un poco menor de menciones, y representan en total el 16% (163 menciones) y 17% (167 menciones), y corresponden a 2012/2013 y 2011/2012, respectivamente. La última temporada agrícola considerada, 2015/2016, solo registra un 13% de las menciones, equivalente a 135 registros, mientras que las temporadas anteriores a 2010/2011, tienen un 18% de participación agregada.

Los motivos que fueron mencionados, por los encuestados que han tenido problemas de disponibilidad de agua para el riego, como causantes el problema de disponibilidad de agua en el predio, se presentan en el siguiente gráfico.

Gráfico 16. Mención de las causas de la baja disponibilidad de agua de riego

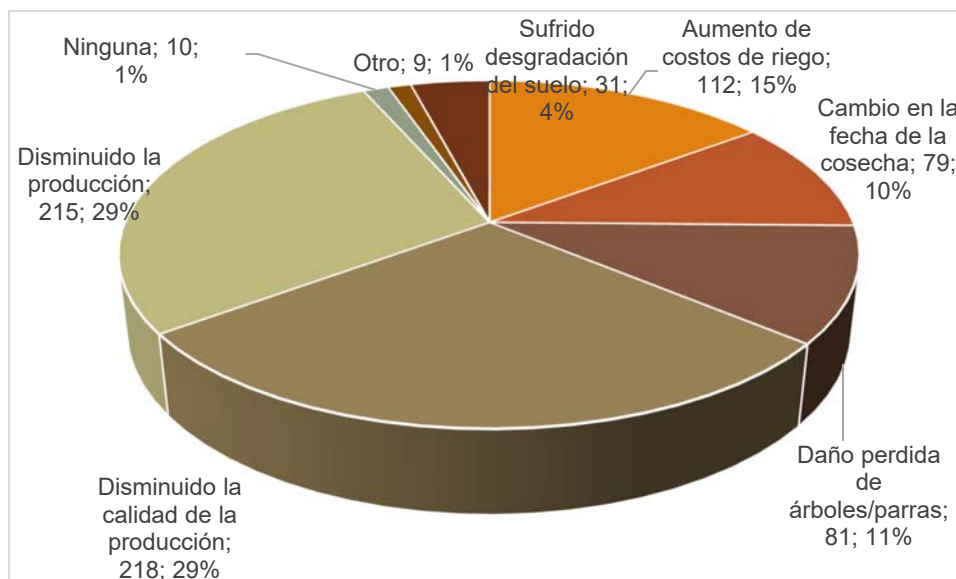


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

La sequía es la causa mencionada por un 36% de los encuestados. El cambio climático y la falta de infraestructura de almacenamiento en la cuenca, es señalada por un 15% y 14% de los encuestados, respectivamente. Otros problemas relacionados a la mala gestión del canal se mencionan por un 11% de los encuestados, mientras que prácticas ilegales y temas de derechos de agua, acumulan conjuntamente un 16%.

Considerando solo a los encuestados que han tenido problemas de disponibilidad de agua para el riego en los predios, se les solicitó que mencionaran los efectos en el predio de la baja disponibilidad de agua de riego. Dichas menciones se presentan en el gráfico 17, donde se recalca nuevamente que, al ser respuesta múltiple, el total es mayor al número de encuestados.

Gráfico 17. Mención de los efectos en el predio de la baja disponibilidad de agua de riego

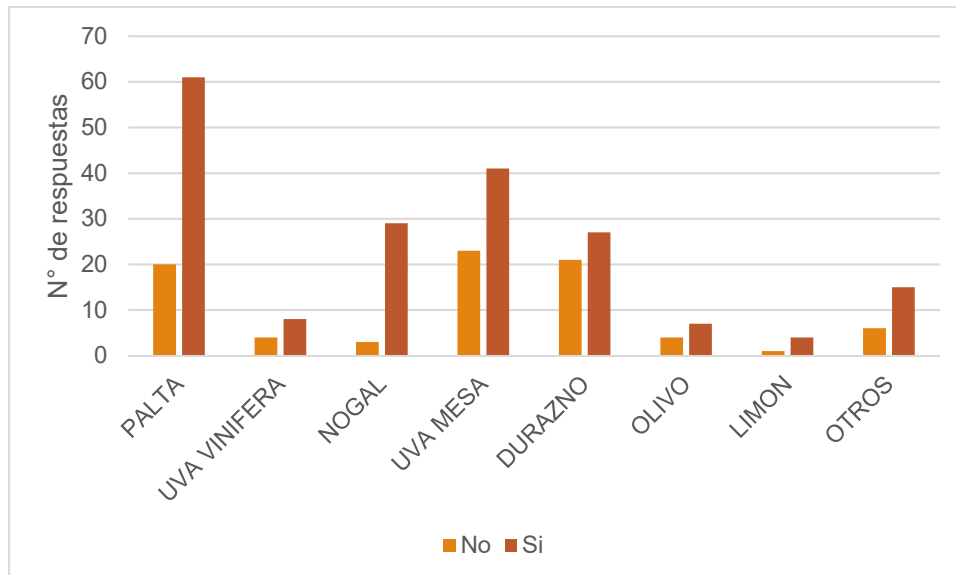


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El principal efecto señalado por los encuestados que tuvieron problemas con la disponibilidad de agua para el riego, es la caída en la producción del predio, junto con la baja en la calidad de la producción, ambas con un 29% de las menciones, respectivamente. Los aumentos de los costos de riego se señalan en un 15% de los casos, el daño a los árboles o parras en un 11% y el cambio en la fecha de la cosecha en un 10%.

De manera agregada, la adopción de medidas adaptativas fue realizada por un 70% de los encuestados, y su desagregación por las principales especies se presenta en el gráfico siguiente.

Gráfico 18. Adopción de medidas adaptativas por especie



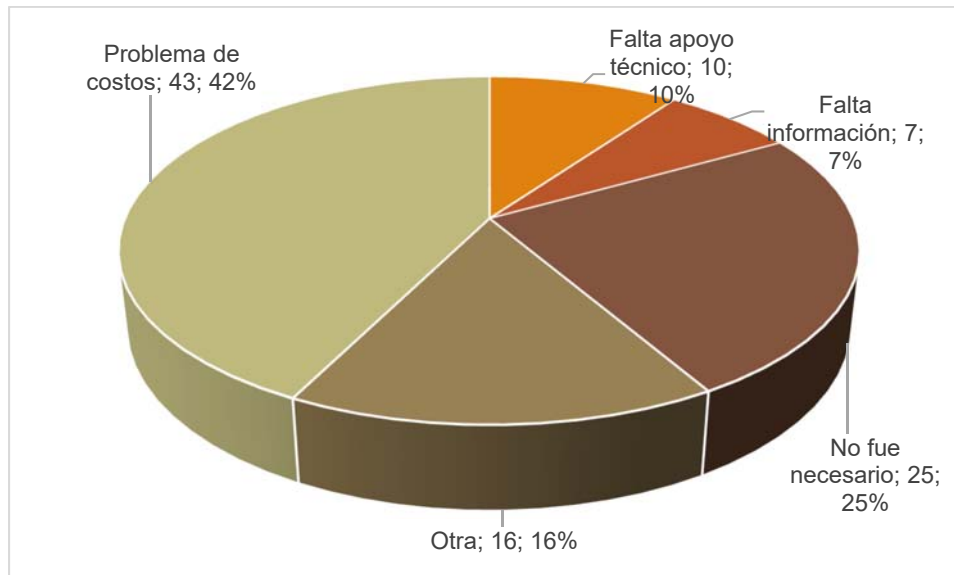
Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En términos absolutos, los agricultores que cultivan la palta y uva de mesa son quienes mayormente adoptan las medidas, explicando el 32% y 21% de todos los agricultores de la muestra que adoptaron medidas de adaptación. Considerando la adopción dentro de la especie, dichos porcentajes aumentan a 75% y 64%, respectivamente. En el caso del nogal, si bien explica el 15% de todos los agricultores que adoptaron medidas, dentro de la especie, las medidas fueron adoptadas por el 92% de quienes lo cultivan.

También se registra que, en términos agregados, el 73% de las medidas fueron adoptadas después de la percepción de los efectos.

En cuanto a los motivos esgrimidos por los 83 agricultores quienes no adoptaron medidas, éstos se presentan en el gráfico 19. Nuevamente, al ser respuesta múltiple, existe un número mayor de respuestas que 83.

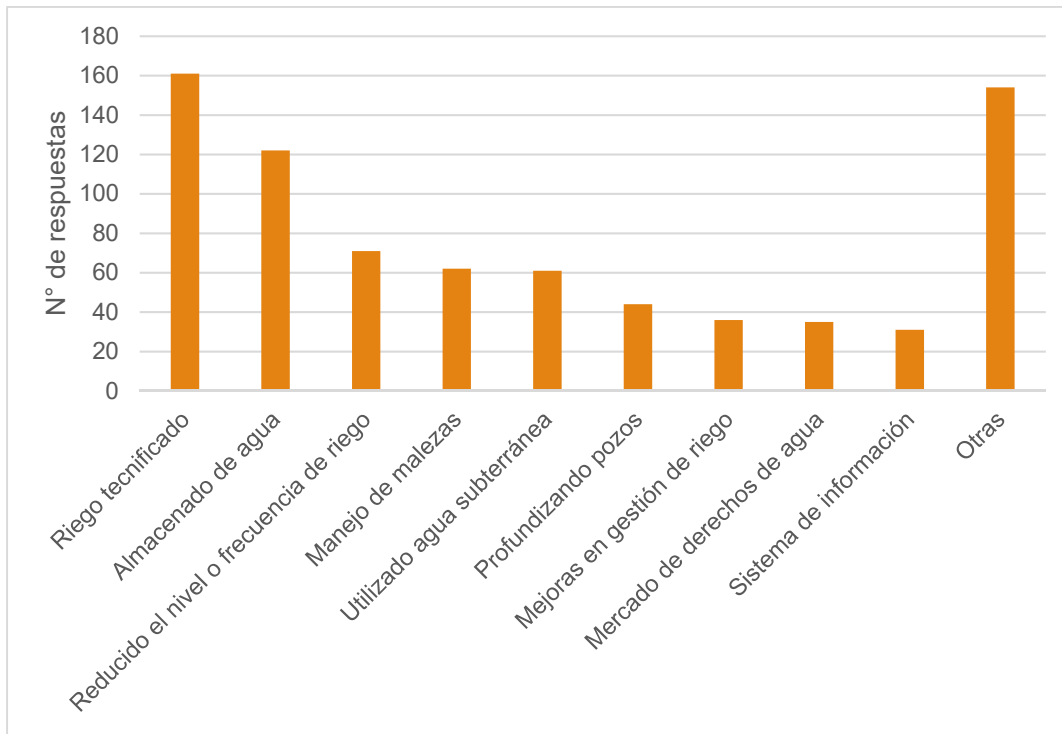
Gráfico 19. Razones de no adopción de medidas de adaptación



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El 25% de quienes señalaron no adoptar medidas indicó que ellas no fueron necesarias, mientras que para un 42% lo constituye un problema de costos. Un 16 % señaló otras razones, tales como tener arrendado el predio. La falta de apoyo técnico fue mencionada por el 10% de los agricultores de la muestra que no adoptaron medidas, y la falta de información por el 7%. Entre las medidas más mencionadas por los encuestados se encuentran las siguientes.

Gráfico 20. Principales medidas de adaptación mencionadas



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El riego tecnificado (goteo, aspersión, microaspersión o similar) registró un 21% de las menciones (161 en total) de todas las medidas utilizadas, mientras que el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques, etc.) se señala como un 16% de todas las medidas adoptadas (122 menciones). Destaca del mismo modo la reducción de la frecuencia de riego (9% del total, 71 menciones), el manejo de malezas (8% del total, 62 menciones), y el uso de agua subterránea (8% del total, 61 menciones).

En cuanto a la utilidad de las medidas mencionadas, todas alcanzan porcentajes declarados de utilidad superiores al 87%, excepto el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques), la cual alcanza solo un 54% de utilidad. Esto llama la atención, debido a que es una de las medidas utilizadas por los agricultores, tal como se aprecia en el gráfico anterior.

En la tabla siguiente se presentan las declaraciones de los encuestados que tiene un 100% de utilidad, y que tuvieron al menos 50 menciones.

Tabla 36. Utilidad de las medidas de adaptación mencionadas

Nombre medida	Menciones de utilidad	Menciones de NO utilidad
Utilizado agua subterránea	171	0
Obtenido algún incentivo o ayuda para enfrentar problemas de falta de agua.	50	0
Realizado manejo de malezas	231	1
Podado árboles para reducir consumo de agua	97	1
Utilizado riego por goteo, aspersión o microaspersión o similar	255	3
Usado técnicas que aumenten la humedad del suelo.	79	1
Implementado mejoras en gestión como utilización de agua en el mismo horario	149	2
Realizado gestión de plagas	199	3
Utilizado algún sistema que le informe sobre el tiempo o la hidrología (ejemplo, lluvias, temperatura, caudales, etc.)	126	2
Obtenido algún incentivo de capacitación de prácticas para la explotación de la tierra y el uso y gestión de los recursos hídricos.	60	1
Profundizando sus pozos o haciendo nuevos pozos	112	2
Reducido la superficie cultivada	78	2
Realizado cambios en la fertilización	113	2
Modificado las especies cultivadas, utilizando especies que necesiten menos agua.	60	2
Reducido el nivel o frecuencia de riego	165	7
Pedir o renegociar créditos, vender propiedades, etc.	68	3
Comprado, vendido o arrendado de derechos de agua	81	4
Participado más en organizaciones de agricultores o canalistas	149	11
Terminado algún cultivo en desarrollo	50	4
Almacenado de agua dentro del predio (ejemplo embalses, tranques)	204	174

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Las medidas mencionadas espontáneamente se clasificaron en grupos de Gestión del Agua (GA), Producción (P), Mercados de Agua (MA), Tecnología de riego (TR), Medidas Innovativas (INOV), de Gestión comunitaria o Asociativas (ASO) y de programas públicos de apoyo (PROG).

Ejemplos de medidas mencionadas espontáneamente para cada uno de estos grupos se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 37. Clasificación de medidas mencionadas espontáneamente por los encuestados

Medida	Nivel
Gestión del Agua (GA)	Construcción o mejoramiento de tranques y estanques acumuladores en el predio
	Construcción o mejoramiento de pozos
	Mejorar/limpiar canales y acequias
Producción (P)	Poda de arboles
	Cambiar fecha de cosecha
	Disminuir la producción o cantidad de cultivo
	Eliminar plantaciones
Mercados de Agua (MA)	Arriendo de agua
	Comprar agua en camiones aljibe
	Comprar agua de pozos profundos
	Comprar turnos
Tecnología de riego (TR)	Cambiar o mejorar horarios de riego o turnos
	Reducir frecuencia o duración de riego
	Adoptar riego tecnificado (aspersores, por goteo)
	Optimizar riego/ software decisión de riego
	Cambiar orientación del riego en hilera
Medidas Innovativas (INOV)	Bombeo solar
	Uso de sensores de humedad del suelo
Gestión comunitaria o Asociativas (ASO)	Asociarse como canalista
	Contratar cuidadores de agua
	Mejorar comunicación
	En esta categoría también podrían estar limpieza de canales y construcción y mantención de tranques y estanques comunitarios
Programas públicos de apoyo (PROG)	postular proyecto de tranque/riego por goteo

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

De los 378 agricultores encuestados, 194 mencionaron espontáneamente medidas que han adoptado, enunciando un total de 322 medidas. Estas medidas fueron clasificadas en los seis grupos ya mencionados obteniéndose la cantidad de medidas por grupo (no necesariamente distintas). La proporción que represento cada grupo se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 38. Proporción del total de medidas mencionadas espontáneamente y proporción adoptada antes de percibir el problema de disponibilidad hídrica, por grupo

Tipo de medida	Medidas mencionadas	Adoptadas antes
Gestión del Agua (GA)	53,4%	12,1%
Tecnología de riego (TR)	30,7%	11,2%
Producción (P)	5,3%	0,9%
Mercados de Agua (MA)	5,0%	1,9%
Gestión comunitaria o Asociativas (ASO)	2,2%	0,0%
Medidas Innovativas (INOV)	0,9%	0,3%
Programas públicos de apoyo (PROG)	0,6%	0,3%
Total	100%	26,7%

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

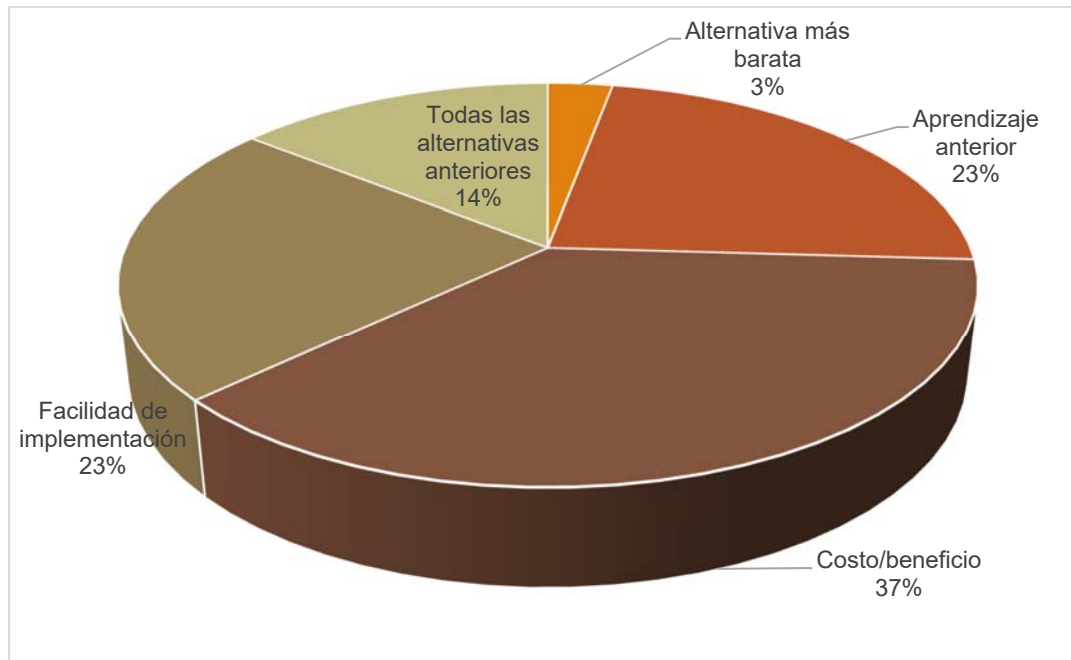
Si bien es esperable que la mayor parte de las menciones sea en los ámbitos de gestión del agua (53,4%) y tecnología de riego (30,7), este resultado ilustra la necesidad de informar y promover otro tipo de medidas para enfrentar las sequías.

Es posible que algunas de las medidas mencionadas en grupos como GA o TR, se hayan realizado con apoyo de programa del Estado, sin embargo, aquí se recoge el hecho que los agricultores mencionen explícitamente que la medida fue postular u obtener apoyo de algún programa del estado.

El resultado también sugiere una cierta falta de anticipación al tomar las medidas, sólo un 26,7% de ellas fueron adoptadas antes de la ocurrencia de la sequía (no después ni durante). Naturalmente, algunas de las medidas mencionadas por su naturaleza deben ser implementadas durante una sequía, pero muchas de ellas son de mayor plazo y requieren anticipación.

En relación a las razones aducidas para la elección de las medidas más efectivas, el siguiente gráfico presenta la desagregación de dichos motivos.

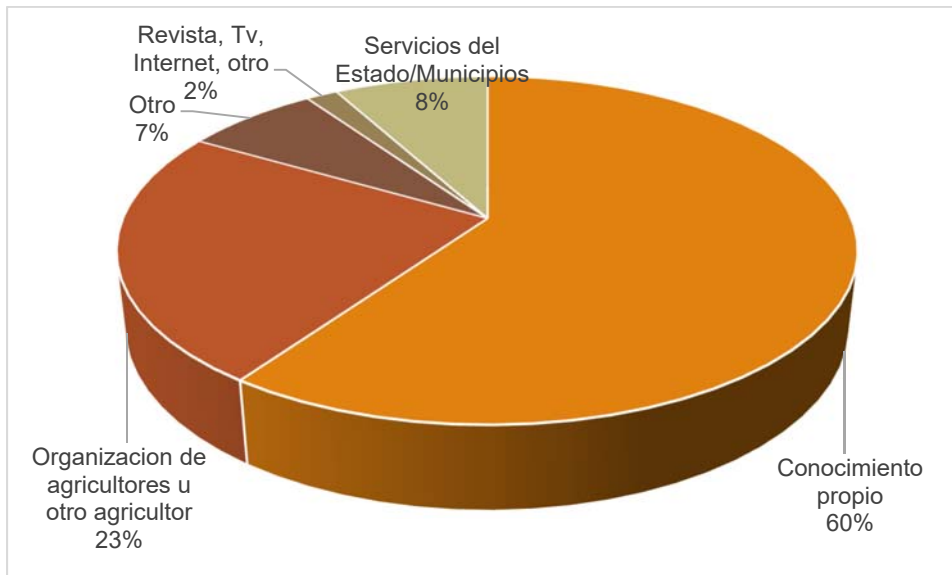
Gráfico 21. Razones de la adopción de medidas de adaptación



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El 37% de los encuestados menciona razones de costo beneficio para la adopción de la medida, mientras que un 23% señala tanto que ya poseía información previa respecto a los resultados de las medidas que finalmente adoptó, como que eran fáciles de implementar, respectivamente. Un 3% señaló que la eligió por ser la más barata, mientras que un 14% respondió que las escogió por todos los motivos que se le expusieron. En relación al medio por el cual se informaron los encuestados, el gráfico siguiente presenta las fuentes correspondientes.

Gráfico 22. Fuente de información para la adopción de medidas de adaptación



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El conocimiento propio fue la principal fuente de información, con un 60% de menciones, seguido de información emanada de alguna organización de agricultores u otro agricultor (23%). Los servicios del Estado o municipios recibieron un 8% de menciones, mientras que medios como la televisión, revistas, internet solo recibieron el 2% de las menciones.

Como una manera de contrastar las percepciones de los agricultores con la existencia de escasez hídrica, en la tabla 39 se presenta el porcentaje de agricultores en la muestra que mencionaron haber tenido problemas de disponibilidad de agua de riego para cada temporada. Además, en esta tabla se destacan en gris aquellas provincias y temporadas en que efectivamente la Dirección General de Aguas (DGA) dictó uno o más decretos de escasez para la provincia o una cuenca dentro de la provincia. Se debe notar, que en la tabla no se presentan las provincias de Marga-Marga, San Antonio y Valparaíso ya que el número de entrevistados, si bien es proporcional al número de fruticultores y vitivinicultores, se considera muy bajo y por lo tanto los resultados pueden ser poco representativos. En la primera columna se presenta el número de encuestados en cada una de las provincias presentadas. Sin embargo, en la última fila se presenta el total regional, esto es la proporción del total de encuestados en la región que mencionó haber tenido problemas de escasez hídrica en la temporada. En la temporada 2009/2010 solo un 14% de los encuestados mencionó haber tenido problemas y no hubo decretos en las provincias. Lo

que contrasta con la temporada siguiente (2010/2011) cuando hubo decretos en todas las provincias (excepto San Antonio) pero solo un 20% de los encuestados mencionó tener problemas de escasez de agua. En la provincia de Los Andes, por ejemplo, se ve una relativa coincidencia a excepción de la temporada 2009/2010. Lo que contrasta con la provincia de Quillota no se aprecia ninguna relación entre las menciones y los decretos. Se debe tener en cuenta se ha considerado decretos de escasez que aplican a toda una provincia o cuenca, pero quizás no todos los agricultores de estas fueron afectados.

Tabla 39. Menciones y decretos de escasez hídrica por temporada y provincia.

Provincia	N°	Temporada						
		2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016
Los Andes	80	1%	6%	84%	70%	48%	40%	19%
Petorca	77	12%	19%	31%	40%	52%	49%	34%
Quillota	96	8%	11%	17%	23%	32%	40%	32%
San Felipe	100	26%	34%	51%	43%	55%	55%	47%
Total Región	378	14%	20%	44%	43%	47%	47%	36%

Fuente: elaboración propia a partir de la encuesta y decretos de la DGA

Para abordar en más detalle esta comparación, se agregó al análisis la existencia de decretos a nivel comunal, lo que se contrastó con el número de encuestados que declaró tener problemas de escasez de agua de riego. En la Tabla 40 se presentan los resultados de esta comparación, se distinguen cuatro posibles casos o grupos:

- Coincidentes con Decreto: aquellos donde se dictó decreto afectando la comuna del encuestado y el afectado mencionó haber tenido problemas de escasez.
- Coincidentes sin Decreto: aquellos donde no se dictó decreto en la comuna del encuestado y este mencionó no haber tenido problemas de escasez.
- No Coincidentes con Decreto: aquellos donde se dictó decreto afectando la comuna del encuestado, pero el encuestado no mencionó haber tenido problemas de escasez.
- No Coincidentes sin Decreto: aquellos donde no se dictó decreto en la comuna del encuestado, pero este sí mencionó haber tenido problemas de escasez.

Cada encuestado es asignado a uno de estos grupos por lo que la suma de estas proporciones (100%) representa el total de encuestado (378).

Tabla 40. Coincidencia entre menciones y decretos de escasez hídrica por temporada a nivel comunal, agregado regional.

Temporada	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016
Coincidentes con Decreto	0%	19%	43%	41%	45%	26%	19%
Coincidentes sin Decreto	86%	2%	3%	3%	2%	30%	16%
No Coincidentes con Decreto	0%	78%	53%	54%	51%	23%	48%
No Coincidentes sin Decreto	14%	2%	1%	2%	2%	22%	17%

Fuente: elaboración propia a partir de la encuesta y decretos de la DGA

En la tabla se aprecia una alta coincidencia para la temporada 2009/2010 pero menor al 50% en las otras temporadas excepto en 2014/2015, cuando alcanza un 56%. La mayor proporción de aparentes contradicciones ocurren en la categoría de no coincidente con decreto, es decir se dictó decreto de escasez, pero los fruticultores/viticultores no mencionan haber tenido problemas de escasez de agua para riego. Esta diferencia se puede deber a múltiples razones algunas asociadas a las percepciones y capacidad de recordar de los encuestados y también la relevancia o sintonía entre la situación de los agricultores y este instrumento en particular (el decreto de escasez de la DGA). También, es posible que este mismo instrumento y otros relacionados hayan ayudado a una baja percepción de problemas de escasez por parte de los agricultores.

6.2. Modelo Probit

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de un análisis basado en la estimación de un modelo probit, con la data recopilada en el levantamiento de encuestas. En este caso la variable a explicar es la adopción de medidas contra la escasez hídrica, basada en la respuesta afirmativa o negativa a la pregunta “Adoptó o ha adoptado medidas para abordar el problema de disponibilidad de agua para el riego” (ver P14 en Anexo 6). Esta pregunta fue respondida por 276 encuestados ya que solo se les hizo a aquellos que manifestaron haber tenido problemas de disponibilidad hídrica. En la tabla 41 se presentan los resultados de la estimación del modelo probit de adopción de medidas en 268 encuestados, ya que algunas de las variables no fueron respondidas, ocho observaciones debieron eliminarse. Las variables explicativas del modelo son: si el predio está ubicado en la provincia de Petorca, tamaño del predio, si el administrador o dueño alcanzaron una

educación técnica o universitaria, si el predio es o no el principal, si el cultivo principal es el nogal¹⁷, aporte del predio a total de ingresos y tipo de riego.

La interpretación de los coeficientes es que los valores con signo positivo aumentan la probabilidad de adopción de alguna medida y lo opuesto con los coeficientes de signo negativo. La significancia estadística de los coeficientes se indica de acuerdo a tres niveles de valor p.

Tabla 41. Modelo Probit de adopción de medidas

Variable	Coeficiente
Petorca	0,7173**
Tamaño del predio	
>1 a 5 ha	0,3405
>5 a 10 ha	0,6701**
>10 a 30 ha	0,6283*
>30 a 100 ha	0,348
Más de 100 ha	1,1081*
Educación Tec/Univ	0,9037***
Predio Principal	0,4404*
Nogal	0,6995*
Aporte del predio a ingreso	
<25%	0,4780
25-50%	0,3282
>75%	0,0087
Tipo de riego	
Carrete o Pivote	-1,0792**
Goteo y Cinta	-0,3753
Microaspersión y microjet	-0,217
Surco	-1,5272***
Tendido	-0,7502*
Constante	-0,0456
N	268
Pseudo R2	0,2116

* p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En la tabla se aprecia que, si el predio está en la provincia de Petorca, es más probable que haya adoptado medidas para abordar el problema de disponibilidad de agua para el

¹⁷ En el modelo, se intentó el uso de dummies para todas las especies, pero no hubo efectos claros, excepto para nogales.

riego. También se observa que más probable que los predios entre 5 y 30 há, junto con aquellos de más 100 há, hayan adoptado medidas.

Por otro lado, se observa que en el caso de los predios de más de 100 há el aporte a la probabilidad de adoptar medidas es mayor que para aquellos entre 5 y 30 há. La probabilidad de adoptar medidas también aumenta si el máximo nivel educacional alcanzado por el dueño o administrador es de nivel técnico o profesional, no así niveles inferiores de formación.

El hecho que el predio sea el principal también es un factor que aumenta la probabilidad de observar la adopción de medidas. Si el cultivo principal es nogal también aumenta esta probabilidad. El porcentaje de aporte a los ingresos del predio no tiene significancia estadística, pero en algunos modelos estimados (no presentados) un aporte inferior al 25% es marginalmente significativo. Los tipos de riego por carrete o pivote, surco y tendido se asocian con una menor probabilidad de haber adoptado medidas para abordar problemas con el riego. Este efecto es particularmente robusto en el caso del surco.

6.3. Resultados de las Entrevistas

Esta sección recoge los principales hallazgos de las entrevistas realizadas a distintos actores relevantes de la región tanto del sector público, privado como académico y la sociedad civil.

6.3.1. Actores

En relación al problema central relacionado al uso y disposición, su análisis puede ser abordado desde diferentes visones, las que pueden representar en cierta medida, los intereses de los *stakeholders* involucrados.

Por parte de las entidades públicas, su ámbito de gestión se relaciona a la administración de programas de fomento y capacitaciones (INDAP), programas financieros (CORFO), obras de riego (CNR), derechos de agua (DGA), medidas de emergencia (SEREMI de Agricultura), Programas riego asociativos (GORE), entre los principales.

Las universidades y centros de investigación se remiten principalmente a la transferencia de conocimiento, por medio de los trabajos que emprenden con agricultores o por cuenta propia.

Los agricultores, según su tamaño, establecerán relaciones entre sí, en cuanto al uso propio del agua, ya sea a través de su participación en agrupaciones que manejan el recurso (canalistas, juntas de vigilancia, etc.), o bien, con agentes pertenecientes a otros sectores económicos, tales como minería, forestal o industrial, o sanitarias.

En general, se percibe un nivel bajo de organización entre los agricultores, incluso dentro de las organizaciones, lo que puede estar ocasionado por la falta de capacitación. Existen eso si voluntades comunes en torno a la legalización de propiedad y derechos de agua.

6.3.2. Coordinación

La coordinación entre los actores institucionales es diversa, y depende muchas veces de las condiciones particulares de cada zona, en cuanto al historial de interacción entre las partes. En general, se detectó en las entrevistas que las relaciones entre entidades públicas no son lo suficientemente fluidas, ya que los intereses sectoriales de cada entidad muchas veces no están en sintonía con las acciones que desempeñan. Más aún, sus actividades no convergen con otras entidades públicas que se orientan al mismo público objetivo que ellas atienden.

Esta divergencia respecto a sus objetivos y actividades de las entidades, provoca que la apropiación de la comunicación institucional (es decir, la visualización pública de las actividades de las entidades por parte de otros *stakeholders*), sea insuficiente, lo que genera problemas en cuanto a la comprensión de las intenciones de las entidades públicas, hacia la comunidad y en particular a los agricultores. De esta manera, se configuran tensiones y conflictos entre los agentes, que muchas veces escalan a niveles que van más allá de sus relaciones particulares entes ellos (por ejemplo, conflictos por los derechos de agua). Por ello, se constatan en la región una diversidad de conflictos dentro de las comunidades locales, entre comunidades, entre agente externos (Estado, empresas, etc.).

Por otro lado, el financiamiento es limitado y la coordinación es nula, tanto entre los actores vinculados a la investigación como en los organismos de financiamiento y gestión pública.

Se percibe la necesidad de generar un organismo con capacidades suficientes para englobar y coordinar a los diferentes actores, o también fortalecer la institucionalidad existente (por ejemplo, la Dirección General de Aguas).

Otra opinión sugirió que debiese existir un organismo autónomo a nivel regional para operar el manejo del agua. Además, entre las carencias detectadas está la necesidad de establecer sistemas de distribución orientados a la demanda, en cuanto a utilizar el agua solo cuando se necesita (no regar por inundación), y establecer los horarios en que optimice el aprovechamiento del agua por parte del cultivo.

Se planteó además que en los últimos años se ha observado que las fuentes de financiamiento y la administración central y regionales han incorporado una visión a mediano y largo plazo en la agricultura, por lo que instituciones como FIA, CORFO y los FIC-R han financiado I+D+i, y creado concursos que consideran los efectos del cambio climático en la agricultura (lo que en muchas regiones de Chile se traducen en sequías más agudas y recurrentes).

6.3.3. Medidas

Este ambiente tiene una influencia relativa en cuanto al comportamiento de los agricultores, en lo relativo a la adopción de las medidas de adaptación. Esto debido a que la adopción de medidas tecnológicas (riego por aspersión goteo, etc.) para optimizar el riego son de larga data, en desmedro de técnica tradicionales como el surco, tal como registra la variación entre el censo agropecuario del año 1997 con el del 2007.

En efecto, los tipos de medidas son múltiples, pudiéndose clasificar también como medidas preventivas y otras de mitigación. Por ejemplo, están las medidas tradicionales, medidas de riego tecnificado, junto con los proyectos de acumulación de agua por medio de tranques recubiertos, pozos profundos, entre otras. También se construyen pozos comunitarios en algunos sectores con mayor disponibilidad de agua subterránea.

Se han realizado proyectos de energización de pozos (CASABLANCA), mediante convenios INDAP-GORE, de conducción y acumulación de agua. En la misma línea se encuentran los proyectos de energía solar, que permiten entregar al sistema interconectado los excedentes de su generación, a través del esquema "Net Billing". Ello genera ahorros a

los agricultores equivalentes a seis meses de no pago de luz en sus propiedades. Por ejemplo, por esta vía se establecen proyectos de bombeo autónomo y acumulador de agua, que genera finalmente un riego gravitacional.

Desde el punto de vista de los centros de investigación, se ha propendido a la innovación tecnológica, gestión predial del agua, cambio de prácticas culturales y especies/variedades. Otra línea es desalinizar (Universidad de Chile), en cultivos de flores, medios orgánicos. Están haciendo proyectos a pequeña escala con agua lluvia y aguas grises. Proyecto de la Universidad de Talca con USACH, cosecha de agua lluvia con plástico geomembrana, agua colectada en tanquecito que riega maqui. Interesante para condiciones de secano.

Otro proyecto es el tratamiento de aguas negras, por parte de ESVAL

Equipo fotovoltaico, reducir costos de extracción, acumulación y riego. Cambio en la concepción del viejo, en cuanto a riego.

Las perspectivas hacia el futuro es que se incremente la eficiencia en el uso del agua y se capacite de mejor forma a los usuarios. Por ejemplo, un grupo importante de agricultores han instalado desde al menos dos décadas sistemas de riego por goteo, pero muchos de ellos no les realizan mantenciones a los equipos, lo cual lleva a su deterioro y reducción de la vida útil.

6.3.4. Efectos

La sequía del 2008-2015 golpeó fuertemente a medianos y pequeños agricultores. En términos generales, los efectos de la sequía en la región han sido más crudos en el interior, por lo que la priorización de apoyo para los afectados es desde Los Andes hacia la costa. En la provincia de Valparaíso, aún existen niveles de precipitaciones normales.

Petorca es sin duda la provincia más afectada por la escasez de agua. La vulnerabilidad de los pequeños y medianos agricultores esa provincia es alta, en cuanto a que están sometidos a fuertes presiones por la disponibilidad del agua. Si no existe la suficiente agua, el huerto queda abandonado, ya que la primera prioridad en la provincia de Petorca es el agua para consumo humano.

6.4. Conclusiones del análisis de las medidas para enfrentar las sequías

Frente a episodios de sequías los agricultores pueden tomar distintas medidas para adaptarse y reducir sus efectos. Estas medidas toman especial relevancia en un contexto de cambio climático donde en el caso de Chile central se esperan una mayor frecuencia de este tipo de eventos. Estas medidas pueden clasificarse de acuerdo con distintas dimensiones. Por ejemplo, si estas son tomadas por el agricultor en el predio, o por organizaciones/instituciones y abarcan muchos predios; también las medidas han sido categorizadas como agronómicas, de gestión o de infraestructura; además son clasificadas según si sus efectos son de corto, mediano o largo plazo (Iglesias y Garrote 2015).

A nivel de predio las medidas de adaptación más comunes son el uso de otras variedades o cultivos mejor adaptados para resistir condiciones de sequía, manejo del suelo y ajuste de fertilizantes, el cambio en la fecha de siembra, la diversificación de cultivos, la adopción de tecnologías de riego más eficientes, y la diversificación de ingresos, diversión de fuentes de agua y almacenamiento intrapredial (Nhemachena y Hassan 2007; Bradshaw y otros 2004; Mukherjee y Schwabe 2015; Howden y otros 2007; Nkya y otros 2015)

Por otra parte, están las medidas que pueden tomar las organizaciones de usuarios o las autoridades públicas, como son las inversiones en infraestructura. Entre ellas se cuentan las mejoras a canales, los tanques de almacenamiento (Marshall y Randhir 2008). En este ámbito también se incluyen medidas de información climática e hidrológica, así como medidas de capacitación.

Otro tipo de medidas se refiere al uso de instrumentos de mercado. Ejemplos de esto son el uso de seguros, que últimamente se han enfocado a seguros basados en índices. También está el desarrollo de mercados de agua que permiten una reasignación más flexible y eficiente de los recursos.

Si bien se observa que en la región se han tomado medidas tanto privadas como públicas para combatir la sequía, se evidencia una brecha respecto de las expectativas de los propios actores de potenciales medidas a adoptar. Sin embargo, las medidas que declaran haber utilizado son en general bien evaluadas, reconociendo ellos mismos que si les han

servido. Entre las medidas más comúnmente adoptadas están las medidas de gestión del agua que incluyen la mejora o construcción de pozos e infraestructura de acumulación, y la tecnificación y mejor gestión del riego. Estas medidas pueden ser de alcance limitado, con efectos decrecientes en el tiempo y en algunos casos generar externalidades negativas al resto de los usuarios. Por lo que una mirada individual al problema es solo una estrategia de corto plazo y parcial.

Los resultados de la encuesta también señalan que se hace mención, aunque en menor medida, al uso de mecanismos de mercado para acceder al agua, cambio en prácticas productivas y una mayor participación en asociaciones. Este es un ámbito donde podría aumentar las iniciativas. Pareciera que los agricultores no utilizan redes de información ya que declaran que para tomar medidas su principal fuente fueron sus conocimientos propios y hay pocas medidas que podrían ser clasificadas como innovativas, incluso en un contexto local. Adicionalmente, se constata un comportamiento más bien reactivo respecto de la toma de medidas ya que la mayoría de ellas fueron adoptadas durante o después de una sequía. Por otra parte, hay muy bajas menciones al apoyo de programas públicos, especialmente si se tiene en cuenta que casi el 65% de la muestra son agricultores con 10 o menos hectáreas cultivadas. La mención de participación en programas de distintas entidades del estado parece tener una distribución heterogénea entre las provincias (no proporcional al número de agricultores).

La adopción de medidas para enfrentar problemas de riego se asocia con predios de tamaño intermedio (5 a 30 ha) y grandes (más de 100 ha), administradores o dueños con alto nivel educacional y con predios que son el principal de la explotación. Por otra parte, predios con sistemas de riego como surco, tendido, carrete o pivote es menos probable que hayan adoptado medidas para enfrentar problemas de riego.

Pese a la existencia de conocimiento a nivel internacional que permitiría desarrollar estrategias locales para enfrentar las sequías, se observa una baja capacidad de coordinación y de trabajo de largo plazo entre los organismos del estado, las asociaciones de agricultores, centros de investigación y extensión, y otros usuarios de las aguas. Esta falta de coordinación y comunicación parece ser el principal obstáculo para generar estrategias exitosas para mitigar los efectos y adaptarse a las sequías. El fortalecimiento de las asociaciones y una mayor participación se ve como una vía necesaria para

desarrollar las capacidades de adaptación. El nivel de participación en asociaciones actualmente no es bajo (72%) y en general hay una buena evaluación de los resultados obtenidos (73% señala que lo ha beneficiado), sobre todo en agricultores con menos de 30 ha cultivadas. Este capital social debe potenciarse y permitir el desarrollo de estrategias de adaptación que sean acordes con la realidad hidrológica y socioeconómica de cada localidad. Estas estrategias no deben descartar la promoción de otras fuentes de ingreso y migración cuando las condiciones así lo ameriten.

Finalmente, utilizando los decretos de escasez hídricas de la DGA, se realizó un análisis para contrastar las menciones de los agricultores respecto de haber tenido problemas de escasez de agua para riego en las últimas temporadas. Si bien existen casos de relativa convergencia, en general se aprecian importantes diferencias entre las declaraciones de los agricultores y la existencia de decretos de escasez. Si bien existen distintas posibles explicaciones para estos resultados, se requeriría un análisis más detallado con una muestra más grande y otros indicadores para entender mejor las diferencias encontradas.

6.5. Ejercicio exploratorio de impacto

En esta sección, con los datos obtenidos a partir de la encuesta, se desarrolla un ejercicio exploratorio del efecto (impacto) de la adopción de medidas contra la disminución de disponibilidad hídrica sobre la producción agrícola. Es importante destacar que el ejercicio propuesto corresponde a una primera aproximación al impacto, dado que los datos obtenidos a partir de la encuesta fueron levantados con otro objetivo, el de conocer las distintas medidas adoptadas por los agricultores de la zona, más que desarrollar una evaluación de impacto propiamente tal. Aun así, es posible investigar efectos preliminares de estas medidas sobre las distintas variables de resultados propuestas.

Para evaluar el impacto de la implementación de medidas de adaptación de los agricultores para hacer frente a los problemas de disponibilidad de agua para riego, idealmente, se requeriría contar con 2 grupos de predios idénticos en todas sus variables (L, K, T, disponibilidad hídrica, ubicación geográfica, especie, características individuales del

agricultor y su capacidad de gestión del predio, etc.), uno de los cuales utilice medida de adaptación y el otro no¹⁸.

La realidad de este ejercicio exploratorio dista mucho de esta situación, puesto que se trata de muchas medidas diferentes (cerca de 33 medidas posibles) y, lo más importante, un alto grado de auto-focalización, ya que cada agricultor decide voluntariamente si adoptar o no una o más de las diferentes medidas de adaptación¹⁹. Esto podría, en principio, generar un sesgo de selección entre los individuos que adoptan alguna(s) medida(s) de adaptación y aquellos que no, con atributos observables y/o no observables que los tornan en individuos y predios “diferentes”, y por tanto no comparables de manera directa.

En el caso particular de esta investigación, difícilmente podremos encontrar predios idénticos en todas las variables relevantes, y, como es evidente, solo es posible observar un estado de la naturaleza para cada agricultor y su predio, es decir, no es posible saber que hubiera ocurrido con un predio que efectivamente adoptó una medida de adaptación si no la hubiera adoptado y vice-versa.

Desde la literatura, sabemos que existen diversas estrategias para hacerse cargo de este sesgo de selección, cada una con sus ventajas y desventajas, en función del contexto del proceso de selección (voluntario en este caso) y de los datos disponibles. Algunas de las principales estrategias son:

- Si la selección está basada en características observables es posible hacer uso de métodos de **pareamiento (*matching*) basado en el *propensity score*** o en las mismas características observables. Incluso es posible en algunos casos utilizar métodos de regresión para ajustar por diferencias entre las características observables de tratados y controles.

¹⁸ El problema básico de cualquier evaluación de impacto es que solo se observa a un individuo en uno de dos estados posibles: o recibió la intervención o no la recibió. El tener acceso a individuos y predios idénticos permite enfrentar este problema al asumir que los individuos no tratados se comportan como lo habrían hecho los individuos intervenidos en caso de no haber sido expuestos al programa.

¹⁹ En las evaluaciones de impacto a programas gubernamentales, esto es equivalente a aquellos programas voluntarios, donde, para encontrar el impacto sobre los beneficiarios debe revisarse la necesidad de corregir el sesgo de selección asociado.

- Si se cree que los observables son insuficientes para eliminar el sesgo de selección, es necesario recurrir a la búsqueda de **variables instrumentales**, las cuales ayudan a explicar la participación en el programa, pero sin tener un efecto directo en el resultado de interés. El problema de este tipo de metodologías es que no siempre es sencillo encontrar buenos instrumentos, como veremos más adelante en este caso particular.
- **Modelos lineales con efectos fijos.** El supuesto del modelo de efectos fijos es que el efecto específico individual está correlacionado con las variables independientes. En términos de ventajas de esta metodología, se puede argumentar que los métodos de regresión lineal típicamente arrojan estimadores con menor varianza, pero además permiten extender el soporte de análisis a un mayor número de individuos.

Para el desarrollo de este ejercicio exploratorio se construyó un panel de datos, sobre el cual se aplicaron variaciones de las 3 metodologías de corrección revisadas (con todas las limitaciones ya destacadas).

6.5.1. Metodología

Para el desarrollo de este ejercicio exploratorio se construyó un panel de datos a partir de la encuesta levantada. Las unidades observacionales (corte transversal) se encuentran representadas por los predios encuestados, los cuales alcanzan 378. Por su parte, la serie de tiempo corresponde a los años 2012 y 2016.

Formalmente se define el indicador de tratamiento como D_i . Este indicador de tratamiento se construyó a partir de las medidas de adaptación adoptadas por los agricultores presentes en la muestra entre los años 2012 y 2016. Las medidas de adaptación fueron agrupadas en 3 clúster, y para cada uno se construyó un indicador de impacto diferente, es decir, $D1_i, D2_i$ y $D3_i$.

A continuación, los siguientes cuadros presentan la estadística descriptiva de cada uno de los clústeres analizados:

Tabla 42. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Innovación y adopción de Tecnologías” (clúster 1)

D1	Año		Total
	2012	2016	
0	134	60	194
1	58	59	117
2	57	55	112
3	58	76	134
4	35	52	87
5	19	45	64
6	13	16	29
7	3	6	9
8	1	1	2
9	0	3	3
10	0	5	5
Total	378	378	756

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Prácticas culturales y de gestión” (clúster 2)

D1	Año		Total
	2012	2016	
0	133	58	191
1	51	59	110
2	62	70	132
3	45	75	120
4	46	42	88
5	16	44	60
6	12	17	29
7	8	6	14
8	3	3	6
9	2	0	2
10	0	2	2
Total	378	378	756

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Distribución medidas adaptativas asociadas a “Acogerse a Programas gubernamentales y asociatividad” (clúster 3)

D1	Año		Total
	2012	2016	
0	234	193	427
1	105	104	209
2	32	59	91
3	7	17	24
4	0	5	5
Total	378	378	756

Fuente: Elaboración propia

Dado que un agricultor puede implementar más de una medida de adaptación, se construyó cada una de las variables señaladas incorporando la “intensidad del tratamiento”. De esta manera, cada una de las variables *dummy* construidas por clúster puede tomar los siguientes valores:

D1: 0 si no presenta ninguna medida adaptativa asociada al clúster específico en el año correspondiente; 1 si tiene 1 medida implementada; 2 si tiene 2 o 3 medidas implementadas; y, 3 si presenta 4 o más.

D2: 0 si no presenta ninguna medida adaptativa asociada al clúster específico en el año correspondiente; 1 si tiene 1 medida implementada; 2 si tiene 2 o 3 medidas implementadas; y, 3 si presenta 4 o más.

D3: 0 si no presenta ninguna medida adaptativa asociada al clúster específico en el año correspondiente; 1 si tiene 1 medida implementada; 2 si tiene 2 o más.

De esta manera se tienen 3 medidas distintas de impacto, las cuales incorporan la existencia de medidas de adaptación asociadas a cada clúster, incorporando intensidad del tratamiento, es decir número de medidas activas al año correspondiente.

En general, el estimador del efecto de la adopción de medidas de adaptación resultará de comparar el promedio muestral de *Y* en el grupo de tratamiento (con medida activa) con el promedio muestral de *Y* en el grupo de control:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \mu_i$$

Donde Y_i son los ingresos brutos del predio i provenientes del cultivo principal y $D1_i, D2_i$ y $D3_i$ son variables que toman los valores revisados anteriormente. Por su parte, μ_i es el término de error de la regresión que recoge las variables observadas y no observadas de cada i , aparte de D_i , que afectan la variable de resultado.

Se incorporan también en la especificación un conjunto de variables de control X_i : (i) superficie cultivada; (ii) número de trabajadores permanentes; (iii) número de trabajadores temporales; (iv) número de tractores; (v) inversión en maquinaria; (vi) provincia; (vii) especie principal cultivada; y, (viii) valorización de los derechos de agua.

Considerando un modelo de datos de panel (2012 y 2016), la especificación final queda de la siguiente forma:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 D1_{i,t} + \beta_2 D2_{i,t} + \beta_3 D3_{i,t} + \alpha_2 X_{i,t} + \mu_{i,t}$$

En donde $X_{i,t}$ representa el vector de variables de control antes mencionadas.

Los coeficientes β_1, β_2 y β_3 se pueden interpretar como el efecto del tratamiento sobre la variable de resultado entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, es decir, en el caso de este estudio corresponde al efecto de la adopción de medidas de adaptación de cada una de los tres grupos definidos sobre los ingresos anuales de un predio agrícola.

Tal como se indicó anteriormente debido a que **no existe aleatoriedad en la asignación del tratamiento** (cada agricultor decide si implementa una o más medidas de cada clúster –autoselección) **podría existir endogeneidad** asociada a la variable de tratamiento. Debido a este problema, que suele ocurrir en métodos cuasi-experimentales, los estimadores provenientes del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios podrían ser insesgados.

Tal como se ha indicado anteriormente, el objetivo de este estudio no es realizar una evaluación de impacto a nivel micro, y por tanto la encuesta y la información utilizada para este ejercicio no fue levantada con esos objetivos. Aun así, a partir del modelo propuesto se discutirá y abordará el problema de la endogeneidad de manera exploratoria a través de las 3 estrategias mencionadas anteriormente: (i) Variables instrumentales; (ii) Modelo lineal con efectos fijos; y, (iii) Métodos de pareamiento (*matching*) basado en el *propensity score*.

6.5.2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas especificaciones estimadas del panel de datos. En la tabla a continuación se presenta el modelo definitivo y en la tabla 49 (Anexo 8) otros modelos estimados. Estos últimos se incluyen para revisar la robustez de los resultados ante cambio de variables y número de observaciones.

Tabla 45. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas

VARIABLES	P21_ing_
P21_superficie_c_	1.262e+06*** (143,536)
P22_n_trab_perm_	1.334e+06 (1.304e+06)
P22_inv_maq_	5.481*** (2.025)
med1 (D1)	5.161e+07** (2.045e+07)
med2 (D2)	-1.145e+07 (2.080e+07)
med3 (D3)	-6.425e+07** (3.081e+07)
2.provincia	-2.391e+08 (2.152e+08)
3.provincia	-1.257e+08 (9.138e+07)
4.provincia	-5.678e+07 (8.067e+07)
5.provincia	-1.341e+08 (5.075e+08)
6.provincia	-8.317e+07 (7.678e+07)
7.provincia	-4.651e+08* (2.653e+08)
P23C_DERECHOS_DE_AGUA	0.694** (0.307)
Constant	1.333e+08* (7.462e+07)
Observations	590
Number of ODEPA_ID	304
Errores Estándar entre paréntesis	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Se observa que todas las variables presentan los signos esperados. Tanto la variable asociada a tierra (superficie cultivada) como la variable asociada a inversión (maquinaria), tienen signos positivos y significativos, indicando que a mayor superficie cultivada y a mayor inversión existiría un efecto positivo sobre el ingreso bruto reportado por el predio proveniente del cultivo principal. En el caso de la variable asociada a trabajo (número de trabajadores), esta es no significativa, problema similar al observado en la estimación del modelo macroeconómico. Como proxy de disponibilidad hídrica se utilizó la valorización de los derechos de agua del predio, variable que también presenta el signo esperado (+) y es estadísticamente significativa.

Para las variables de impacto construidas, es posible observar que las medidas de adaptación asociadas a “Innovación y adopción de Tecnologías” presentan signo positivo y estadísticamente significativo. Esto estaría indicando que, existe un efecto positivo sobre el ingreso del predio (y por tanto de la producción) de la mayor inversión en medidas de adaptación asociadas a este grupo. La interpretación del coeficiente del regresor med1 (D1), estaría indicando que manteniendo todo lo demás constante, los ingresos del predio aumentan en promedio 51MM ($\beta=5.161e+07$) por cada unidad de cambio en la variable med1, es decir, por el aumento del número de medidas de adaptación implementadas pertenecientes a este grupo, según la definición de la variable (0,1, 2 y 3).

Un resultado contraintuitivo es lo que ocurre con el tercer grupo de medidas de adaptación, “Acogerse a Programas gubernamentales y asociatividad”, cuyo parámetro es estadísticamente significativo pero presenta signo negativo. Una explicación posible se debe a que este ejercicio exploratorio no es una evaluación de impacto propiamente tal, es decir los grupos de tratados y controles no fueron elegidos para estos fines, por lo cual la explicación más plausible a este hecho es que el sesgo de selección no fue debidamente solucionado, y por tanto estaría afectando los coeficientes de la estimación.

En el Anexo 8 se presentan los resultados de otros modelos estimados, los cuales presentan resultados similares a los ya expuestos.

Ahora bien, cómo se indicó en la metodología descrita anteriormente, a partir del modelo propuesto se discutirá y abordará el problema de la endogeneidad de manera exploratoria a través de las 3 estrategias mencionadas anteriormente: (i) Variables instrumentales; (ii)

Modelo lineal con efectos fijos; y, (iii) Métodos de pareamiento (*matching*) basado en el *propensity score*.

(i) Variables instrumentales (MC2E)

Dado que los agricultores deciden si implementan o no una o más medidas de adaptación de los diferentes clústeres, la exposición al tratamiento no es aleatoria, ya que su adscripción depende de diferentes variables tanto observables (por la que se controló en el panel de datos) como no observables. Por tal motivo, es posible que si no se considera esto en la estimación se obtenga como resultado un estimador sesgado asociado a las variables de impacto construidas. En este sentido, como primera estrategia de corrección del problema de selección para estimar el impacto del programa se propone utilizar el método de variables instrumentales, específicamente se efectúa una estimación de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E)²⁰.

Dada la dificultad de encontrar instrumentos adecuados en el contexto de la investigación desarrollada, se procedió a utilizar, solo como ejercicio exploratorio, la variable de escolaridad, para así controlar por esta potencial endogeneidad generada por la auto-focalización del programa²¹.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

²⁰ Para un mayor detalle de la metodología se sugiere revisar Heckman & Robb Jr. (1985) y CONEVAL (2013).

²¹ Se debe recordar que, para ser considerada un buen instrumento, la variable Z (escolaridad) debe cumplir con dos requisitos: i) debe estar correlacionada significativamente con la variable explicativa endógena D (implementar medidas de adaptación); y ii) la única relación entre Z y la variable dependiente del modelo Y debe ser mediante D. En el caso del presente ejercicio, si bien la escolaridad está correlacionada con la variable de tratamiento (D), lo cual fue testeado, existe una probabilidad importante de que también lo esté con la variable de resultados. Esto último limita la robustez del ejercicio propuesto.

Tabla 46. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, variables instrumentales

	(1)	(2)
VARIABLES	P21_ing_	P21_ing_
med1 (D1)	1.545e+08 (1.348e+08)	1.449e+08 (1.816e+08)
P21_superficie_c_	1.217e+06*** (145,084)	1.293e+06*** (156,250)
P22_n_trab_perm_		468,474 (2.126e+06)
P22_inv_maq_	4.302** (2.111)	5.450*** (2.064)
med2 (D2)	-3.766e+07 (4.657e+07)	-4.097e+07 (6.093e+07)
med3 (D3)	-8.515e+07* (4.981e+07)	-1.035e+08 (8.214e+07)
2.provincia		-3.337e+08 (2.853e+08)
3.provincia		-2.238e+08 (2.112e+08)
4.provincia		-1.324e+08 (1.677e+08)
5.provincia		-1.052e+08 (5.194e+08)
6.provincia		-8.547e+07 (7.823e+07)
7.provincia		-5.079e+08* (2.821e+08)
P23C_DERECHOS_DE_AGUA	0.446 (0.376)	0.613* (0.349)
Constant	-3.498e+07 (1.258e+08)	1.043e+08 (9.430e+07)
Observations	592	590
Number of ODEPA_ID	305	304
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Fuente: Elaboración propia

Si bien los coeficientes asociados a las variables de impacto se vuelven no significativos bajo esta estrategia de estimación, es importante añadir que se aplicó a los modelos

estimados por MCO y MC2E el test de Hausman²², obteniendo como resultado que no es posible descartar la hipótesis nula de que la variable es exógena²³. Por este motivo, tanto MCO como VI (MC2E) son consistentes, pero MCO es más eficiente, por lo cual, los resultados del panel anterior serían los definitivos en este caso.

(ii) Modelo lineal con efectos fijos

Para la segunda estrategia, se procedió a estimar modelos lineales con efectos fijos asociados al número de años de escolaridad de los agricultores (educación). Se considera esta variable para este análisis ya que existe una correlación importante entre ella y el tener o no alguna medida de adaptación implementada. Esto se utiliza con el objetivo de incorporar información sobre los agricultores que nos permitan corregir en cierto grado el sesgo de selección asociado a la asignación no aleatoria al tratamiento (implementar o no medidas de adaptación). De esta manera es posible incorporar en el modelo los efectos fijos de los agricultores (expresados a través de sus años de escolaridad) relacionados con la asignación no aleatoria del tratamiento.

De manera alternativa (modelo 2) se construyó una variable que combina la especie cultivada y años de escolaridad del agricultor, de manera de contrastar los resultados del modelo con efectos fijos solo a nivel de años de escolaridad

El modelo a estimar corresponde al siguiente:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 D1_{i,t} + \beta_2 D2_{i,t} + \beta_3 D3_{i,t} + \alpha_2 X_{i,t-1} + \mu_i + \varepsilon_{i,t}$$

En donde Y_t representa los ingresos brutos del predio i provenientes del cultivo principal (2016), X_t representa el vector de variables de control pre-tratamiento (2012), y los coeficientes β_1, β_2 y β_3 corresponden a los impactos asociados a cada uno de los clúster de

²² Para más información de este test revisar Hausman y McFadden (1984).

²³ Se obtuvieron valores para la Prob>chi2 de 0.9585 en el modelo 1 y de 1.000 en el modelo 2, ambos mayores que 0.05, por lo cual no habría evidencia para rechazar H0 (exogeneidad). Recordar que H1 corresponde a la hipótesis de endogeneidad.

medidas de adaptación construidos, incorporando al igual que en el panel estimado, la intensidad del tratamiento asociada al número de medidas de adaptación implementadas.

Finalmente, μ_i representa los efectos no observables que difieren entre las unidades de estudio (años de educación de los agricultores) pero no en el tiempo y $\varepsilon_{i,t}$ se refiere al término de error puramente aleatorio.

Los resultados de las estimaciones se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 47. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos lineales con efectos fijos

	(1)	(2)
VARIABLES	P21_ing_2016	P21_ing_2016
P21_superficie_c_2012	2.601e+06*** (163,035)	2.407e+06*** (162,654)
P22_inv_maq_2012	-2.648 (2.510)	13.46*** (4.322)
med1_2016 (D1)	4.942e+07* (2.839e+07)	4.090e+07 (3.048e+07)
med2_2016 (D2)	1.261e+07 (2.822e+07)	1.148e+07 (2.920e+07)
med3_2016 (D3)	-4.084e+07 (3.533e+07)	-1.674e+07 (3.902e+07)
P23C_DERECHOS_DE_AGUA	0.860*** (0.316)	0.790** (0.308)
Constant	-5.089e+06 (6.877e+07)	-3.812e+07 (6.967e+07)
Observations	302	302
R-squared	0.510	0.541
Number of educ	4	
Number of educesp		23
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Fuente: Elaboración propia

Nuevamente, se observa que todas las variables estadísticamente significativas presentan los signos esperados. Tanto la variable asociada a tierra (superficie cultivada) como la variable asociada a inversión (maquinaria), tienen signos positivos y significativos, indicando que a mayor superficie cultivada y a mayor inversión existiría un efecto positivo sobre el ingreso bruto reportado por el predio proveniente del cultivo principal.

Para las variables de impacto construidas, es posible observar que solo es estadísticamente significativo (al 10%) el coeficiente asociado al primer clúster de medidas de adaptación (Innovación y adopción de Tecnologías), y sólo para el primer modelo estimado. Este resultado, siempre de carácter preliminar, estaría indicando que los efectos desaparecen al corregir por el sesgo de selección asociado, al menos bajo esta metodología.

(iii) Métodos de pareamiento (*matching*) basado en el *propensity score*

Adicionalmente, se realizó un último ejercicio exploratorio, el cual estima el impacto de las distintas variables de tratamiento construidas sobre la primera diferencia de la variable de resultados (ingresos del predio).

$$(Y_{i,t} - Y_{i,t-1}) = \beta_0 + \beta_1 D1_{i,t} + \beta_2 D2_{i,t} + \beta_3 D3_{i,t} + \alpha_2 X_{i,t} + \mu_{i,t}$$

En donde $(Y_{i,t} - Y_{i,t-1})$ representa la diferencia de los ingresos brutos del predio i entre los años 2016 y 2012, las variables D1 (intmed1_2016), D2 (intmed2_2016) y D3 (intmed3_2016) corresponden al número de medidas de adaptación implementadas en cada clúster (al igual que en los ejercicios anteriores, incorporando la intensidad del tratamiento) y $X_{i,t}$ representa el vector de variables de control individuales para cada predio (2016).

Como paso previo a este y, de manera de hacer los grupos comparables, se utilizó la metodología de *propensity score matching* (para mayor detalle ver Rosenbaum y Rubin, 1983) y a partir de esto se incorporó en la estimación solo las observaciones que formaban parte del soporte común. En el Anexo 8 se adjuntan los resultados de la ecuación de participación²⁴.

²⁴ Se calcularon los impactos de las medidas implementadas de cada clúster sobre el ingreso bruto del predio (en dobles diferencias), según la metodología de vecino más cercano, no obteniendo resultados estadísticamente significativos para ninguna de las 3 variables construidas. Es importante destacar que, debido al reducido número de observaciones, no se contó para estas estimaciones que un número suficiente de predios que no tuvieran intervención alguna (controles puros), por lo que estos resultados, aun cuando se calcularon, no son presentados. Solo 8 predios no poseen intervención alguna y solo 51 forman parte del soporte común de aquellos predios sin medidas de adaptación en el clúster número 1 (Innovación y adopción de Tecnologías).

Los resultados de las estimaciones se presentan en la tabla 48 a continuación.

Tabla 48. Resultados de efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia con controles

VARIABLES	(1)	(3)	(4)
	dif_ing	dif_ing	dif_ing
intmed1_2016 (D1)	2.763e+07 (2.162e+07)	4.261e+06 (2.205e+07)	-1.483e+06 (2.377e+07)
intmed2_2016 (D2)	-4.056e+06 (2.193e+07)	-5.537e+06 (2.163e+07)	-4.150e+06 (2.226e+07)
intmed3_2016 (D3)	- 4.855e+07*	-4.188e+07 (2.728e+07)	-3.147e+07 (3.082e+07)
P21_superficie_c_2016		657,790 (399,555)	1.017e+06** (469,294)
P21_tract_2016		2.935e+07** (1.247e+07)	2.941e+07** (1.256e+07)
P23C_DERECHOS_DE_AGUA		0.434* (0.247)	0.422* (0.246)
2.provincia			226,040 (1.878e+08)
3.provincia			1.197e+08 (8.031e+07)
4.provincia			-4.005e+07 (6.895e+07)
6.provincia			1.307e+07 (6.286e+07)
7.provincia			-2.885e+08 (2.195e+08)
Constant	1.888e+07 (5.325e+07)	-6.447e+06 (5.278e+07)	-2.097e+07 (7.329e+07)
Observations	284	284	284
R-squared	0.016	0.076	0.105
Errores estándar entre paréntesis			
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior indica que, en términos generales, no existirían impactos asociados a la adopción de medidas adaptativas (tanto intmed1_2016, intmed2_2016 e intmed3_2016 son no significativas). Es decir, la diferencia de los ingresos prediales reportados entre el año 2012 y el 2016, no estaría explicada por la adopción de medidas adaptativas, en ninguno de los clústeres analizados. En general, como se puede observar en el modelo 3, las

variables relevantes están asociadas a disponibilidad hídrica, la cual se asocia en este caso a la valorización de los derechos de agua del predio, capital (número de tractores) y tierra (superficie cultivada)

En el Anexo 8 se presentan los resultados del mismo ejercicio, pero construido para las dos medidas más utilizadas en cada clúster. Los resultados fueron similares al modelo general, es decir, no habría efectos directos sobre las diferencias del ingreso reportado entre ambos periodos.

Principal conclusión del ejercicio de impacto exploratorio

La principal conclusión que se puede obtener a partir de este ejercicio exploratorio es que, de haber un impacto de la adopción de medidas de adaptación sobre el ingreso obtenido por los predios, estos estarían asociados principalmente a las medidas pertenecientes al clúster 1 (“Innovación y adopción de Tecnologías”). Sin embargo, para obtener resultados robustos y confiables, es necesario desarrollar una evaluación de impacto rigurosa, estableciendo la muestra de manera dirigida a encontrar grupos de control idóneos a cada subgrupo.

Este ejercicio debe ser considerado como un primer acercamiento exploratorio, realizado bajo una serie de supuestos y limitaciones en el contexto de la presente investigación, no siendo parte de los objetivos originalmente planteados.

7. Conclusiones

Las principales conclusiones asociadas al Objetivo N° 1 son las siguientes:

- En relación a los resultados obtenidos por medio de la función de producción Leontief Generalizada, se obtuvieron las siguientes conclusiones:
 - Producto agrícola regional: ante una reducción hídrica como la propuesta en el escenario moderado (11,64 puntos porcentuales), el Norte Chico responde en promedio con una caída del producto agrícola cercana al 16% (considerando los valores para el año 2015). Esto a diferencia de la Macrozona Centro y Sur que, ante una misma reducción del recurso hídrico, disminuirían su producto agrícola promedio en un 5% y un 12%, respectivamente.
 - Empleo agrícola regional: ante una reducción hídrica como la propuesta en el escenario moderado (11,64 puntos porcentuales), la Macrozona Centro es la que menos reacciona, es decir la que menos disminuye la demanda por trabajo (tanto calificado como no calificado). En términos porcentuales, reduce la demanda en 36% para el trabajo no calificado y en 30% para el trabajo agrícola calificado; mientras que en promedio el empleo de la Macrozona Sur responde a la disminución del recurso hídrico disminuyendo en un 41% y 45%, para el trabajo no calificado y calificado respectivamente.
 - Salario agrícola regional: expuestos al mismo escenario de reducción del recurso hídrico anterior, tanto la Macrozona Centro como la Sur presentan reducciones del salario agrícola similares en promedio. Para ambas zonas el salario de los trabajadores calificados reacciona disminuyendo en 7%, mientras que el de los trabajadores no calificados disminuiría en un 15% aproximadamente, mostrando una mayor reacción asociada a la mayor elasticidad calculada en el modelo econométrico. Nuevamente, el Norte Chico presenta el impacto de mayor magnitud, respondiendo a la simulación con una reducción del salario agrícola no calificado de 26% y del salario calificado en 21%.
 - En relación a los resultados obtenidos por medio de la Función de costos del tipo Translog, los impactos en la estructura de costos de la industria agrícola,

producto de una restricción hídrica, están muy en línea con los resultados econométricos del modelo de producción. En este sentido, si para el modelo de función de producción, se esperaba que una disminución de la disponibilidad hídrica tenga como principal impacto una disminución de la producción, para el modelo de función de costos, de manera análoga se esperaba que una baja en la disponibilidad hídrica produzca un aumento en los costos de la industria agrícola.

- El análisis de costos que permite realizar este nuevo modelo económico de impacto hídrico basado en una forma funcional del tipo Translog, puede ser visto como complementario al análisis realizado en la sección anterior, que usa una estructura de producción del tipo Leontief Generalizada. En particular, la elasticidad del costo total con respecto a la disponibilidad hídrica, representa una forma directa de ver el impacto monetario en los agricultores producto de una restricción hídrica, derivándose además de una manera robusta y también directa de un modelo dual de costos tradicional, muy utilizado en la literatura de la economía agraria.

Por otro lado, las principales conclusiones asociadas al Objetivo N° 2 son las siguientes:

- Los resultados descriptivos de la encuesta entregan antecedentes principalmente sobre la percepción de la sequía por parte de los agricultores, las medidas de adaptación adoptadas determinadas previamente, la descripción y caracterización de dichas medidas y otros factores relacionados a la adopción de tales medidas.
- En términos agregados, un 73% de los encuestados ha experimentado problemas con la disponibilidad de agua para el riego en su predio, equivalente a 276 agricultores. En términos absolutos, los productores de palta son quienes más perciben el problema de disponibilidad de agua para riego, con el 60% de quienes cultivan dicha especie declarando afirmativamente sobre dicho problema.
- Sin embargo, los agricultores de la muestra provenientes de las provincias como Petorca y Quillota tienen menores niveles de percepción de problemas de disponibilidad hídrica (63,6% y 52,1%, respectivamente), a diferencia de Los Andes en donde se registra un 93,8% de aceptación del problema por parte de los encuestados de dicha provincia.

- Desde el punto de vista del tamaño del predio, los agricultores de predio de más de 100 hectáreas tienen la percepción más baja del problema de disponibilidad hídrica (57,1% respondió afirmativamente).
- Las temporadas con problemas de disponibilidad de agua para riego, que fueron mencionadas con mayor frecuencia son las del 2013/2014, y 2014/2015, con un 18% del total de menciones cada una (177 y 179 menciones, respectivamente).
- Como causa de la baja disponibilidad de agua de riego, la sequía es la mencionada por un 36% de los encuestados. El cambio climático y la falta de infraestructura de almacenamiento en la cuenca, es señalada por un 15% y 14% de los encuestados, respectivamente.
- El principal efecto señalado por los encuestados que tuvieron problemas con la disponibilidad de agua para el riego, es la caída en la producción del predio, junto con la baja en la calidad de la producción, ambas con un 29% de las menciones, respectivamente.
- En términos absolutos, los agricultores que cultivan la palta y uva de mesa son quienes mayormente adoptan las medidas, explicando el 32% y 21% de todos los agricultores de la muestra que adoptaron medidas de adaptación.
- El 25% de quienes señalaron no adoptar medidas indicó que ellas no fueron necesarias, mientras que para un 42% lo constituye un problema de costos.
- El riego tecnificado (goteo, aspersión, microaspersión o similar) registró un 21% de las menciones (161 en total) de todas las medidas utilizadas, mientras que el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques, etc.) se señala como un 16% de todas las medidas adoptadas, siendo la menos nombrada.
- En cuanto a la utilidad de las medidas mencionadas, todas alcanzan porcentajes declarados de utilidad superiores al 87%, excepto el almacenado de agua dentro del predio (embalses, tranques), la cual alcanza solo un 54% de utilidad. Si bien es esperable que la mayor parte de las menciones sea en los ámbitos de gestión del agua (53,4%) y tecnología de riego (30,7), se desprende la necesidad de informar y promover otro tipo de medidas para enfrentar las sequías.
- El resultado también sugiere una cierta falta de anticipación al tomar las medidas, sólo un 26,7% de ellas fueron adoptadas antes de (no después ni durante) la ocurrencia de la sequía. Naturalmente, algunas de las medidas mencionadas por su

naturaleza deben ser implementadas durante una sequía, pero muchas de ellas son de mayor plazo y requieren anticipación.

- El 37% de los encuestados menciona razones de costo beneficio para la adopción de la medida, mientras que un 23% señala tanto que ya poseía información previa respecto a los resultados de las medidas que finalmente adoptó, como que eran fáciles de implementar, respectivamente.
- El conocimiento propio fue la principal fuente de información, con un 60% de menciones, seguido de información emanada de alguna organización de agricultores u otro agricultor (23%).
- El nivel de participación en asociaciones actualmente no es bajo (72%) y en general hay una buena evaluación de los resultados obtenidos (73% señala que lo ha beneficiado), sobre todo en agricultores con menos de 30 ha cultivadas.
- Pese a la existencia de conocimiento a nivel internacional que permitiría desarrollar estrategias locales para enfrentar las sequías, se observa una baja capacidad de coordinación y de trabajo de largo plazo entre los organismos del estado, las asociaciones de agricultores, centros de investigación y extensión, y otros usuarios de las aguas. Esta falta de coordinación y comunicación parece ser el principal obstáculo para generar estrategias exitosas para mitigar los efectos y adaptarse a las sequías.
- En resumen, las medidas que declaran haber utilizado son en general bien evaluadas, reconociendo ellos mismos que si les han servido. Entre las medidas más comúnmente adoptadas están las medidas de gestión del agua que incluyen la mejora o construcción de pozos e infraestructura de acumulación, y la tecnificación y mejor gestión del riego.
- Estas medidas pueden ser de alcance limitado, con efectos decrecientes en el tiempo y en algunos casos generar externalidades negativas al resto de los usuarios. Por lo que una mirada individual al problema es solo una estrategia de corto plazo y parcial.
- Los resultados de la encuesta también señalan que se hace mención, aunque en menor medida, al uso de mecanismos de mercado para acceder al agua, cambio en prácticas productivas y una mayor participación en asociaciones.
- Con los resultados de la encuesta se estimó un modelo probit con el fin de detectar qué variables aumentan la probabilidad de que se hayan tomado medidas para la

menor disponibilidad de agua. En este sentido, las variables que aumentan la probabilidad de que se hayan tomado medidas para la adaptación a menor disponibilidad hídrica resultaron ser las siguientes: que el predio esté ubicado en la provincia de Petorca; la superficie de los predios sea más de 100 ha; el máximo nivel educacional alcanzado por el dueño o administrador es de nivel técnico o profesional; el hecho que el predio sea el principal; y que el cultivo principal sea nogal.

- Se llevó a cabo un ejercicio exploratorio de impacto de la adopción de medidas contra la disminución de disponibilidad hídrica sobre la producción agrícola. La principal conclusión es que habría un impacto asociado principalmente a las medidas pertenecientes al ítem “Innovación y adopción de Tecnologías”. Sin embargo, para obtener resultados robustos, es necesario desarrollar una evaluación de impacto rigurosa, estableciendo la muestra de manera dirigida a encontrar grupos de control idóneos a cada subgrupo.

Referencias Bibliográficas

- Agullo, F. A., & Portero, I. S. (2002). Agua y producción agrícola: un análisis econométrico del caso de Murcia. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 129-158.
- Anríquez, G., & López, R. (2007). Agricultural growth and poverty in an archetypical middle income country: Chile 1987–2003. *Agricultural Economics*, 36(2), 191-202.
- Berritella, M., Hoekstra, A. Y., Rehdanz, K., Roson, R., & Tol, R. S. (2007). The economic impact of restricted water supply: A computable general equilibrium analysis. *Water research*, 41(8), 1799-1813.
- Bradshaw, B., H. Dolan y B. Smit. 2004. Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. *Climatic Change*, 67(1), 119-141.
- Chambers, Robert G. (1988) "Applied production analysis." Cambridge Books.
- Christensen, L. R., Jorgenson, D. W. y Lau, L. J. Transcendental logarithmic production frontiers, *The review of economics and statistics*, pp. 28-45, 1973.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Uso de una encuesta panel para evaluaciones de impacto: ensayo metodológico con la ENNViH 2002-2005, México, DF: CONEVAL, 2013.
- Denny, M., Fuss, M. y Waverman, L. (1979). The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries with Application to Canadian Telecommunications, de *Productivity Measurement in Regulated Industries*, T. G. Cowing y R. E. Stevenson, Edits., New York, Academic Press, pp. 179-218.
- Gil, M., Garrido, A., & Gómez-Ramos, A. (2011). Economic analysis of drought risk: An application for irrigated agriculture in Spain. *Agricultural water management*, 98(5), 823-833.
- Griffin, R. C. (1998). The fundamental principles of cost-benefit analysis. *Water resources research*, 34(8), 2063-2071.

- Gomez, C. M., Tirado, D., & Rey-Maqueira, J. (2004). Water exchanges versus water works: Insights from a computable general equilibrium model for the Balearic Islands. *Water Resources Research*, 40(10).
- Hanoch, G. (1975). The elasticity of scale and the shape of average costs, *The American Economic Review*, vol. 65, n° 3, pp. 492-497, 1975.
- Harou, J. J., Pulido-Velazquez, M., Rosenberg, D. E., Medellín-Azuara, J., Lund, J. R., & Howitt, R. E. (2009). Hydro-economic models: Concepts, design, applications, and future prospects. *Journal of Hydrology*, 375(3), 627-643.
- Harou, J., Medellín, J., Zhu, T., Tanaka, S., Lund, J., Stine, S., ... & Olivares, M. (2006). Extreme drought and water supply management in California. In *World Environmental and Water Resource Congress 2006: Examining the Confluence of Environmental and Water Concerns* (pp. 1-10).
- Hausman, J. and McFadden, C. (1984): "Specification test in econometrics", *Econometrica*, 52, 1219-1240. *Stata (2005) Reference manual A-J*. Stata Pres. Texas, 441-448.
- Heckman, J. J., & Robb Jr, R. (1985). Alternative methods for evaluating the impact of interventions: An overview. *Journal of econometrics*, 30(1-2), 239-267.
- Horridge, M., Madden, J., & Wittwer, G. (2005). The impact of the 2002–2003 drought on Australia. *Journal of Policy Modeling*, 27(3), 285-308.
- Howden, S.M., J.-F. Soussana, F.N. Tubiello, N. Chhetri, M. Dunlop, y H. Meinke. 2007. "Adapting agriculture to climate change." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(50):19691–6. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18077402> [Accessed August 17, 2017].
- Iglesias, A., y L. Garrote. 2015. "Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe." *Agricultural Water Management* 155:113–124. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037837741500089X> [Accessed August 17, 2017].

- Iglesias, E., Garrido, A., & Gómez-Ramos, A. (2003). Evaluation of drought management in irrigated areas. *Agricultural Economics*, 29(2), 211-229.
- Khan, H. F., Morzuch, B. J., & Brown, C. M. (2017). Water and growth: An econometric analysis of climate and policy impacts. *Water Resources Research*, 53(6), 5124–5136.
- Krol, M., Jaeger, A., Bronstert, A., & Güntner, A. (2006). Integrated modelling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes: A general introduction of the methodology and some exemplary results from the semi-arid north-east of Brazil. *Journal of Hydrology*, 328(3), 417-431.
- Lopez, R. E. (1984). Estimating substitution and expansion effects using a profit function framework. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 358-367.
- López, R., & Galinato, G. I. (2007). Should governments stop subsidies to private goods? Evidence from rural Latin America. *Journal of Public Economics*, 91(5), 1071-1094.
- Mansouri, B. (2004). Impact of drought and fiscal policy on private consumption, private investment and economic growth in Morocco: an empirical analysis. In *Workshop on the prospects of Arab economic cooperation to boost savings and investment Alexandria, Egypt*.
- Marshall, E. y T. Randhir. 2008. Effect of climate change on watershed systems: a regional analysis. *Climatic Change*, 89(3-4), 263-280.
- Medellín-Azuara, J., Harou, J. J., Olivares, M. A., Madani, K., Lund, J. R., Howitt, R. E., ... & Zhu, T. (2008). Adaptability and adaptations of California's water supply system to dry climate warming. *Climatic Change*, 87, 75-90.
- Modrego, F. y J. Ortega. (2016) Impacto económico de la disponibilidad hídrica en la actividad agrícola de la Región de Valparaíso. Estudio elaborado para CIREN y ODEPA.
- Mukherjee, M., y K. Schwabe. 2015. "Irrigated Agricultural Adaptation to Water and Climate Variability: The Economic Value of a Water Portfolio." *American Journal of Agricultural Economics* 97(3):809–832. Available at: <https://academic.oup.com/ajae/article-lookup/doi/10.1093/ajae/aau101> [Accessed August 1, 2017].

- Nhemachena, C. y R. Hassan. 2007. Micro-level analysis of farmers' adaptation to climate change in Southern Africa. IFPRI Discussion Paper, 00714. Washington, DC: IFPRI.
- Nkya, K., Amana Mbowe y J. Makoi (2015). Low-cost irrigation technology, in the context of sustainable land management and adaptation to climate change in the Kilimanjaro Region. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(7), 45-56.
- Ohta, M. (1974). A note on the duality between production and cost functions: rate of returns to scale and rate of technical progress. *The Economic Studies Quarterly* (Tokyo. 1950), 25(3), 63-65.
- Peck, D. E., & Adams, R. M. (2010). Farm-level impacts of prolonged drought: is a multiyear event more than the sum of its parts?. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(1), 43-60.
- Quiroga, S., & Iglesias, A. (2009). A comparison of the climate risks of cereal, citrus, grapevine and olive production in Spain. *Agricultural Systems*, 101(1), 91-100.
- Rosenbaum, Paul y Rubin, Donald. 1983. "The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies of Causal Effects". *Biometrika* 70 (1): 41-55.
- Salami, H., Shahnooshi, N., & Thomson, K. J. (2009). The economic impacts of drought on the economy of Iran: An integration of linear programming and macroeconomic modelling approaches. *Ecological Economics*, 68(4), 1032-1039.
- Shepherd, R. W. (1970). *Theory of cost and production functions*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Uzawa, H. (1962). Production functions with constant elasticities of substitution, *The Review of Economic Studies*, vol. 29, nº 4, pp. 291-299.

Anexo 1. Construcción de bases de datos

El **producto agrícola regional** se obtuvo de la sección “Cuentas Nacionales” de la base de datos estadísticos del Banco Central (<http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>). La variable se construyó empalmando las series de PIB agropecuario-silvícola anual a precios corrientes con referencia año 2008, disponible para el periodo 2008-2014, con la serie homóloga con referencia año 2013, disponible para el periodo 2013-2015. Esto permitió extender la serie para el periodo 2008-2015, manteniendo como referencia el año 2008. Adicionalmente, se utilizó la serie de deflactor del PIB agropecuario-silvícola para eliminar el efecto precio, dejando la serie de producto regional para las 15 regiones en precios constantes base año 2008.

El **número de trabajadores agrícolas calificados y no calificados** se obtuvo de la Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el periodo 2010-2015. Esta encuesta anual toma los resultados de las múltiples versiones de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) que se publican al año, complementándola con datos de ingresos. Para el año 2009, se utilizó la encuesta CASEN 2009, ya que entrega información comparable a la reportada por la ESI. En ambas encuestas, para los individuos ocupados, se reporta el sector al que pertenece el trabajo principal. En el caso de la ESI 2010-2015, para diferenciar los trabajadores agrícolas del resto de los trabajadores, se creó una variable dummy agricultura que toma valor 1 cuando el individuo reporta que su trabajo principal pertenece a la categoría “agricultura, ganadería, caza y silvicultura”, y valor 0 en cualquier otro caso. En el caso de la CASEN 2009, la variable que reporta el sector del trabajo principal incluye una mayor cantidad de categorías y por ende mayor desagregación. Por lo tanto, para obtener valores comparables con los datos obtenidos de la ESI, se replicó el mismo procedimiento detallado previamente, con la diferencia que la variable dummy toma valor 1 cuando el individuo reporta que su trabajo principal pertenece a alguno de los siguientes sectores: “producción agropecuaria”, “servicios agrícolas”, “silvicultura” o “extracción de madera”. Habiendo diferenciado al trabajador agrícola en las muestras para el periodo 2009-2015, se procedió a clasificar a los individuos en calificado y no calificado. Para determinar un criterio objetivo de clasificación, siguiendo el procedimiento descrito en Modrego et al. (no publicado), se utilizó la definición de trabajador

calificado propuesta por Anríquez y López (2007), que establece que el trabajador calificado corresponde a las personas con ocho o más años de educación, y, por ende, los no calificados a personas con menos de ocho años de educación. La encuesta CASEN 2009 ya trae incorporada una variable con los años de escolaridad de los individuos, permitiendo crear una variable dummy calificado con valor 1 cuando la escolaridad fuese igual o mayor a ocho años, y valor 0 en caso contrario. En cambio, la encuesta ESI no contiene la mencionada variable de escolaridad, por lo que se tuvo que deducir utilizando el máximo nivel educacional alcanzado por el individuo, junto a otra variable que reporta si la persona terminó dicho nivel educacional o no. Se generó una correspondencia de años de escolaridad para cada nivel educacional, concluyendo que ocho o más años de escolaridad era equivalente a educación básica completa. Así, se creó la variable dummy calificado que toma valor 1 cuando el individuo tiene educación básica completa, educación media completa o incompleta, o cualquier nivel de educación superior completo o incompleto; y valor 0 con educación básica incompleta o un menor nivel educacional. Finalmente, utilizando las dos variables dummy descritas, agricultura y calificado, y corrigiendo por el factor de expansión de la ESI, se obtuvo el número de trabajadores agrícolas calificados y no calificados para las 15 regiones del país en el periodo 2009-2015.

Adicionalmente, se construyó de manera alternativa para las variables de trabajo (L) y salario (w) utilizando las encuestas CASEN de los años 2009, 2011, 2013 y 2015. Para determinar que individuos pertenecen al sector agrícola, se utilizó la variable que reporta la actividad a la que se dedica el negocio, empresa o institución donde trabaja el individuo encuestado. Así, se estableció que serían agrícolas cuando dicha variable tomara el valor “agricultura, ganadería, caza y silvicultura”. Posteriormente, de acuerdo con la definición de Anríquez y Lopez, se estableció como trabajadores calificados a todos los individuos que hubiesen cursado ocho o más años de educación, y como no calificados a los que no cumplieren con dicho criterio. Para esto, se utilizó la variable “esc”, contenida en las encuestas CASEN, la cual refleja directamente los años de estudio de los encuestados sin necesidad de calcularlos. Se calcularon promedios a nivel regional ponderados por los factores de expansión regionales para las seis variables en cuestión. Por último, se realizó un procedimiento de interpolación lineal, consistente en estimar los datos para los años 2010, 2012 y 2014 utilizando la ecuación de la línea de tendencia de los cuatro datos iniciales (años 2009, 2011, 2013 y 2015).

La **cantidad de capital** también se obtuvo de la base de datos estadísticos del Banco Central. Para esto se utilizó la serie de consumo de capital fijo para el sector Agropecuario, silvícola y pesca a precios constantes con año base 2008, disponible a nivel país para el periodo 2008-2014. El dato para el año 2015 fue extrapolado utilizando la serie de PIB agropecuario-silvícola a precios corrientes para el año 2008-2015, mencionada anteriormente. Ambas variables presentan una correlación de 0.97 para el periodo 2008-2014, permitiendo estimar el consumo de capital fijo para el año 2015 a través del producto. Adicionalmente, se utilizó la serie de deflactor del PIB agropecuario-silvícola para transformar la serie a precios reales año base 2008. Posteriormente, se replicó el procedimiento de Modrego et al (no publicado) para asignar el consumo de capital fijo del sector Agropecuario, silvícola y pesca a las 15 regiones del país. Se obtuvo un índice de mecanización para 13 regiones de Chile (excluye XV Región de Arica y Parinacota y XIV Región de Los Ríos) de la publicación de ODEPA “Maquinaria Agrícola” (Otero, 2014). El índice aludido es utilizado como un proxy de intensidad de uso de capital en el sector agrícola, ya que describe el número de trabajadores por cada tractor en las 13 regiones referidas, en base al Censo Agropecuario 2007 y datos del INE. Para las dos regiones restantes, se asumió que presentaban el mismo índice de mecanización que la región a la que anteriormente pertenecían. Es decir, se replicó el índice de la I Región de Tarapacá para la XV Región de Arica y Parinacota, y el índice de la X Región de Los Lagos para la XIV Región de Los Ríos. Se asumió el índice como constante para el periodo 2008-2015, y se multiplicó por el número de trabajadores agrícolas regional en cada año, obteniendo una estimación del número de tractores en cada región para el periodo 2008-2015. Se calculó un ponderador anual de tractores para cada región, capturando la proporción de tractores en la región sobre el total de tractores a nivel país para cada año. Finalmente, dichos ponderadores fueron utilizados para asignar el consumo de capital fijo en el sector agropecuario, silvícola y pesca a cada una de las regiones.

Para la **superficie estimada de tierra agrícola**, se replicó los valores calculados y presentes en la base de datos de Modrego et al (no publicado). Corresponde a la suma en cada región de la superficie plantada con los siguientes cultivos: (1) anuales; (2) hortalizas; (3) frutales; (4) viñas; (5) forrajeras; (6) flores; (7) semilleros; (8) viveros; y (9) plantaciones forestales.

El **índice de precios agrícolas** se construyó ponderando los precios de una canasta de 41 productos hortofrutícolas (además de trigo y papa) por la proporción de superficie plantada con cada cultivo en cada región para cada uno de los años del periodo 2008-2015. Para seleccionar los productos que componen la canasta, se promedió la superficie plantada de cada cultivo a nivel nacional para el periodo 2008-2015. Solamente se incluyeron los productos que presentaran más de 1000 hectáreas a nivel nacional. En primer lugar, se calcularon las superficies plantadas de anuales, hortalizas y frutales. En el caso de los cultivos anuales y las hortalizas, los datos se obtuvieron de los informes anuales de cultivos esenciales del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (<http://www.ine.cl/estadisticas/economicas/estad%C3%ADsticas-agropecuarias>). Dichos informes reportan la superficie plantada para las nueve regiones de mayor significancia agrícola. Para las otras seis regiones, se estimó la superficie plantada de anuales y hortalizas ponderando la superficie reportada para “resto del país” por la proporción que representaba el respectivo cultivo entre estas seis regiones en el Censo Agropecuario 2007. En el caso de los frutales, se obtuvieron datos de los catastros frutícolas de ODEPA, los cuales son publicados anualmente alternando las regiones catastradas (http://www.odepa.gob.cl/documentos_informes/catastro-fruticola-ciren-odepa/). A excepción de la XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena, todas las regiones tenían al menos un catastro, lo cual fue complementado con los datos del Censo Agropecuario 2007. Se realizó interpolación y extrapolación lineal para completar los datos para los años faltantes en cada región. La canasta quedó finalmente compuesta por los siguientes 41 productos: trigo, papa, ajo, alcachofa, arveja verde, betarraga, cebolla, choclo, coliflor, espárrago, haba, lechuga, melón, pimiento, poroto granado, poroto verde, repollo, sandía, tomate, zanahoria, zapallo italiano, zapallo, arándano, cereza, ciruela, damasco, durazno, frambuesa, frutilla, granada, kiwi, limón, mandarina, manzana, mora, naranja, nectarín, palta, pera, tuna, uva. A excepción del precio del trigo, los precios anuales para el periodo 2008-2015 se calcularon promediando los precios mensuales en mercados mayoristas reportados por ODEPA (<http://www.odepa.cl/precios/series-de-tiempo/>). Posteriormente, se deflactó dichos precios con la serie de deflactor del PIB agropecuario-silvícola y se convirtieron a índices dejando como base=100 el precio de 2008. Los precios del trigo para el periodo 2008-2015 se obtuvieron de una serie de precios del Banco Central. Para obtener el índice de precios reales del trigo, se realizó el mismo procedimiento anteriormente

descrito. Finalmente, se ponderaron los índices de precios por la superficie plantada con cada cultivo para cada región y cada año en el periodo 2008-2015.

El **salario de los trabajadores agrícolas calificados y no calificados** se obtuvo de la Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el periodo 2010-2015, y fue complementada con los datos de la encuesta CASEN 2009. El trabajador agrícola corresponde a los individuos que reportaron el sector agrícola para su trabajo principal, siendo calificado si al menos terminó la educación básica, o no calificado en caso contrario (anteriormente se describió en detalle este procedimiento). Para efectos del ingreso, se utilizó el ingreso reportado para el trabajo principal, ya que en ESI y CASEN no se reporta el sector al que pertenece el trabajo secundario. Así, para cada uno de los grupos de trabajadores aludidos, se calculó un promedio regional ponderado por el factor expansivo de la ESI. Dado que estos salarios corresponden a precios nominales, se utilizó la serie de deflactor del PIB agropecuario-silvícola del Banco Central para obtener los salarios agrícolas regionales a precios reales año base 2008.

El **precio del capital** corresponde a la serie de índice de precios de importaciones de bienes de capital anual año base 2013 del Banco Central, disponible para el periodo 2008-2016. Se transformó la serie de manera de dejarla con año base 2008. A pesar de que esta serie no presenta variabilidad regional, de acuerdo con Modrego et al (no publicado), esto no sería un problema para la estimación por dos razones: (1) la variación regional de precios de capital importado no debiese ser significativa, y (2) la forma funcional para la estimación hace que la variable ingrese al modelo como precio relativo al precio de los otros factores.

El **precio de la tierra** se obtuvo completando la serie presente en la base de datos de Modrego et al (no publicado), disponible para el periodo 2008-2014. Esta variable corresponde a los precios de la tierra agrícola por región, elaborado por el Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica (DEA-UC) en base a la sección de “Económicos Agropecuarios” de la Revista del Campo de El Mercurio. Para completar los datos para el año 2015, se revisaron las 52 publicaciones en el año 2015 de la mencionada revista, correspondiente a los números en N°2008 (05/01/2015) - N°2059 (28/12/2015). Para cada aviso económico de venta, tanto de la sección “Fundos y Haciendas”, como de “Chacras y Parcelas”, se calculó el precio por hectárea en Unidades de Fomento (UF). Para lo anterior, se utilizó el valor de cambio del día respectivo, obtenido de las series de Dólar

Observado y Unidad de Fomento del Servicio de Impuestos Internos (SII). Adicionalmente, se eliminaron algunas observaciones *outlier* que pudiesen sesgar el indicador. Posteriormente, se replicó el procedimiento descrito en Modrego et al (no publicado), calculando la mediana de cada comuna, para luego promediarlas para cada región.

La **variable de disponibilidad hídrica**, correspondiente al caudal medio anual de los ríos en cada región, se obtuvo de la base de datos de Modrego et al (no publicado). Esta variable fue construida con los datos de caudales de 30 estaciones de monitoreo para el periodo 2002-2015 (2 estaciones por región). Los valores de este indicador son el promedio de los dos datos por región en cada año, que a su vez corresponden al porcentaje que representa el caudal medio anual sobre el promedio en el periodo 2002-2015 para cada estación de monitoreo. Las fuentes citadas para dichos datos corresponden a los Anuarios del Medio Ambiente del INE (<http://www.ine.cl/estadisticas/medioambiente>) y la red de estaciones hidrológicas de la DGA (<http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>).

Las distintas regiones fueron clasificadas en las siguientes **macrozonas**: (1) Norte Grande: I Región de Tarapacá, II Región de Antofagasta, y XV Región de Arica y Parinacota; (2) Norte Chico: III Región de Atacama, y IV Región de Coquimbo; (3) Zona Centro: V Región de Valparaíso, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins, VII Región del Maule, VIII Región del Biobío, y RM Región Metropolitana; (4) Zona Sur: IX Región de La Araucanía, X Región de Los Lagos, y XIV Región de Los Ríos; y (5) Zona Extremo Sur: XI Región de Aisén, y XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

La primera y segunda variable instrumental corresponden a la cantidad media de años de **escolaridad de la mano de obra agrícola no calificada y calificada**, respectivamente. Estos datos fueron obtenidos de la Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el periodo 2010-2015 y de la encuesta CASEN 2009. Tal y como se detalla con anterioridad, se considera solamente a los trabajadores ocupados que reportaron que su trabajo principal correspondía al sector agrícola, mientras que la clasificación de trabajador calificado se estableció en nivel educacional de al menos educación básica completa. Ahora, como se menciona anteriormente, la encuesta ESI no contiene una variable que reporte los años de escolaridad del individuo (a diferencia de la encuesta CASEN). Por lo tanto, se replicó dicha variable utilizando una correspondencia de años de escolaridad con el máximo nivel educacional del individuo, incorporando la

información respecto a si terminó dicho nivel o no. Se determinó una cantidad aproximada de años de escolaridad asociada a completar cada nivel educacional (ej. educación básica ocho años, educación media cuatro años, etc.), y se asignó dicha cantidad de años de escolaridad a los individuos que hubiesen terminado el respectivo nivel educacional. En cambio, para quienes reportan no haber terminado el último nivel educacional cursado, se les asignó la mitad de los años correspondientes a terminarlo. Finalmente, para los dos grupos de trabajadores en cuestión, se calculó un promedio regional ponderado por el factor expansivo de la ESI.

La tercera variable instrumental corresponde a la **densidad poblacional**, medida como el número de habitantes sobre la superficie regional en kilómetros cuadrados para las 15 regiones del país. La población regional se obtuvo de la última actualización de estimación y proyección de población del Instituto de Estadísticas Nacional (INE), publicada en 2014. En esta serie se entrega una estimación de la población regional para el periodo 2002-2012 en base a los registros de estadísticas vitales y de los registros administrativos del Departamento de Extranjería del Ministerio del Interior, además de una proyección de la misma para el periodo 2013-2020. A su vez, la superficie regional se obtuvo de la Ficha Nacional de Información Nacional 2017, publicada por la ODEPA.

La cuarta variable instrumental corresponde a la **población regional** reportada por “Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos” publicada en 2005 por el Instituto de Estadísticas Nacional (INE). Estos datos corresponden a la población en cada comuna del país, recopilados por el Censo Nacional de Población 2002. Se utilizó esta fuente ya que permitió calcular la población de las regiones XIV y XV, que no existían como tales en ese entonces. La quinta variable instrumental es la población regional reportada por el Censo Nacional de Población de 2012.

La sexta variable instrumental es la temperatura media anual, obtenida de la base de datos de Modrego et al (no publicado). Fue construida utilizando las mediciones de 66 estaciones a lo largo del país, cuyas fuentes reportadas son la red de estaciones de la DGA (<http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>), Agromet de INIA (<http://agromet.inia.cl/estaciones.php>) y la dirección meteorológica de Chile (<http://164.77.222.61/climatologia/>). Los datos corresponden al promedio del dato anual de

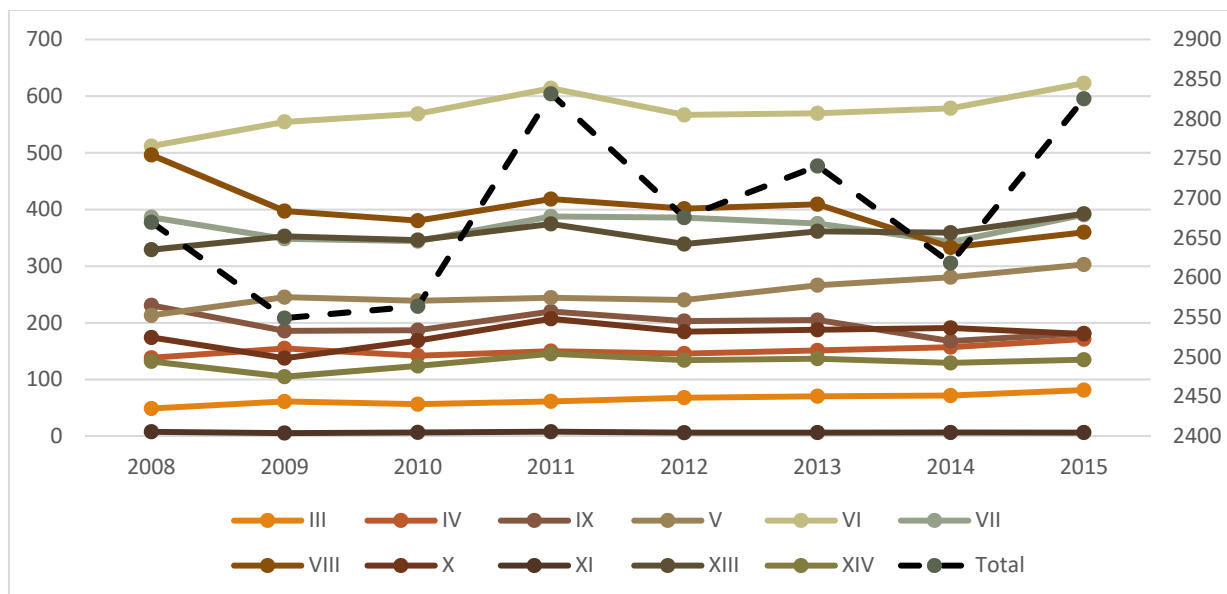
las estaciones de cada región, que a su vez corresponde a la medición de temperatura anual en la estación sobre el promedio de la misma para el periodo 2009-2015.

Anexo 2. Estadística descriptiva complementaria

Dado la alta dispersión de las variables a nivel regional utilizadas para estimar el modelo, a continuación, se presenta estadística descriptiva desagregada a nivel regional para las variables más importantes analizadas, en relación con su evolución temporal en el periodo de análisis (2009-2015).

En el gráfico de abajo se observa la evolución de la variable producto agropecuario-silvícola en términos reales (base año 2008). La VII región del Maule posee la participación relativa en el producto más alta en todos los años, diferenciándose de manera importante de la participación de la VIII región en el mismo periodo. Se incorpora la suma total del producto de estas regiones (eje secundario) para revisar tendencias. Así, es posible observar que el producto silvoagropecuario ha tenido una importante volatilidad en el periodo, con una tendencia positiva. Se destaca la importante caída del producto durante el periodo en la VIII región, cercana al 27% entre el año 2008 y 2015.

Gráfico 23. PIB agropecuario-silvícola regional, precios constantes 2008 (miles de millones de \$)

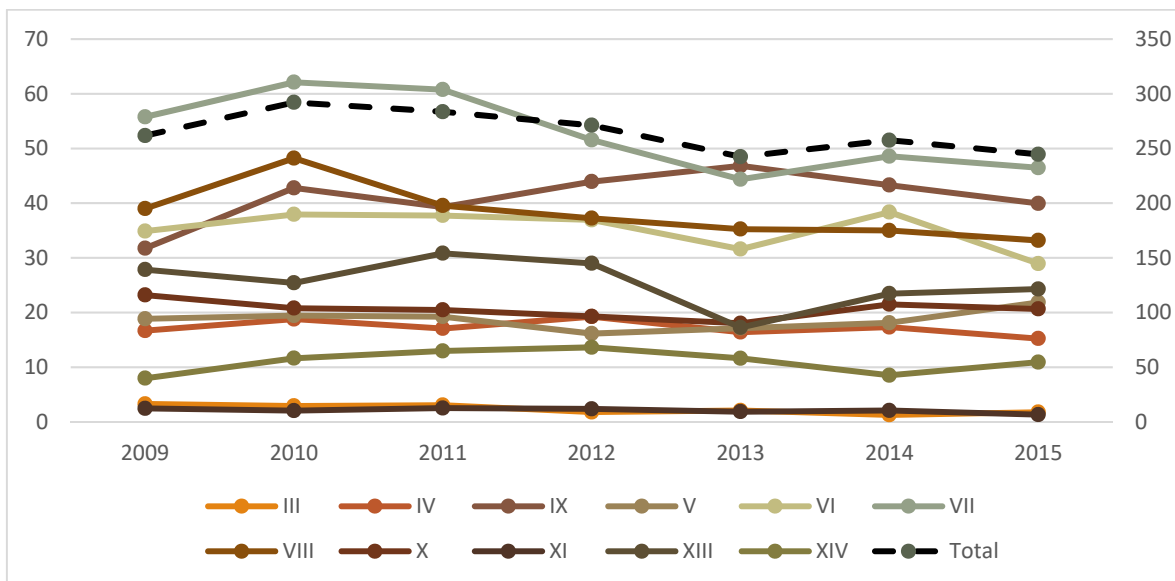


Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

En el gráfico posterior se observa la evolución del número de trabajadores no calificados por región, observándose que las regiones VI, VII, VIII y IX como las más importantes en

términos relativos. La tendencia nacional, ligeramente a la baja para el periodo, es posible de observar en el eje secundario.

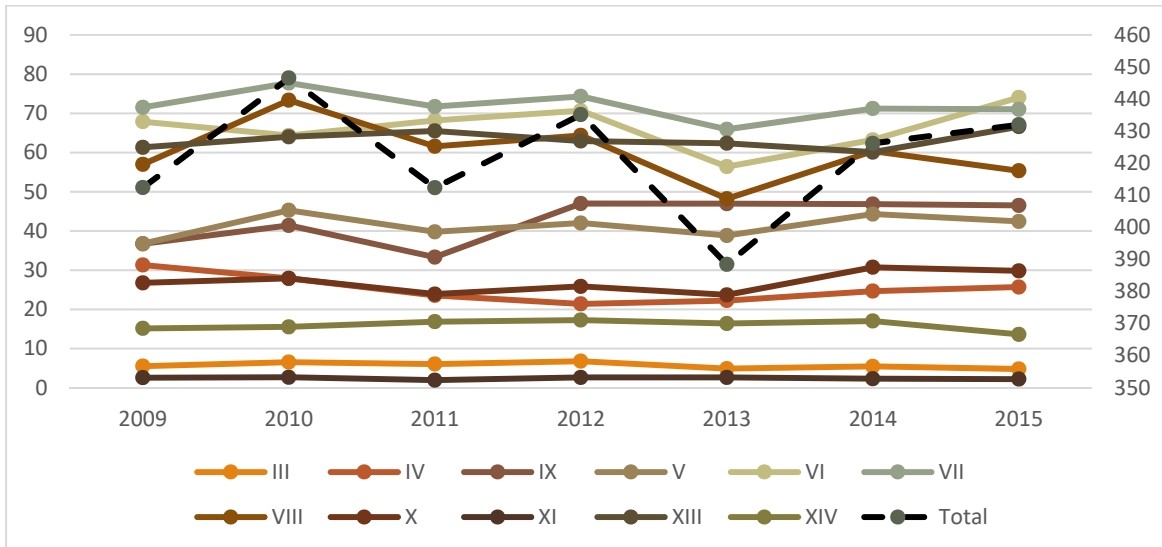
Gráfico 24. Número de trabajadores no calificados sector agrícola por región, miles de trabajadores



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

El gráfico siguiente presenta los niveles absolutos de empleo calificado del sector agrícola (en miles de trabajadores).

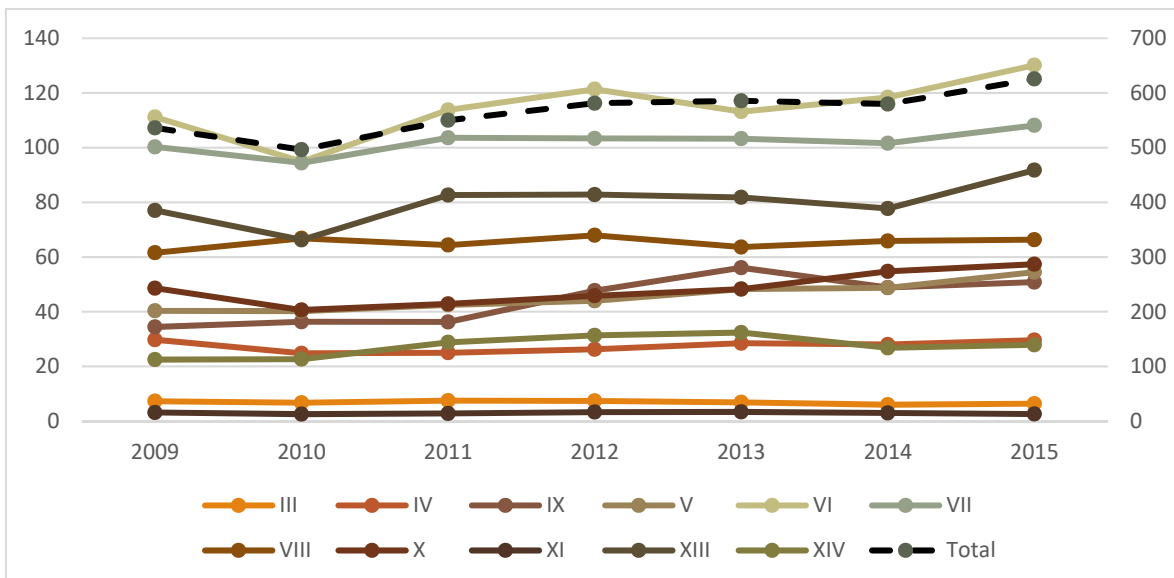
Gráfico 25. Número de trabajadores calificados sector agrícola por región, miles de trabajadores.



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

En términos de consumo de capital fijo del sector silvoagropecuario, el gráfico 26 destaca la mayor participación de la VI región por sobre la VII, lo cual, considerando la mayor cantidad de trabajadores calificados como no calificados para esta última, indicaría una mayor participación relativa de K para la VI región.

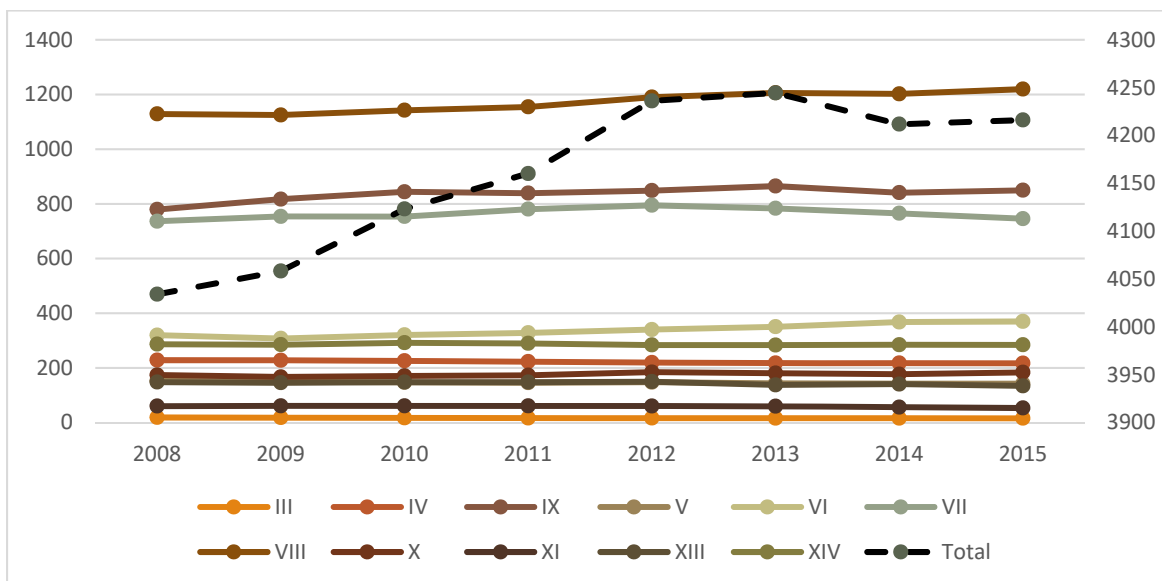
Gráfico 26. Consumo de capital fijo sector silvoagropecuario por región según, precios constantes 2008 (miles de millones de \$)



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

Tal como se indicó anteriormente, existen importantes diferencias en términos de las hectáreas agrícolas regionales. Destaca la mayor cantidad de tierra agrícola disponible en la VIII región de Biobío, muy por sobre las otras dos regiones más intensivas en producción agrícola (VI y VII). Otro dato interesante que es posible observar es la tendencia al alza de la superficie estimada de tierra agrícola a nivel nacional, la cual aumentó en el periodo en cerca de un 5% (eje secundario).

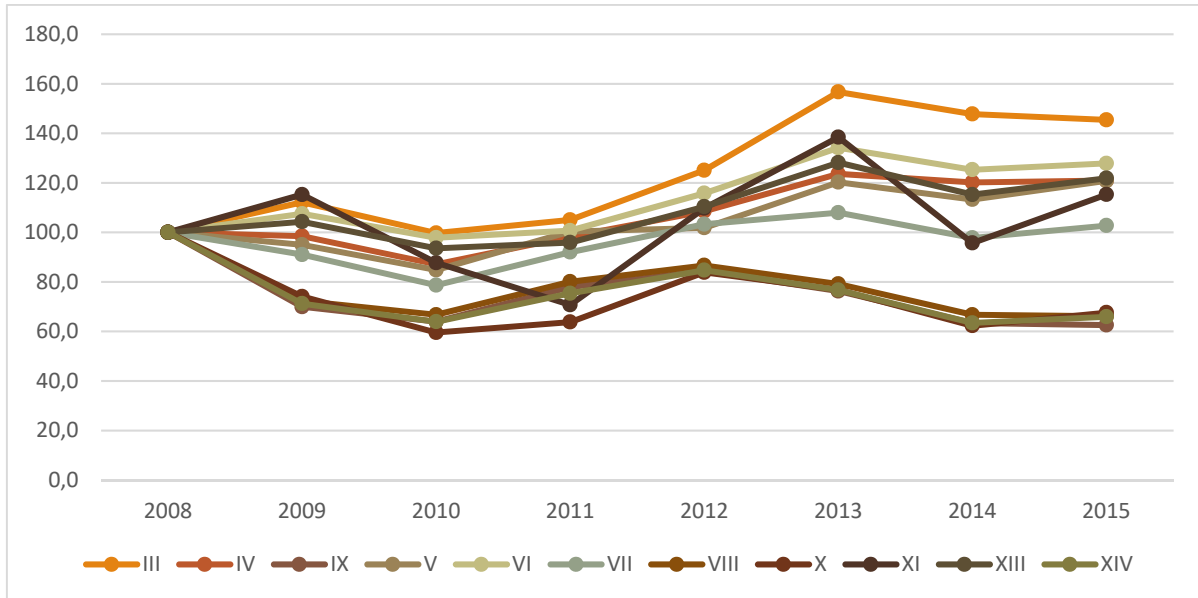
Gráfico 27. Superficie estimada de tierra agrícola por región, miles de Hectáreas.



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

En el gráfico siguiente es posible observar las evoluciones de los índices de precios agrícolas construidos por región, según la metodología descrita en el punto anterior. Destaca la evolución positiva de la mayoría de las regiones para los productos incorporados en la canasta (principalmente la III región). Se desacoplan de esta tendencia cuatro regiones, la VIII, la IX, la X y la XIV, todas con tendencias deflacionarias en el periodo analizado.

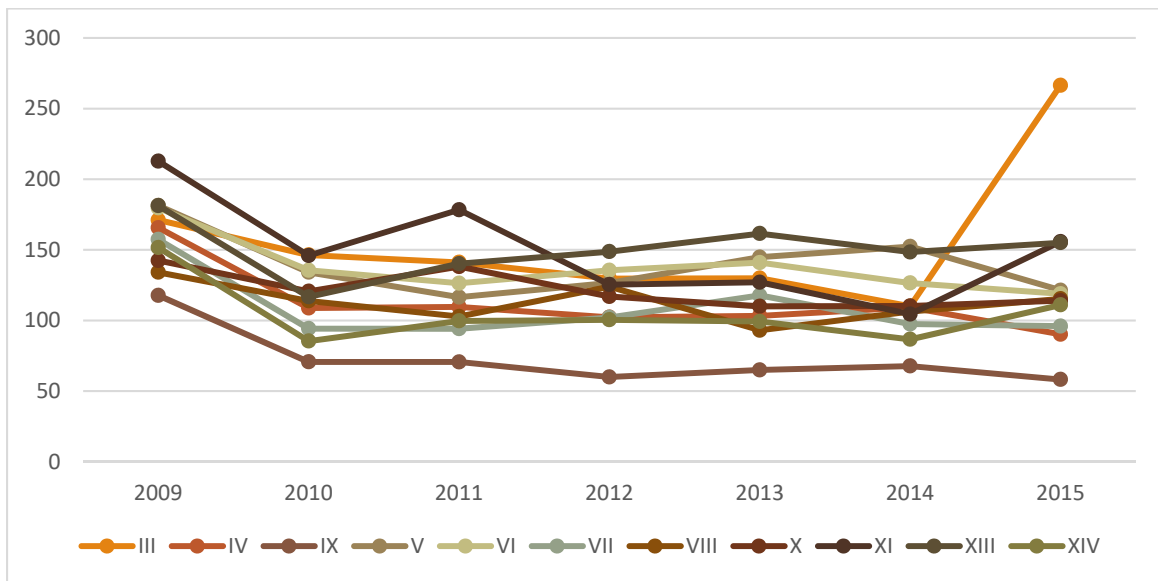
Gráfico 28. Índice de precios agrícola por región, precios constantes 2008.



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

El salario promedio para los trabajadores no calificados presenta mayores valores absolutos en la Región Metropolitana y XI (Aysén). Se destaca el bajo valor relativo del salario de la mano de obra no calificada en la IX región, con un promedio cercano a los \$72.000 para el periodo analizado. Estos datos se presentan en el gráfico 29.

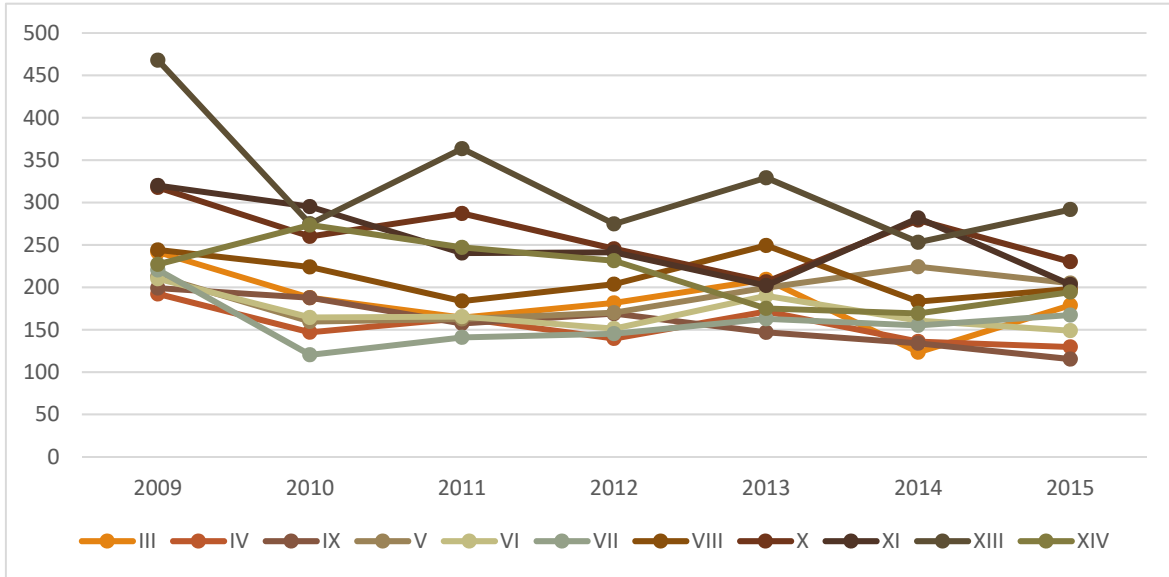
Gráfico 29. Salario agrícola trabajadores no calificados, precios constantes 2008.



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

El gráfico a continuación presenta los salarios promedio regionales en miles de pesos para los trabajadores calificados. Al igual que en el caso anterior, destacan los salarios relativos mayores en la Región Metropolitana.

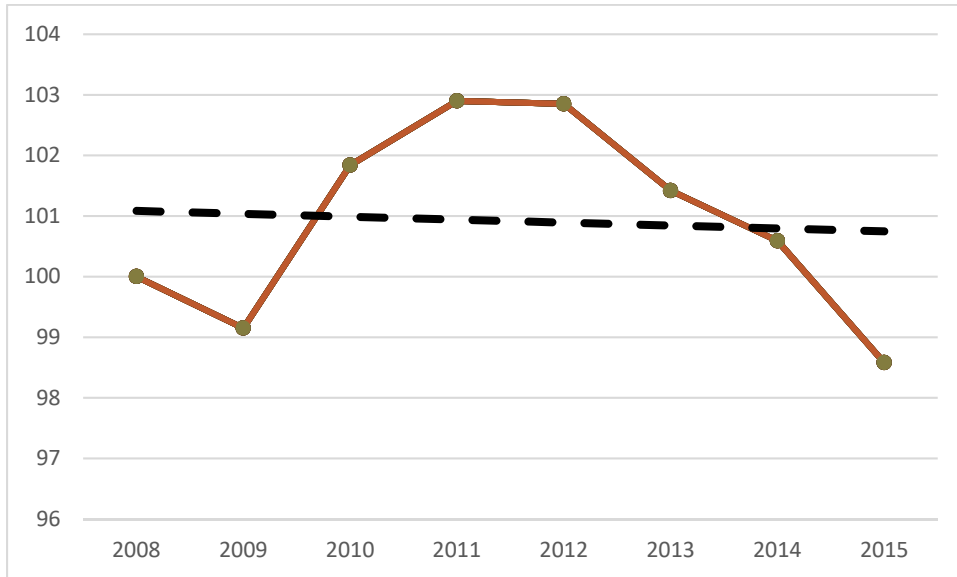
Gráfico 30. Salario agrícola trabajadores calificados, precios constantes 2008



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

El gráfico 31 presenta el Índice de precios de importaciones de bienes de capital, el cual es el mismo para todas las regiones del país. Se puede observar una leve tendencia negativa para el periodo analizado.

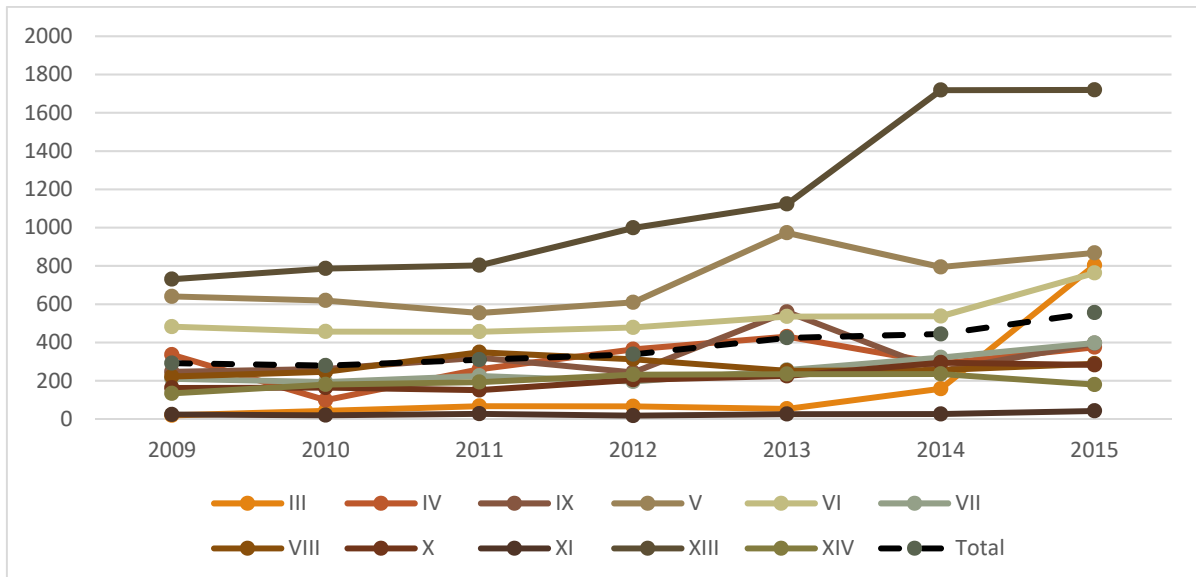
Gráfico 31. Índice de precios de importaciones de bienes de capital, precios constantes 2008



Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

La variable de precio de la tierra agrícola se construyó según se indicó en la sección anterior. En el gráfico 32 es posible observar las tendencias a nivel regional, resaltando la tendencia al alza en el promedio nacional (eje secundario), subiendo en más de un 90% en el periodo analizado. Destacan los precios más altos en las zonas centrales del país, destacando la Región Metropolitana, la V y la VI Región.

Gráfico 32. Índice de precios de la tierra por región, (uf/hectárea).

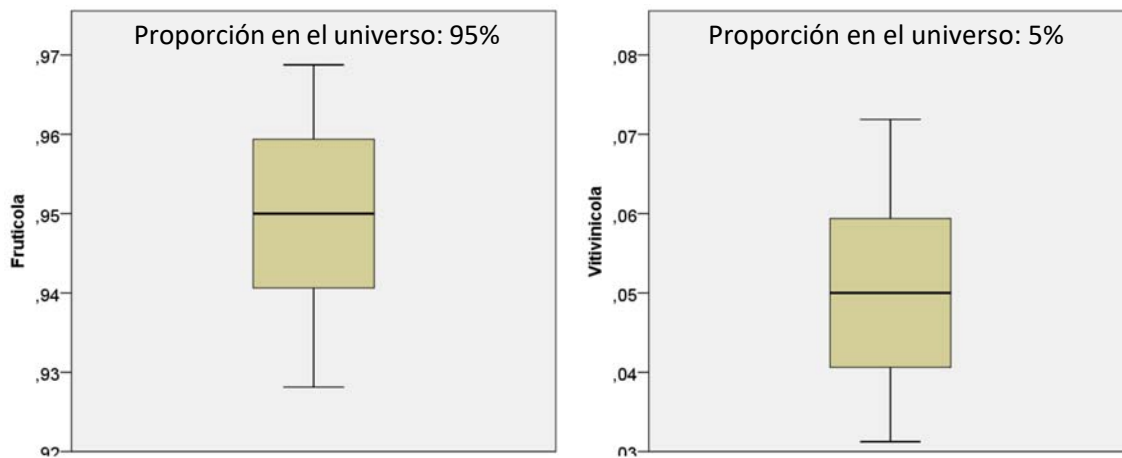


Fuente: Elaboración propia en base a datos descritos en punto anterior.

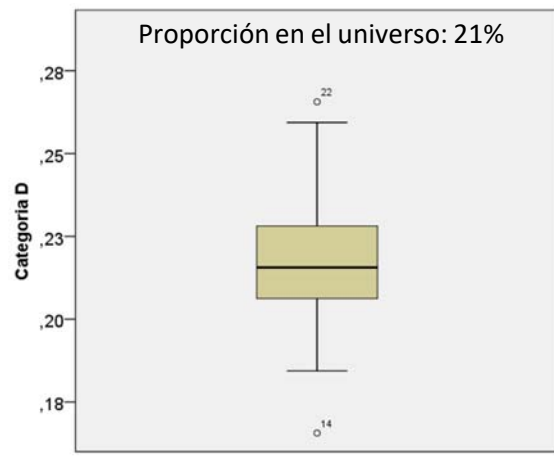
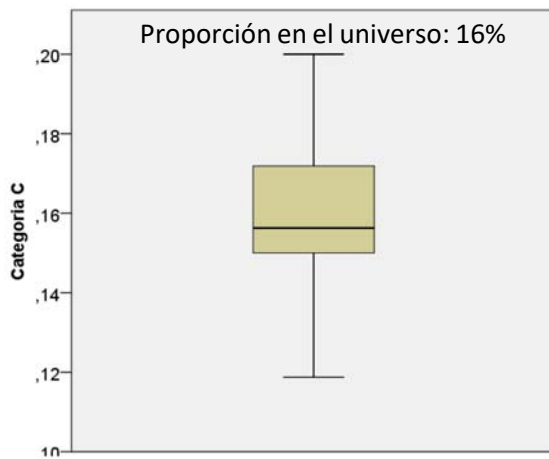
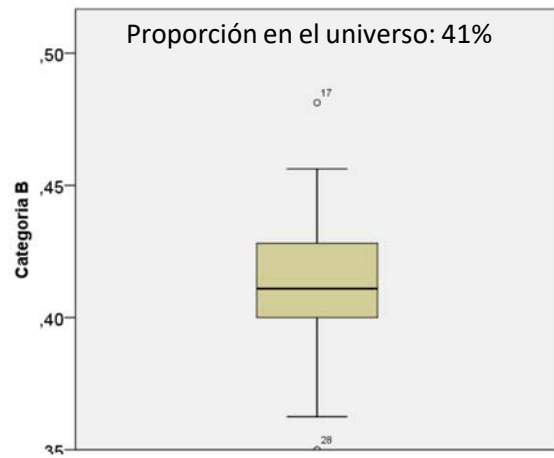
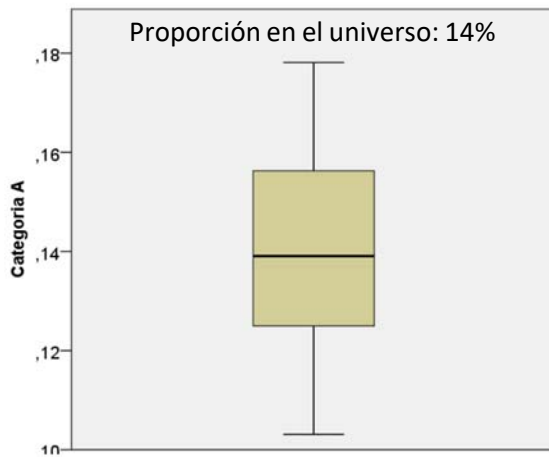
Anexo 3. Resultados de las simulaciones de muestreos

En los gráficos los ejes expresan las proporciones de cada muestreo en tanto por uno.

Tipo de productor

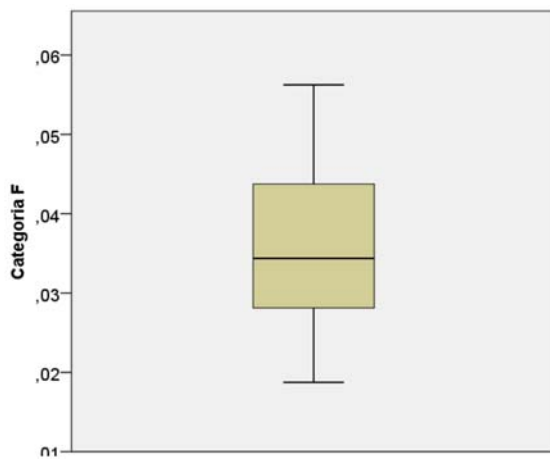
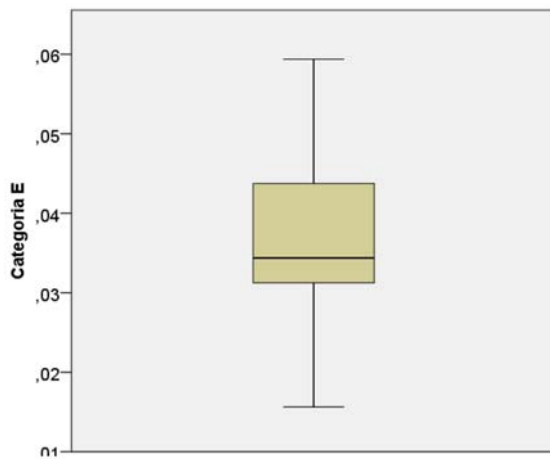


Tamaño de explotación

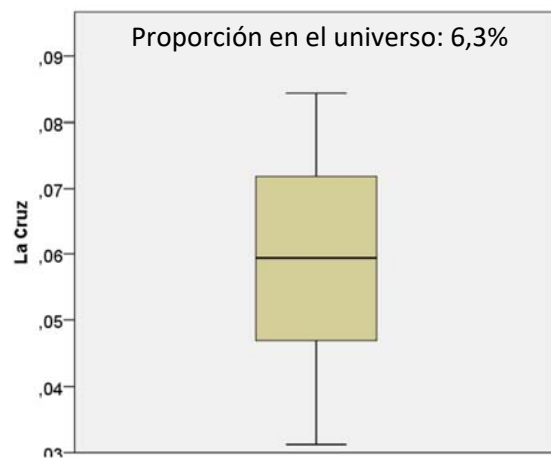
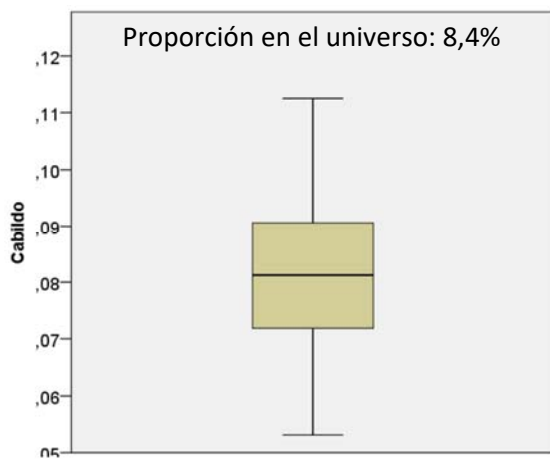


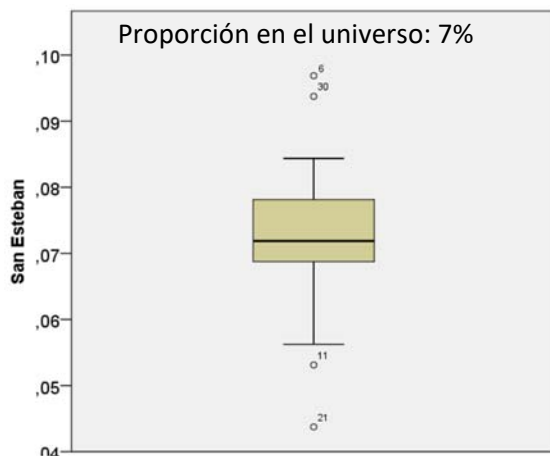
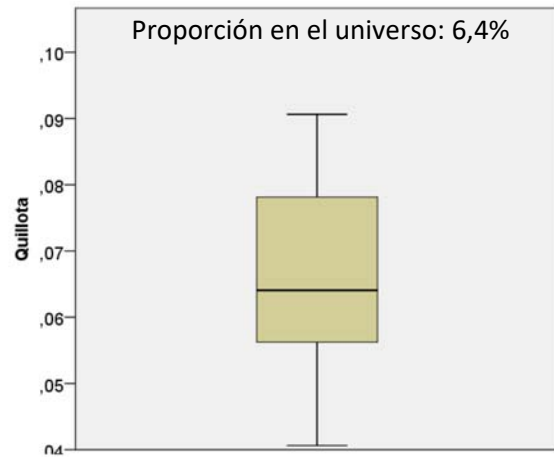
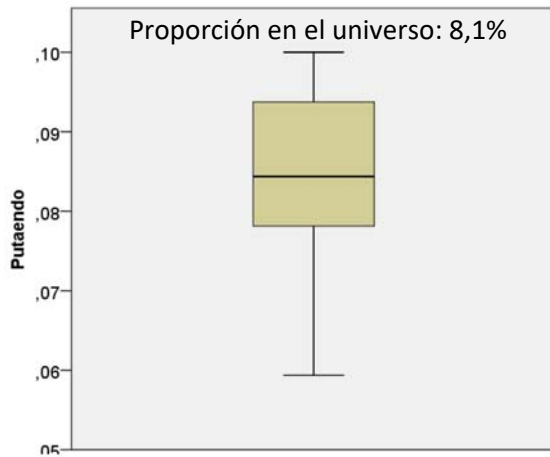
Proporción en el universo: 4%

Proporción en el universo: 4%

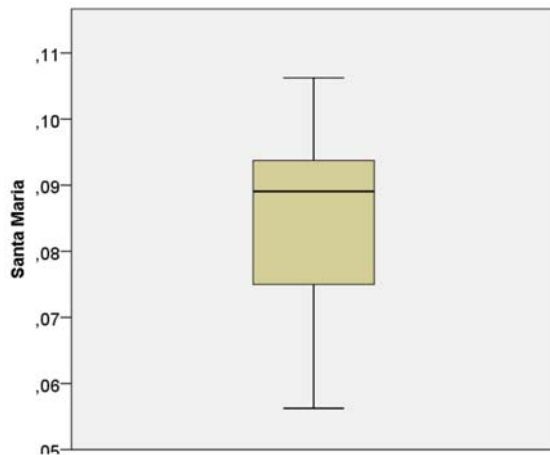


Comuna (6 principales)

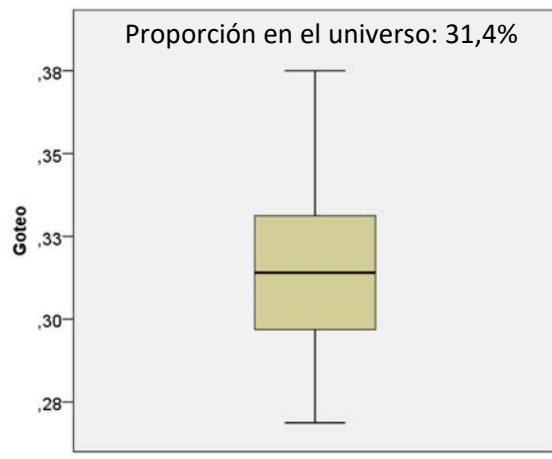
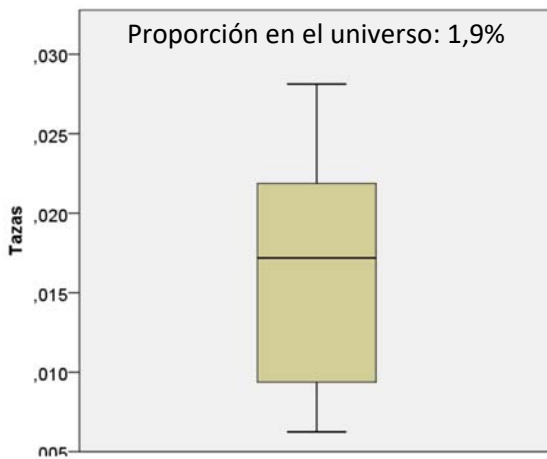
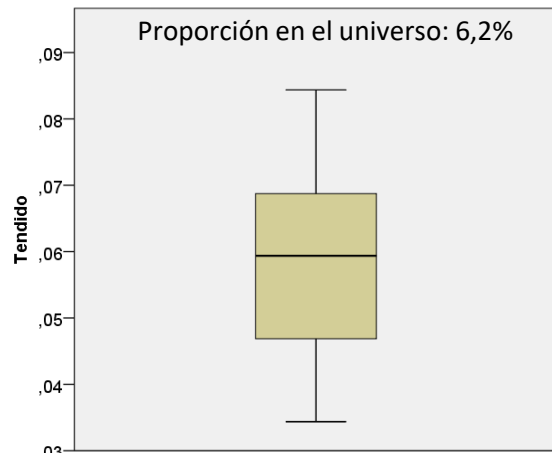
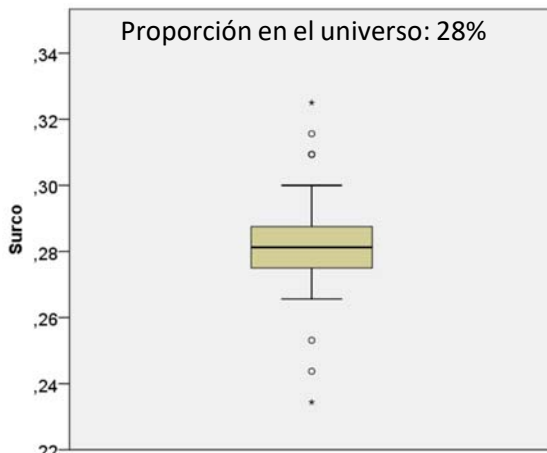




Proporción en el universo: 8,8%

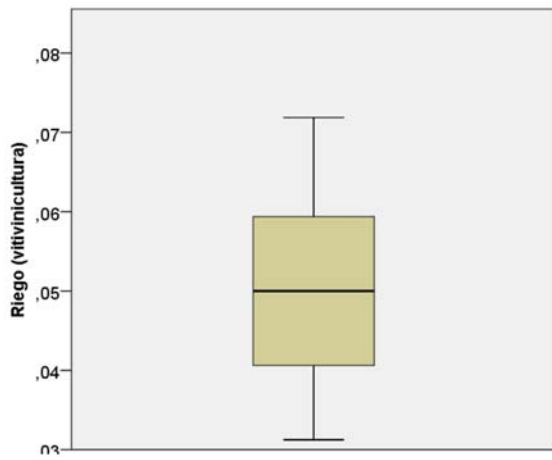
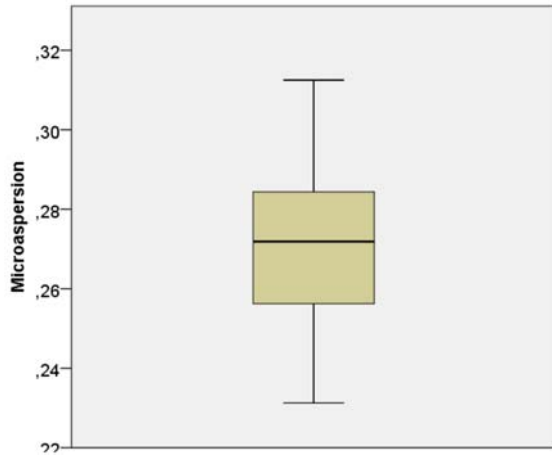


Tipo de riego



Proporción en el universo: 26,4%

Proporción en el universo: 5,1%



Anexo 4. Pauta de entrevistas

Pauta Entrevistas. Primera ronda

I. Percepción de los agricultores de las causas de la sequía

Se pretende indagar, entre otros aspectos, respecto a si existe conciencia entre los agricultores de la sequía en la zona.

- Plantan más superficie de la que pueden regar
- Plantan especies que demandan más agua que la disponible
- Mal uso del recurso hídrico (por falta de inversión, mantención, innovación en tecnologías, etc.)
- Cambio climático
- Asignación de derechos de agua
- Presencia de otras actividades económicas (minería, sector eléctrico, servicios, etc.)
- Otras

II. Condición bajo la cual adoptan las estrategias

- Iniciativa propia o colectiva
- Motivados por programas de apoyo y capacitación
- Imitar a otros agricultores
- Otra

III. Medidas adoptadas por los agricultores para paliar sequía.

1. Tecnológicas (mejorar eficiencia de riego, por ejemplo, mediante riego por goteo)
2. Prácticas Culturales
3. Acceso a Programas del Estado
 - a. ¿Difieren según tamaño, cultivo, otra característica?
 - b. Criterios de priorización: Alcance geográfico, categoría (innovación agronómica, gestión socioeconómica), escala de tiempo, potenciales costos y beneficios, dificultades técnicas de implementación

- c. Aparte de las variaciones climáticas sistemáticas, ¿existen otros factores a su juicio que hayan condicionado la disminución de la disponibilidad hídrica en la zona?
- d. Otras condiciones no exploradas

4. Otro tipo de medidas

IV. Elementos que permitan la replicabilidad de la encuesta en regiones

Explorar en la factibilidad de ejecución de obras por parte del Estado o de particularidades geográficas de la región, la presencia de otras actividades económicas competitivas por el agua, etc. Por ejemplo:

- Factibilidad de construir embalses
- Trasvasije cuencas
- Tipo de agricultura: extensiva o intensiva

IV. Limitaciones o desventajas, de realizar la encuesta a nivel de predio

Se pretende establecer cuáles serían las limitantes debido a la adopción del criterio de encuestar por predio.

Durante el proceso de encuestado, ¿el agricultor puede entregar antecedentes pensado solo en el predio consultado? ¿O implícitamente considera todos los predios de su propiedad?

Pauta Entrevistas. Segunda ronda

Pauta de entrevistas investigadores

1. ¿Cómo evalúa el estado del arte en cuanto a la investigación y estudios en el ámbito de la sequía en el país? (y la V región)? ¿Cómo evalúa la información disponible respecto a los niveles de acuíferos superficiales y subterráneos? ¿y del impacto de proyectos que compiten con el agua de riego? ¿de la calidad del agua, pesticidas, compuestos, etc?
2. ¿Cuáles son las principales medidas de adaptación frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos que han adoptado individualmente los agricultores frutícolas y vitícolas de la región? (se preguntará por las medidas de acuerdo a las siguientes categorías: innovación tecnológica, gestión predial del agua, inversión en infraestructura, cambio en prácticas culturales y especies/variedades, directas e indirectas.)
3. ¿Cuánto influye la ocurrencia de sequías, la existencia de programas de apoyo o incentivos, las redes de colaboración/asociaciones, sobre el proceso de decisión de adopción de estas medidas?
4. ¿Qué proyectos destacados recuerda que no han tenido éxito? ¿Por qué?
5. ¿Cuáles son las instancias o instituciones que han tenido un rol activo en el financiamiento y ejecución de medidas colectivas de adaptación?
6. ¿Cuáles son las perspectivas futuras de desarrollo de la investigación en la materia en el país?
7. ¿Cómo evalúa el rol de financiamiento y apoyo por parte del Estado? ¿y de los privados y universidades?

Pauta de entrevistas autoridades

1. ¿Qué tan importantes han sido las sequías para el sector frutícola y vitícola en los últimos años? ¿Cómo los han afectado? ¿Qué cambios ha traído? Quienes han sido los más/menos afectados?
2. ¿Cuáles son las principales medidas de adaptación frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos que han adoptado individualmente los agricultores frutícolas y vitícolas de la región? (Preguntar por las medidas de acuerdo a las siguientes categorías: innovación tecnológica, gestión predial del agua, inversión en infraestructura, cambio en prácticas culturales y especies/variedades, directas e indirectas.)
3. ¿Cuánto influye la ocurrencia de sequías, la existencia de programas de apoyo o incentivos, las redes de colaboración/asociaciones, sobre el proceso de decisión de adopción de estas medidas?
4. ¿Cuáles son las medidas de adaptación frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos adoptadas en forma colectiva en la región? (Usar las mismas categorías previas, pero para esfuerzos colectivos).
5. ¿Qué proyectos destacados recuerda que no han tenido éxito? ¿Por qué?
6. ¿Cuáles son las instancias o instituciones que han tenido un rol en el financiamiento y ejecución de medidas colectivas de adaptación?
7. ¿Cómo evaluarían el nivel de organización y coordinación de los agricultores (frutícolas y vitícolas) para conseguir la implementación de medidas colectivas de adaptación?
8. ¿Se han reportado conflictos entre comunidades, y con otros agentes?
9. ¿Cuáles son las perspectivas futuras en la materia, por parte del Estado?

Pauta de entrevistas canalistas, juntas de vigilancia sociedades de agricultores

1. ¿Cuáles son las medidas de adaptación frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos adoptadas, tanto individual como en forma colectiva, en su predio/sector?
2. ¿Cuáles han sido las medidas más exitosas que implementó para paliar los efectos de la sequía? Describa el proceso de adopción.
3. ¿Ud. ha llevado a cabo esfuerzos que no han tenido éxito? ¿porqué cree que fallaron?
4. En resumen, ¿Ud. adoptó las medidas por iniciativa propia, por imitar a otros vecinos, o fue asesorado por alguna entidad? Considerar cuanto influye la ocurrencia de sequías, la existencia de programas de apoyo o incentivos, las redes de colaboración/asociaciones.
5. ¿Cuáles son las instancias o instituciones que han tenido un rol en el financiamiento y ejecución de medidas colectivas de adaptación?
6. ¿Cómo evaluarían el nivel de organización y coordinación de los agricultores (frutícolas y vitícolas) para conseguir la implementación de medidas colectivas de adaptación?
7. ¿Ha experimentado conflictos con otros agentes por el problema? (vecinos, empresas, etc.)

Anexo 5. Resúmenes de entrevistas realizadas

Pauta Entrevista Cristián Gwinner

I. Percepción de los agricultores de las causas de la sequía

En general, hay una idea del tema, algunos evocan que antiguamente (50 años atrás) llovía más que en el presente, lo cual resiente, por ejemplo, la recarga anual de los acuíferos. Los acuíferos reciben un porcentaje de pluviometría en cada cuenca, lo cual debiese adecuarse a la cantidad de agua que dicho acuífero recibe por las lluvias.

II. Condición bajo la cual adoptan las estrategias

Dada la limitante del recurso hídrico, existe un amplio uso de riego tecnificado, apoyado por la CNR, en especial en los frutales.

Sin embargo, en general no existe planificación para establecer los cultivos, lo cual impacta directamente en su rentabilidad. Existen casos de empresas grandes, que adoptaron malas decisiones de cultivos, en donde se agotó el recurso hídrico, y al final tuvieron que arrancar dichos cultivos. Por ejemplo, olivos en la región de Coquimbo.

III. Medidas adoptadas por los agricultores para paliar sequía.

Existe competencia por el agua desde otros sectores económicos, en donde empresas de esos sectores (en especial minero) pagan altos precios por comprar derechos de agua, a lo que algunos agricultores terminan vendiendo sus derechos de agua.

Se ha constatado que la fruticultura ha presentado una tendencia de moverse hacia el sur, con lo cual se han generado cultivos en regiones tan australes como La Araucanía. Esta tendencia debería ser sostenida en el tiempo, dado que requerimiento de caudal para especies como manzanos, nogales, uva y durazno son del orden de 1 litro por segundo por hectárea. En comparación con los 0,4 a 0,6 litros por segundo por hectárea que demanda el olivo, sugiere de manera razonable que puedan establecer en regiones más meridionales que la V región.

Existen prácticas culturales que se utilizan según sea la topografía del terreno, tal como las baterías de pozos en quebradas interiores, que permiten que el agua infiltre la napa.

En praderas y lomas se hace un subsolado en curva de nivel que permite que se infiltre la cota, denominada “macetero”.

Otras metodologías de cultivo se asemejan a la labranza de tierra para generar un colchón esponjoso que capture el agua. Con ello se evita que el agua escurra y erosione el suelo.

Otra técnica es el manejo agronómico sostenible, en el cual se aporta materia orgánica al suelo, con lo que se reduce la pérdida de agua. Esto se logra por medio de un cultivo complementario de leguminosos o de compost, generando cobertura que mantienen la humedad del suelo. Además, se mejora la fijación de nitrógeno en el suelo.

Existen otras técnicas tales como el bombeo invernal, piscinas de membranas y acumuladores de agua. Se considera además el trasvasije de cuencas, como por ejemplo, en Casablanca, llevar aguas del Mapocho para Curacaví.

Una de las entidades que asumen el apoyo a los pequeños propietarios en INDAP, aunque han existido situaciones poco transparentes en los casos de implementación de proyectos de riego tecnificado.

Los proyectos emblemáticos (por ejemplo, carretera hídrica) enfrentan la visión cortoplacista de las autoridades, por lo que es complejo implementarlas. Con dicho proyecto se podrían regar nuevas superficies y rellenarían embalses en las regiones de Atacama y Coquimbo. También existen demasiados trámites ambientales y de otra índole para llevar a cabo dichas obras.

IV. Elementos que permitan la replicabilidad de la encuesta en regiones

En La Araucanía existe un proceso de adaptación a nuevas especies de fruticultura, que le darán un mayor potencial como país exportador, en relación los rubros tradicionales como ganadero o forestal. Luego, hay temas de experiencia que no se manejan en la región, que sería interesante abordar o al menos explorar.

V. Limitaciones o desventajas, de realizar la encuesta a nivel de predio

Se debe ser preciso en que solo existen algunos frutales que son explotados, y tener en consideración el tamaño del predio que será encuestado.

Pauta Entrevista Raúl Ferreyra

I. Percepción de los agricultores de las causas de la sequía

En general, los agricultores no saben o no se cuestionan porque no existe disponibilidad de agua, sino que lo asumen como una condición dada. En términos técnicos, el problema se deriva del enfoque territorial en que se inserta la agricultura en la región, dado por el hecho de que los agricultores plantaron especies en un nivel superior a la capacidad de agua que disponía el sitio en donde se ubicaba el predio. Es decir, la demanda de agua era mayor a la oferta disponible, por lo que no existió una adecuada planificación, en función de la probabilidad de ocurrencia del sitio sea igual o superior a lo que requiere la especie que se planta en el predio. Por ejemplo, los frutales en general requieren una probabilidad de ocurrencia del 80%, lo cual asegura que existe agua suficiente para el riego en al menos cinco años.

II. Condición bajo la cual adoptan las estrategias

Ha existido un aprendizaje histórico respecto a las medidas que adoptan los agricultores para paliar el déficit de agua, lo cual se refleja en la adopción de tecnologías de riego por goteo en vez de la forma tradicional existente hasta ese entonces, que era el riego por surco. Esto ha llevado a un mayor aumento de la seguridad de riego de los valles.

Ha existido una autorregulación en los agricultores en cuanto a la especie cultivada, en especial en la provincia de Petorca, lo cual ha sido una decisión individual de cada agricultor, pero motivada por la fuerza de los hechos (bajos rendimientos de frutales). Es decir, no hay un patrón definido para la causa de la decisión de adopción de medidas, puede ser individual, de manera colectiva u otra.

Según el tamaño, los agricultores de mayor capacidad financiera, han adoptado además herramientas de predicción climática, que les permiten tomar decisiones con mayor certeza respecto a la seguridad de riego, planificando sus operaciones de acuerdo a los promedios de agua disponible.

Igualmente, en muchos casos, es esperado por parte de los agricultores que el Estado tomará cartas en el asunto, implementando soluciones particulares para cada cuenca, por lo que estos agentes se arriesgan con el cultivo de especies que tiene una probabilidad de ocurrencia superior a la que la cuenca le puede ofrecer.

III. Medidas adoptadas por los agricultores para paliar sequía.

A pesar de la sequía, no existen grandes catástrofes.

La mayoría de los agricultores han adoptado riego tecnificado, en los casos de agricultores de menores ingresos han profundizado o construido pozos trasladando el punto de captación (en función de los derechos de agua existentes). Otras acciones posibles son compra de derechos de agua, dentro de un mismo acuífero, pero no es una solución de mediano o largo plazo. En el caso de Petorca, existen más derechos de agua que el volumen del acuífero.

Los privados de mayores recursos han construido embalses de invierno, en donde bombea el agua a un reservorio durante el período húmedo, para utilizarla en los períodos en que el volumen de agua sea deficitario. Esto trae el problema que desgata el acuífero en el invierno, perjudicando a los agricultores que no son parte del conjunto de privados que tiene acceso al reservorio, ya que, en el período seco, el acuífero no contendrá el volumen que tendría, si es que no se hubiese extraído agua durante el invierno.

Existen acciones que pueden ser abordadas por el Estado, referente a la infraestructura, tales como la construcción de embalses o construcción de infraestructura para el trasvasije de cuencas. En estos casos, se pueden crear conflictos con las comunidades, dada la incerteza en el uso de agua.

Existen medidas que poseen una mayor margen de maniobra, tal como, la reducción de la evaporación desde el suelo, logrando aumentar la eficiencia en el riego en un 30 a 40%.

Otra medida que adoptan a veces, es cultivar especies anuales, cuando existe espacio disponible para ello, de manera complementaria al cultivo de frutales, que necesitan una probabilidad de ocurrencia del 80%, en vez del 50% que requieren los cultivos complementarios.

IV. Elementos que permitan la replicabilidad de la encuesta en regiones

Existen similitudes geográficas entre las cuencas de la región de Coquimbo, y la provincia de Petorca. Un caso es el embalse La Paloma, el cual fue diseñado para una dinámica de cultivos estandarizada, pero que fue modificada en el tiempo, con especies más demandantes de agua.

Se debe considerar como ha sido el desarrollo productivo agrícola en cada región, si ha existido una variación entre agricultura extensiva a una intensiva, si se siembra o planta más superficie de la que corresponde, o como son los efectos regionales del cambio climático (variaciones en precipitaciones, temperatura, radiación solar, etc.).

V. Limitaciones o desventajas, de realizar la encuesta a nivel de predio

Lo ideal es que se le pregunte por todos los predios al agricultor, dado que cada es predio es un mundo diferente.

Pauta Entrevista Felipe Martin

I. Percepción de los agricultores de las causas de la sequía

En general, el agricultor solo considera si existe agua para su cultivo. A pesar de existir numerosos interlocutores, no existe claridad respecto al balance hídrico, por lo que no se han generado intervenciones representativas ante el escenario de vulnerabilidad.

No se han implementado sistemas de control que permitan determinar específicamente cual es la causa principal de la sequía. Igualmente, el agricultor en general no sabe de causas, solo le interesa el uso del agua. Es decir, el agricultor asume lo que hay, ante la falta de agua cierra los ojos y actúa como si nada pasara. Por ejemplo, el 2014 se estima que se regaba un 30% de lo que se requería.

II. Condición bajo la cual adoptan las estrategias

Dado lo anterior, en general el agricultor toma sus decisiones de manera individual, y asumiendo el estado de las cosas como esta. Por ello, mantienen el cultivo que han venido llevando, adaptándose a los rendimientos que se generen, con lo que se proratea el uso

del recurso hídrico. Es transversal a los agricultores, independiente de su tamaño, por lo que las pérdidas netas por bajas en los rendimientos, en tiempos de baja de la disponibilidad de agua, son mayores para los agricultores de mayor tamaño. Al bajar el rendimiento, baja la producción y calidad del producto, en especial frutales, con lo que bajan las exportaciones, con la consecuente cadena de impacto negativos en la economía.

III. Medidas adoptadas por los agricultores para paliar sequía.

La agricultura de precisión es clave, se está trabajando en ello por parte de un grupo de agricultores.

El apoyo de entidades estatales también es necesario, preferentemente el apoyo a gestiones necesarias que se deben realizar. FIA, CNR, INDAP, son las entidades encargadas de llevar a cabo este apoyo.

La ley de riego está enfocada hacia un formato asistencialista, más que hacia la inversión en nueva infraestructura, en donde además, la infraestructura es de baja capacidad productiva. Ello ha implicado rendimientos decrecientes en la producción, por lo que por cada peso público que se ha entregado en virtud de la ley.

Los agricultores saben que se deben hacer embalses, en especial en La Ligua – Petorca, de la misma forma que se hizo el embalse Chacillas. En general la infraestructura está atrasada o no ha existido nuevos proyectos.

El trasvase de cuencas puede ser una opción, pero con reglas claras en cuanto a su uso.

V. Elementos que permitan la replicabilidad de la encuesta en regiones

La encuesta debería ser similar en todas las regiones.

IV. Limitaciones o desventajas, de realizar la encuesta a nivel de predio

Es deseable realizarla a nivel intrapredial, dado que los derechos de agua se entregan a ese nivel.

Comentarios sobre las entrevistas

I. Percepción de los agricultores de las causas de la sequía

Llama la atención que, a pesar de lo reportado en la literatura respecto a que es esperado que el cambio climático profundice los riesgos existentes, particularmente en las regiones donde la escasez de agua es ya una preocupación, algunos de los entrevistados hayan señalado que los agricultores no tienen en consideración en cuanto a relacionar cambio climático con la escasez de agua en sus terrenos. Esto sin duda será una hipótesis a testear durante la encuesta definitiva.

Lo anterior es relevante debido que el entendimiento de las causas de la falta de agua es un precursor de las prioridades que puedan definirse para la adaptación de recursos hídricos para el riego.

II. Condición bajo la cual adoptan las estrategias

El apoyo de entidades estatales también es necesario, preferentemente el apoyo a gestiones necesarias que se deben realizar. FIA, CNR, INDAP, son las entidades encargadas de llevar a cabo este apoyo. Por ejemplo, es destacable el desarrollo de alianzas entre entidades que fomentan el desarrollo productivo agrícola, tal como la efectuada entre el INIA, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y las organizaciones de productores. En efecto, dicho trabajo mancomunado ha sido determinante para desarrollar las variedades adecuadas de frutales y la información para el manejo del riego. Además, un nicho que tiene un amplio alcance y que es clave para desarrollar es la agricultura de precisión es clave, la cual ya se está trabajando por parte de un grupo de agricultores.

Es muy probable que la motivación por la rentabilidad haya sido el factor determinante para que los productores de toda escala hicieran las inversiones necesarias para la instalación de respectivos equipos de riego. También es determinante la estrategia exportadora del país, con una gran cantidad de servicios a todas las empresas en la cadena de producción, y especialmente relacionados con el manejo tecnificado del riego. Esto se ha debido a que, al bajar el rendimiento, baja la producción y calidad del producto, en especial frutales, con lo que bajan las exportaciones, con la consecuente cadena de impacto negativos en la economía, dada la estrategia exportadora del país. Esta situación es transversal a los agricultores, independiente de su tamaño, por lo que las pérdidas netas por bajas en los rendimientos, en tiempos de baja de la disponibilidad de agua, son mayores para los agricultores de mayor tamaño.

III. Medidas adoptadas por los agricultores para paliar sequía.

La restricción de los recursos hídricos, su sobreexplotación, falta de organización, etc., ha llevado a adoptar medidas de adaptación. Las principales de ellas se engloban dentro de las tecnologías e innovación, en las prácticas culturales, y en acceso a programas de apoyo.

Existen prácticas culturales que se utilizan según sea la topografía del terreno, tal como las baterías de pozos en quebradas interiores, que permiten que el agua infiltre la napa. Otras consisten en infiltración de cotas, labranza de tierra para generar un colchón esponjoso que capture el agua, manejo agronómico sostenible. Existen otras técnicas tales como el bombeo invernal, piscinas de membranas y acumuladores de agua.

IV. Elementos que permitan la replicabilidad de la encuesta en regiones

En general, debería ser similar en todas las regiones, aunque debe caracterizar en profundidad de manera previa, la región que se desea abordar, de manera de detectar cualquier particularidad destacable. Por ejemplo, aprendizaje en manejo de frutales de agricultores de Biobío y Araucanía.

V. Limitaciones o desventajas, de realizar la encuesta a nivel de predio

Existen opiniones divididas, puede ser a nivel predial o considerar todas las propiedades del entrevistado.

Anexo 6. Cuestionario Aplicado

CUESTIONARIO FRUTÍCOLA / VITIVINÍCOLA V REGIÓN

Nombre Encuestador

Folio N° Comuna

“Adaptación a la Restricción de Recursos Hídricos en Chile”

- ✓ Buenos días/tardes. El presente cuestionario ha sido elaborado por la empresa SCL Econometrics, por encargo de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), en el marco del estudio “Adaptación a la Restricción de Recursos Hídricos en Chile”. En este sentido, su opinión es parte fundamental del estudio, por lo que agradecemos enormemente su tiempo y disposición.
- ✓ Debemos recalcar que sus respuestas son de carácter confidencial, pudiendo de esta forma responder las preguntas con toda tranquilidad. Se debe tener presente que esta es una encuesta en la que sólo interesan los resultados agregados, y no en forma individual.

Módulo I. Identificación del Entrevistado y del predio

1. Nombre Dueño (persona Natural o Jurídica) <input style="width: 90%;" type="text"/>	2. ¿Ud. es el dueño o administrador? Dueño <input type="checkbox"/> Administrador <input type="checkbox"/>	3. ¿Hace cuantos años ud. está a cargo o administra este predio? Años <input type="text"/>
4. ¿Cuál es el máximo nivel de estudios que Ud. alcanzó? <input type="checkbox"/> Sin estudios <input type="checkbox"/> Básica incompleta <input type="checkbox"/> Básica completa <input type="checkbox"/> Media incompleta <input type="checkbox"/> Media completa <input type="checkbox"/> Técnica o Universitaria incompleta <input type="checkbox"/> Técnica o Universitaria completa <input type="checkbox"/> Postítulo/postgrado completo <input type="checkbox"/> Postítulo/postgrado incompleto <input type="checkbox"/> No sabe/No responde		
5. Desde el punto de vista de los ingresos generados a los dueños, este predio es: Único en la región <input type="checkbox"/> Principal (hay otros, pero este es el que genera mayores ingresos) <input type="checkbox"/> Complementario (hay otro predio que es el principal y que genera la mayor parte de los ingresos) <input type="checkbox"/>		

Módulo II. Percepción de la falta de disponibilidad de agua y medidas de Adaptación

6. ¿Algunos de los siguientes eventos o actividades han afectado esta zona en los últimos 5 años? responda Sí o NO. Ahora ordénelos del más importante al menos importante, en términos de los efectos productivos o económicos (ENCUESTADOR UTILIZA NÚMEROS ORDINALES DEL 1 AL 4) (USAR TARJETA 1). SÓLO SI RESPONDE SI A LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS, PASAR A LA PREGUNTA 7, DE LO CONTRARIO PASAR A LA PREGUNTA 10.

Evento	Sí	No
<input type="checkbox"/> Menores precipitaciones que lo normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Concentración de lluvias en un período corto de tiempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Temperaturas máximas sobre lo normal (muy altas temperaturas máximas) *	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> El desarrollo de otras actividades productivas (Minería, Forestal, Industrial)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(Recalcar al encuestado que es una temperatura máxima, muy por encima de lo normal)

7. ¿QUÉ EFECTOS ha tenido el problema de muy altas temperaturas máximas sobre la producción de este predio? (MARQUE CON UNA X LA O LAS ALTERNATIVAS) (USAR TARJETA 2)

<input type="checkbox"/> Disminuido la producción	<input type="checkbox"/> Disminuido la calidad de la producción	<input type="checkbox"/> Cambio en la fecha de cosecha
<input type="checkbox"/> Daño en los árboles/parras	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Otro (especificar) _____

8. En su predio, ¿ha tomado algunas medidas para abordar el problema de muy altas temperaturas máximas?

Sí No No los he necesitado

Si es sí, ¿cuál? ¿cuáles?

(PARA EL ENCUESTADOR. AQUÍ SE DEBE IDENTIFICAR O NOMBRAR LA MEDIDA)

Medidas	Las medidas, ¿las adoptó antes de percibir el problema de muy altas temperaturas máximas o después? *	
	Antes	Después
a) _____		
b) _____		
c) _____		
d) _____		

*SE DEBE QUE EXPLICAR QUE “DESPUÉS” PUEDE INCLUIR DURANTE. ES DECIR, TOMAR LA MEDIDA UN TIEMPO POSTERIOR AL MOMENTO EN QUE SE INICIÓ EL EVENTO.

9. ¿Qué temporadas ha enfrentado muy altas temperaturas máximas en este predio?

- 2015/2016 2014/2015 2013/2014 2012/2013
 2011/2012 2010/2011 2009/2010 Anteriores al 200

10. ¿Ha tenido o tiene este predio problemas de disponibilidad de agua para el riego? (SI RESPONDE NO PASE A LA PREGUNTA 17)

Sí No

11. ¿Qué temporadas ha enfrentado problemas de disponibilidad de agua para el riego en este predio?

- 2015/2016 2014/2015 2013/2014 2012/2013
 2011/2012 2010/2011 2009/2010 Anteriores al 200

12. En su opinión, cual(es) es (son) los principales motivos que han causado el problema de disponibilidad de agua en su predio

<input type="checkbox"/> Sequía	<input type="checkbox"/> Tengo pocos derechos	<input type="checkbox"/> Baja en nivel freático (profundidad agua subterránea)
<input type="checkbox"/> Cambio climático	<input type="checkbox"/> Mala gestión del canal	<input type="checkbox"/> Los regantes de aguas arriba sacan más de lo que les corresponde
<input type="checkbox"/> Robo de agua	<input type="checkbox"/> Falta de infraestructura de almacenamiento en la cuenca	<input type="checkbox"/> Falta de infraestructura de almacenamiento en predio
<input type="checkbox"/> Otros (mencionar)		

13. ¿QUÉ EFECTOS ha tenido el problema de disponibilidad de agua para el riego sobre este predio? (MARQUE CON UNA X LA O LAS ALTERNATIVAS). (USAR TARJETA 3)

<input type="checkbox"/> Disminuido la producción	<input type="checkbox"/> Disminuido la calidad de la producción	<input type="checkbox"/> Sufrido degradación del suelo
<input type="checkbox"/> Cambio en la fecha de cosecha	<input type="checkbox"/> Daño o pérdida de árboles/parras	<input type="checkbox"/> Aumento de costos de riego
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Otro _____ (especificar)	

14. ¿Adoptó o ha adoptado medidas para abordar el problema de disponibilidad de agua para el riego? SI RESPONDE SÍ PASE A PREGUNTA 16. DE LO CONTRARIO PASE A PREGUNTA 15
Sí No

15. ¿Porque qué motivo no adoptó medidas? (LUEGO, PASAR A PREGUNTA 17)

<input type="checkbox"/> Falta de información	<input type="checkbox"/> Falta de apoyo técnico
<input type="checkbox"/> Problema de costos	<input type="checkbox"/> Otra (especificar) _____
<input type="checkbox"/> No fue necesario. Explicar _____	

16. ¿Qué medidas adoptó o está adoptando para abordar el problema de disponibilidad de agua de riego? (SINO RECUERDA NINGUNA MEDIDA, PASAR A PREGUNTA 17). (PARA EL ENCUESTADOR. AQUÍ EL ENCUESTADO DEBE IDENTIFICAR O NOMBRAR LA MEDIDA)

Medidas	Las medidas, ¿las adoptó antes de percibir el problema de disponibilidad hídrica o después? *	
	Antes	Después
a) _____		
b) _____		
c) _____		
d) _____		

***SE DEBE QUE EXPLICAR QUE “DESPUÉS” PUEDE INCLUIR DURANTE. ES DECIR, TOMAR LA MEDIDA UN TIEMPO POSTERIOR AL MOMENTO EN QUE SE INICIÓ EL EVENTO.**

17. En relación al problema de disponibilidad de agua para el riego ¿ha adoptado alguna de las siguientes medidas en este predio?

(AUNQUE EL ENCUESTADO HAYA DECLARADO NO EN LA PREGUNTA 14, SE LE NOMBRA LAS MEDIDAS, DE MANERA DE RECORDARLE ALGUNA QUE PUEDA HABER OLVIDADO)

I. Innovación y adopción de Tecnologías

Tipo	Descripción	¿Ha utilizado la medida?		¿La ha servido la medida?		Año		¿La adoptó antes de percibir el problema?	
		Sí	No	Sí	No	Inicio	Termino	Antes	Después
Uso de sistemas de información	a) Utilizado algún sistema que le informe sobre el tiempo o la hidrología (ejemplo, lluvias, temperatura, caudales, etc.)								
Gestión del agua	b) Utilizado riego por goteo, aspersión o microaspersión o similar								
	c) Implementado mejoras en gestión como utilización de agua en el mismo horario								
	d) Almacenado de agua dentro del predio (ejemplo embalses, tranques)								
	e) Utilizado agua subterránea								
	f) Profundizando sus pozos o haciendo nuevos pozos								
	g) Comprado, vendido o arrendado de derechos de agua								
	h) Recargado el acuífero del predio								
	i) Reutilizado aguas residuales								
	j) Hecho tratamiento de aguas y ha desalinizado agua								
	k) Captura de agua (cortina de agua)								
	Innovación en el manejo de recursos	l) Realizado prácticas de control de la evaporación del suelo							
m) Realizado planificaciones para enfrentar el problema de riego antes de definir un cultivo.									

II. Prácticas culturales y de gestión

Tipo	Descripción	¿Ha utilizado la medida?		¿Le ha servido la medida?		Año		¿La adoptó antes de percibir el problema?	
		Sí	No	Sí	No	Inicio	Termino	Antes	Después
Producción	n) Modificado las especies cultivadas, utilizando especies que necesiten menos agua.								
	ñ) Modificado las variedades cultivadas, utilizando variedades que necesiten menos agua.								
	o) Reducido la superficie cultivada								

	p) Reducido el nivel o frecuencia de riego								
	q) Podado árboles para reducir consumo de agua								
	r) Terminado algún cultivo en desarrollo								
	s) Realizado cambios en la fertilización								
	t) Realizado manejo de malezas								
	u) Realizado gestión de plagas								
	v) Realizado una rehabilitación y gestión de tierras degradadas								
	w) Desplazar la producción agrícola a otros predios								
	x) Usado técnicas que aumenten la humedad del suelo.								
	y) Cambiado el uso del suelo a uno no agrícola								
Topografía del terreno	z) Intervenido la topografía del terreno para disminuir a degradación de la tierra agrícola.								

III. Acogerse a Programas gubernamentales y asociatividad

Tipo	Descripción	¿Ha utilizado la medida?		¿Le ha servido la medida?		Año		¿La adoptó antes de percibir el problema?	
		Sí	No	Sí	No	Inicio	Termino	Antes	Después
Incentivos y programas de apoyo	aa) Obtenido algún seguro agrícola para el problema de falta de agua								
	ab) Obtenido algún incentivo o ayuda para enfrentar problemas de falta de agua.								
Programas de manejo de recursos	ac) Obtenido algún incentivo de capacitación de prácticas para la explotación de la tierra y el uso y gestión de los recursos hídricos.								
Pertenencia a cooperativa	ad) Participado más en organizaciones de agricultores o canalistas								
Financieras	ae) Pedir o renegociar créditos, vender propiedades, etc.								

(SOLO SI HA UTILIZADO ALGUNA DE LAS MEDIDAS ANTERIORES, DE LO CONTRARIO PASE A LA PREGUNTA 22 DEL MÓDULO III)

18. ¿Cuál o cuáles de las medidas indicadas más arriba que Ud. ha utilizado para este predio, percibe que ha(n) sido la(s) más efectiva(s)? (INDICANDO DE LA MÁS EFECTIVA A LA MENOS EFECTIVA). (EL ENCUESTADOR ANOTA LA LETRA CORRESPONDIENTE A LA MEDIDA, SEGÚN LO SEÑALADO POR EL ENCUESTADO EN LA PREGUNTA 17) AYUDA PARA EL ENCUESTADO, EFECTIVA: PERMITE SOLUCIONAR TOTAL O PARCIALMENTE SU PROBLEMA DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA

19. En relación a la medida más efectiva. ¿Por qué razón la eligió?

Por su facilidad de implementación Sabía de sus resultados (imitación a otros agricultores) Todas las anteriores
 Por razones costo/beneficio Es la más barata

SI EL ENCUESTADO RESPONDIÓ NO EN LA PREGUNTA 10, Y LUEGO IDENTIFICA MEDIDAS EN LA PREGUNTA 17 ¿POR QUÉ RAZÓN TOMÓ ESAS MEDIDAS?, (CONSIDERANDO QUE NO TENÍA PROBLEMAS DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA)

20. Indicar a través de que medio se informó de esas medidas

Revista, TV, Internet, otro Conocimientos propios
 Organización de agricultores u otro agricultor Otro (especificar) _____
 Servicios del Estado / Municipios

Módulo III. Información Técnico Económica de la Explotación

21. Pensando en este predio, favor señale la siguiente información, respecto al predio.

Temporada	Superficie total del predio (ha) cultivada (cultivos no frutales y frutales no principales)	Superficie plantada (ha) con frutal o vid (principal especie)	Nombre Principal especie	Tipo de riego*	Producción del predio (ton/año) cultivo principal	Ingreso del predio (\$/año) cultivo principal	Porcentaje de la producción dedicada a exportación (cultivo principal)	% de los ingresos aportados por el predio*	Número de tractores	Salario promedio mensual Trabajador permanentes
2015/2016										
2014/2015										
2013/2014										
2012/2013										
2011/2012										

22. Pensando en el predio, favor señale la siguiente información, respecto al predio.

Temporada	N° Trabajadores permanentes	N° máximo de Trabajadores de temporada	Salario promedio diario Trabajadores temporeros	Inversión realizada en Maquinaria y animales (\$ chilenos del año)	Inversión realizada en infraestructura (\$ chilenos del año)	Inversión realizada en medidas (\$ CLP del año)	Insumos utilizados* (\$ CLP del año, Fertilizantes, Pesticidas, Herbicidas, etc.)	Rango Ingreso anual por hectárea del cultivo principal*	Rango Costo anual por hectárea del cultivo principal*
2015/2016									
2014/2015									
2013/2014									
2012/2013									
2011/2012									

*: EL ENCUESTADOR PRESENTARÁ UNA TARJETA CON LOS ÍTEMS RESPECTIVOS EN QUE SE DESAGREGA LA VARIABLE (TARJETAS 4 A 6)

23. Considerando el predio bajo observación, valorice y señale los ítems que posee solo para producción agrícola (¿Cuánto vale lo que tiene hoy?)

Ítem	Valorización (\$)
Maquinaria y animales de trabajo (tractores, retroexcavadoras, camiones, bueyes, caballos, etc.)	
Infraestructura (galpones, bodegas, comedores para trabajadores, dispositivos para el control de heladas, cercados, cortinas, mejoras de suelo, etc.)	
Derechos de agua	
Otra (especifique)	

24. Forma de Tenencia del predio (USAR TARJETA 7)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Propio con título inscrito. | <input type="checkbox"/> Propio con título irregular |
| <input type="checkbox"/> Recibido en goce o regalía | <input type="checkbox"/> Arrendado |
| <input type="checkbox"/> Recibido en mediería. | <input type="checkbox"/> Que le han cedido |
| <input type="checkbox"/> Que ha ocupado. | <input type="checkbox"/> Otros |

25. ¿Pertenece a alguna cooperativa de riego, asociación de canalistas u otra similar?

Sí No

¿Siente que lo ha beneficiado estar en dicha organización?

Sí No

26. ¿Tiene o ha tenido alguna asesoría técnica u otras capacitaciones, asociadas a las medidas de adaptación?

Sí No

27. Si la respuesta anterior es Sí, señale cual(es) entidad(es) lo ha(n) apoyado:

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> INDAP | <input type="checkbox"/> FOSIS | <input type="checkbox"/> CNR |
| <input type="checkbox"/> SAG | <input type="checkbox"/> CORFO | <input type="checkbox"/> FIA |
| <input type="checkbox"/> PROCHILE | <input type="checkbox"/> SERCOTEC | <input type="checkbox"/> OTROS |

28. ¿Cuál es su edad?
Años

Nombre de pila del encuestado: _____ **Fono:** _____

Anexo 7. Elementos accesorios al cuestionario

Se considera utilizar ayuda gráfica en las preguntas relacionadas a los efectos que el agricultor cree que la sequía ha tenido sobre su predio, o en la caracterización de sus ingresos, costos, forma de tenencia de la tierra, y régimen tributario del año anterior. Esto con el fin de orientar en la respuesta de manera visual al encuestado, ya que se le despliega en un formato de mayor tamaño y en una tarjeta de material de diseño superior y en color, las alternativas posibles de escoger. Lo anterior, debido a que en ocasiones anteriores en las que el equipo de trabajo en terreno las ha utilizado, han sido de valiosa ayuda en dinamizar el proceso de encuestado.

TARJETA N^a 1

¿Algunos de los siguientes eventos o actividades han afectado esta zona en los últimos 5 años?

- Menores precipitaciones que lo normal
- Concentración de lluvias en un período corto de tiempo
- Temperaturas máximas sobre lo normal (muy altas temperaturas máximas)
- El desarrollo de otras actividades productivas (Minería, Forestal, Industrial)

TARJETA N^a 2

¿QUÉ EFECTOS ha tenido el problema de las temperaturas extremas sobre la producción de este predio?

- Disminuido la producción
- Disminuido la calidad de la producción
- Cambio en la fecha de cosecha
- Daño en los árboles/parras
- Ninguna
- Otra (especificar)

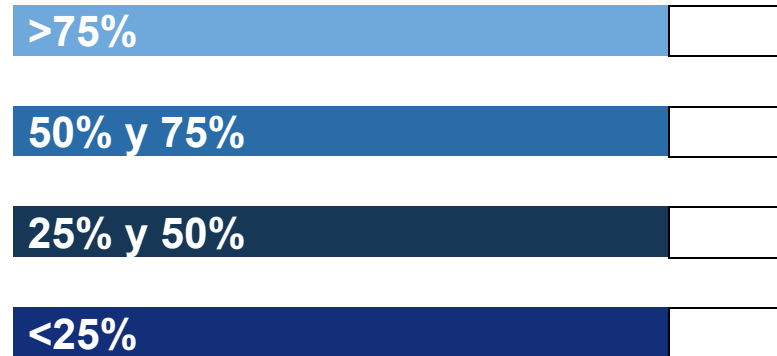
TARJETA N^a 3

¿QUÉ EFECTOS ha tenido el problema de disponibilidad de agua para el riego sobre este predio??

- Disminuido la producción
- Disminuido la calidad de la producción
- Sufrido degradación del suelo
- Cambio en la fecha de cosecha
- Daño o pérdida de árboles/parras
- Aumento de costos de riego
- Ninguna
- Otro (especificar) _____

TARJETA N^a 4

% de los ingresos aportados por el predio?



TARJETA N^a 5

¿Cuánto estima en promedio el ingreso anual por hectárea del cultivo principal?

Hasta \$200.000	<input type="text"/>
Entre \$200.001 y 400.000	<input type="text"/>
Entre \$400.001 y 800.000	<input type="text"/>
Entre \$800.001 y \$1.200.000	<input type="text"/>
Más de \$1.200.000	<input type="text"/>

TARJETA N^a 6

¿Cuánto estima en promedio el costo anual por hectárea del cultivo principal?

Hasta \$200.000	<input type="text"/>
Entre \$200.001 y 400.000	<input type="text"/>
Entre \$400.001 y 800.000	<input type="text"/>
Entre \$800.001 y \$1.200.000	<input type="text"/>
Más de \$1.200.000	<input type="text"/>

TARJETA N° 7

Forma de tenencia

<input type="checkbox"/>	Propio con título inscrito	<input type="checkbox"/>	Propio con título irregular
<input type="checkbox"/>	Recibido en goce o regalía	<input type="checkbox"/>	Arrendado
<input type="checkbox"/>	Recibido en mediería	<input type="checkbox"/>	Que le han cedido
<input type="checkbox"/>	Que ha ocupado	<input type="checkbox"/>	Otros

TARJETA N^a 8

Tipo de riego

- | | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Tendido | <input type="checkbox"/> | Surco |
| <input type="checkbox"/> | Otro tradicional | <input type="checkbox"/> | Aspersión tradicional. |
| <input type="checkbox"/> | Carrete o pivote | <input type="checkbox"/> | Goteo y cinta |
| <input type="checkbox"/> | Microaspersión y
microjet | | |

Anexo 8. Otros resultados del ejercicio exploratorio de impacto

Tabla 49. Otros modelos estimados para revisar los efectos de medidas adaptativas sobre el ingreso de predios agrícolas

VARIABLES	P21_ing_	P21_ing_	P21_ing_	P21_ing_	P21_ing_	P21_ing_
P21_superficie_c_	1.410e+06* **	1.414e+06* **	1.432e+06* **	1.437e+06* **	1.231e+06* **	1.228e+06* **
	(141,373)	(141,448)	(143,840)	(143,874)	(143,891)	(143,996)
P22_n_trab_perm_	-916,860 (1.294e+06)	-865,770 (1.296e+06)			914,423 (1.367e+06)	1.182e+06 (1.369e+06)
P22_inv_maq_					5.432*** (2.026)	5.204** (2.026)
med1	3.187e+07 (2.044e+07)	3.319e+07 (2.044e+07)	3.296e+07 (2.098e+07)	3.406e+07 (2.097e+07)	4.643e+07* (2.073e+07)	4.844e+07* (2.074e+07)
med2	-1.412e+07 (2.036e+07)	-1.704e+07 (2.029e+07)	-1.481e+07 (2.093e+07)	-1.762e+07 (2.083e+07)	-5.405e+06 (2.106e+07)	-8.905e+06 (2.105e+07)
med3	- 7.064e+07* *	- 7.128e+07* *	- 7.184e+07* *	- 7.242e+07* *	- 5.864e+07* *	- 5.915e+07* *
	(3.026e+07)	(3.030e+07)	(3.107e+07)	(3.108e+07)	(3.083e+07)	(3.089e+07)
2.provincia	-1.726e+08 (2.045e+08)	-1.710e+08 (2.048e+08)	-1.678e+08 (2.071e+08)	-1.674e+08 (2.072e+08)	-3.097e+08 (2.211e+08)	-3.096e+08 (2.224e+08)
3.provincia	-5.610e+07 (8.751e+07)	-4.531e+07 (8.738e+07)	-6.092e+07 (8.895e+07)	-5.042e+07 (8.861e+07)	- (1.100e+08)	- (1.106e+08)
4.provincia	-1.868e+07 (7.704e+07)	-1.047e+07 (7.699e+07)	-1.305e+07 (7.845e+07)	-6.202e+06 (7.831e+07)	- (1.044e+08)	- (1.050e+08)
5.provincia	-1.326e+08 (4.885e+08)	-1.378e+08 (4.892e+08)	-1.290e+08 (4.937e+08)	-1.338e+08 (4.940e+08)	-3.007e+08 (5.119e+08)	-3.232e+08 (5.141e+08)
6.provincia	-7.485e+07 (7.289e+07)	-7.056e+07 (7.297e+07)	-6.818e+07 (7.342e+07)	-6.475e+07 (7.341e+07)	-6.209e+07 (7.793e+07)	-5.562e+07 (7.832e+07)
7.provincia	-2.316e+08 (2.520e+08)	-2.011e+08 (2.517e+08)	-2.811e+08 (2.766e+08)	-2.601e+08 (2.763e+08)	- (2.666e+08)	- (2.674e+08)
2.especie					- 2.780e+08* (1.510e+08)	- 2.720e+08* (1.519e+08)
3.especie					-3.538e+07 (1.577e+08)	-1.358e+07 (1.583e+08)
4.especie					-2.368e+08 (1.599e+08)	-2.249e+08 (1.607e+08)
5.especie					- 2.621e+08* (1.563e+08)	-2.574e+08 (1.572e+08)
6.especie					-1.309e+08 (1.577e+08)	-1.288e+08 (1.586e+08)
P23C_DERECHOS_DE_AG UA	0.458 (0.293)		0.372 (0.291)		0.657** (0.307)	
P21_tract_	9.119e+07* ** (1.476e+07)	9.365e+07* ** (1.470e+07)	8.648e+07* ** (1.454e+07)	8.890e+07* ** (1.443e+07)		
P22_n_trab_temp_			-69,895 (382,470)	-56,298 (382,520)		
Constant	4.042e+07 (7.293e+07)	4.315e+07 (7.302e+07)	4.155e+07 (7.468e+07)	4.387e+07 (7.470e+07)	3.352e+08* * (1.459e+08)	3.359e+08* * (1.467e+08)
Observations	590	590	576	576	590	590
Number of ODEPA_ID	304	304	304	304	304	304

Errores estándar entre paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 50. Resultados estimación ecuación de participación

(1)	
VARIABLES	med1_2016
med1_2012	1.293*** (0.188)
educ	0.373*** (0.109)
P21_superficie_c_2012	0.0163 (0.0108)
P21_tract_2012	0.0627 (0.0793)
especie	0.192*** (0.0675)
Constant	-1.396*** (0.409)
Observations	376
Errores estándar entre paréntesis	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Tabla 51. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Utilizado riego por goteo, aspersion o microaspersion o similar (b)” y “Almacenado de agua dentro del predio (d)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
VARIABLES	dif_ing	dif_ing	dif_ing	dif_ing	dif_ing	dif_ing
var_b_2016	-3.368e+07 (4.373e+07)		-4.369e+07 (4.438e+07)	-6.192e+07 (4.463e+07)		
P23C_DERECHOS_DE_AGUA			0.445* (0.256)	0.423* (0.254)	0.515** (0.256)	0.488* (0.255)
P21_prod_2016			133,326** (51,899)	86,777 (54,938)	116,324** (51,646)	79,351 (54,889)
var_d_2016		5.685e+07 (4.332e+07)			5.718e+07 (4.403e+07)	3.273e+07 (4.564e+07)
P21_tract_2016				2.986e+07** (1.236e+07)		2.441e+07* (1.272e+07)
Constant	4.817e+07 (3.303e+07)	2.532e+06 (2.953e+07)	2.323e+07 (3.374e+07)	-4.173e+06 (3.531e+07)	-2.647e+07 (3.051e+07)	-4.609e+07 (3.204e+07)
Observations	284	284	278	278	278	278
R-squared	0.002	0.006	0.048	0.068	0.051	0.064
Errores estándar entre paréntesis						
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

Tabla 52. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Manejo de malezas (t)” y “Gestión de plagas (u)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia.

VARIABLES	(1) dif_ing	(2) dif_ing	(3) dif_ing	(4) dif_ing	(5) dif_ing	(6) dif_ing
var_t_2016	-7.723e+07* (4.350e+07)		-7.195e+07 (4.448e+07)	-8.746e+07* (4.452e+07)		
P23C_DERECHOS_DE_AGUA			0.391 (0.259)	0.362 (0.256)	0.435* (0.258)	0.407 (0.256)
P21_prod_2016			134,170*** (51,393)	85,356 (54,605)	128,420** (51,413)	80,694 (54,779)
var_u_2016		-4.660e+07 (4.329e+07)			-3.693e+07 (4.414e+07)	-5.424e+07 (4.437e+07)
P21_tract_2016				3.035e+07** (1.226e+07)		2.943e+07** (1.236e+07)
Constant	7.274e+07** (3.275e+07)	5.127e+07* (2.996e+07)	4.003e+07 (3.430e+07)	1.079e+07 (3.598e+07)	1.696e+07 (3.152e+07)	-1.162e+07 (3.348e+07)
Observations	284	284	278	278	278	278
R-squared	0.011	0.004	0.054	0.075	0.048	0.067
Errores estándar entre paréntesis						
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

Tabla 53. Resultados de efectos de las medidas adaptativas “Pertenencia a cooperativas (ad)” sobre el ingreso de predios agrícolas, modelos en diferencia.

VARIABLES	(1) dif_ing	(2) dif_ing	(3) dif_ing
var_ad_2016	-7.002e+07 (4.378e+07)	-5.287e+07 (4.437e+07)	-7.188e+07 (4.464e+07)
P23C_DERECHOS_DE_AGUA		0.447* (0.255)	0.426* (0.253)
P21_prod_2016		121,585** (51,302)	69,442 (55,076)
P21_tract_2016			3.040e+07** (1.236e+07)
Constant	5.805e+07** (2.822e+07)	2.204e+07 (3.015e+07)	-7.848e+06 (3.225e+07)
Observations	284	278	278
R-squared	0.009	0.050	0.071
Errores estándar entre paréntesis			
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Anexo 9 – Aspectos metodológicos del levantamiento de información

Levantamiento primario

Alcance general

Las técnicas de levantamiento primario están enmarcadas dentro de procesos preestablecidos que se relacionan de manera sistemática entre sí, con la finalidad de recopilar datos que posibiliten el análisis de la situación sobre la cual se hace parte el estudio. En este caso, lo que se persigue es contar con una descripción y caracterización de las medidas de adaptación a la sequía (uno de cuyos efectos es, en algunos casos, la escasez de agua para riego), así como recolectar información sobre los recursos humanos y de capital, que posee en el presente el agricultor, para llevar a cabo la producción en su terreno, entre otras variables socioeconómicas.

Luego, de forma de verificar en la práctica el desarrollo de las medidas adaptativas a la sequía por parte de los agricultores, se procedió a la aplicación de algunas entrevistas con expertos del sector. Esto con el fin de disponer en un primer momento, de antecedentes respecto a los tipos de medidas que se han adoptado en la región, además de otras percepciones respecto a la problemática de la sequía y otros factores agroclimáticos y socioeconómicos en la región de Valparaíso.

Con la sistematización de los antecedentes recabados en las entrevistas, acotaciones de la contraparte y de la revisión de la literatura, se procedió a elaborar el instrumento de levantamiento de información para la encuesta. Este elemento fue consensuado con la contraparte y finalmente se elaboró la versión final, que es la que se está aplicando en terreno.

Esto significa que existió una secuencia temporal determinada en la aplicación de cada una de las técnicas. En efecto, la primera técnica utilizada corresponde a las entrevistas con actores relevantes del sector frutícola y vitivinícola de la región bajo estudio, así como con investigadores en proyectos de eficiencia en riego. Esto debido a que esta actividad

constituyó una primera aproximación a las medidas que efectivamente han sido implementadas por parte de los agricultores, información que fue contrastada posteriormente con los antecedentes que se disponen de la revisión secundaria, la cual había sido llevada a cabo de manera previa.

Seguidamente, la información que se generó en las entrevistas permitió complementar el cuestionario de terreno, para así poder contar con un set de preguntas relevantes y atingentes al objetivo del estudio, principalmente para las medidas de adaptación a la disminución del agua para riego. Tales medidas ya fueron corroboradas en el proceso previo de entrevistas (así como en la revisión de la literatura y con la contraparte), por lo que las preguntas se concentraron en dicho conjunto validado de medidas existentes.

Finalmente, el instrumento fue probado en terreno en un pequeño número de agricultores, de manera de verificar su consistencia y estimar la facilidad en su aplicación. Después de ello, se procedió a aplicar la encuesta en terreno.

A continuación, se entregan mayores detalles respecto a cada una de las etapas del análisis cualitativo y de las correspondientes técnicas utilizadas.

Entrevistas Focalizadas

Se llevaron a cabo tres entrevistas focalizadas a diferentes actores relacionados al sector agrícola de la V región. Ellos corresponden a un representante de la asociación de canalistas y drenaje de Chile, un investigador del INIA, y un empresario del rubro (ver tabla 54 más adelante). La pauta de entrevistas se estructuró siguiendo las directrices de las bases técnicas del estudio, de la información generada en la revisión secundaria, y de la experiencia del equipo.

La modalidad de entrevista elegida para dar curso al levantamiento de información se basó en el hecho de que los entrevistados se encontraban en una situación concreta y determinada, dado que todos pertenecen al sector agrícola o se relacionan de manera directa con éste. Además, este tipo de entrevista, al estar orientada hacia el aprendizaje de materias y actividades que no son factibles de observarlas de manera directa, presentó un valioso resultado, dado que los entrevistados acotaron las preguntas, o las renfocaron, dado su amplio conocimiento del sector agrícola de la zona de Valparaíso.

La modalidad consideró un formato semiestructurado y enfoque semidirigido, en donde previamente se habían elaborado en la pauta los aspectos sobre los cuales se focalizó la entrevista. En esta, se solicitó al entrevistado que entregará respuestas concretas sobre los temas abordados, en donde no existió inducción ni forzamiento en la opinión que manifestaban.

En general, la entrevista focalizada permite dar un alto grado de selectividad a los factores que se pretenden profundizar, sobre todo a aquellos factores que requieren de un nivel de discusión de causalidad, la que no es factible de rastrear a través de otras técnicas, tal como la técnica del cuestionario o encuesta. Además, entregó la posibilidad de añadir otros temas de interés para el posterior levantamiento en terreno de la encuesta, y que no habían sido considerados originalmente en la pauta de encuestado.

Luego de realizadas las entrevistas programadas, se sintetizaron las tendencias de respuestas de las entrevistas, de tal manera que fue posible visualizar cuales eran las medidas más factibles de ser utilizadas por los agricultores, además de otros aspectos técnicos y económicos asociados a la productividad de los predios.

Finalmente fue posible sintetizar para cada entrevista un pequeño comentario de análisis, sobre todo para explicar de manera narrativa las clasificaciones de las medidas de adaptación, como resultado de la aplicación de los criterios definidos previamente (tecnológicas, innovativas, prácticas culturales, financieras, gestión predial, etc.), lo que da una jerarquización en la relevancia de los factores señalados. La pauta de entrevista se presenta en el anexo 4.

De la misma forma, se desarrolló una segunda ronda de entrevistas en profundidad, paralelamente al desarrollo de la encuesta, con expertos del sector, de manera de corroborar resultados parciales obtenidos, y vislumbrar perspectivas respecto al problema de adaptación a la sequía por parte de los agricultores.

El listado de agentes entrevistados en ambas etapas es el siguiente:

Tabla 54. Listado de actores entrevistados.

Entrevistado	Organización	Etapa
Cristián Gwinner	Asociación Gremial de Productores Agrícolas de San Antonio	1ª ronda
Raúl Ferreyra	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	1ª ronda
Felipe Martin	Asociación Chilena de Riego y Drenaje	1ª ronda
Eduardo Salgado	Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D., académico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2ª ronda
Víctor Muñoz	Ing. Agrónomo, Gestor de Proyectos CEZA	2ª ronda
Santiago Matta	Ejecutivo Junta de vigilancia de la 3era sección del río Aconcagua	2ª ronda
Ariel Zuleta	Jefe de área La Ligua INDAP	2ª ronda
Francisco Vásquez	Jefe de área Casablanca INDAP	2ª ronda
Julio Galleguillos	SEREMI Agricultura V región	2ª ronda

Fuente: Elaboración propia

Los principales puntos que se desarrollaron en las entrevistas fueron:

- Percepción de los agricultores respecto a la sequía: con este punto se indagó respecto a la creencia de los agricultores, respecto de las causas de la sequía en la zona. Se les consultó en niveles tales como mal uso del recurso hídrico (por falta de inversión, mantención, innovación en tecnologías, etc.), el cambio climático, la asignación de derechos de agua, la presencia de otras actividades económicas (minería, sector eléctrico, servicios, etc.). También se deseaba disponer de un alcance respecto a la conciencia que tenían los agricultores respecto al problema en cuestión. Es decir, si ellos la consideraban una prioridad en sus decisiones de cultivo.
- Medidas que adoptan los agricultores: las principales opciones de adaptación consideran el uso de tecnología, el acceso a programas del Estado y las prácticas culturales. Con ello se pretende mejorar la capacidad de adaptación y optimizar el

uso de agua, sin embargo, la implementación requiere renovar la política actual de agua (ley 18.450), capacitación adecuada a los agricultores (por medio de entidades tales como la Comisión Nacional de Riego, Instituto de Desarrollo Agropecuario), etc.

- Posibles elementos de réplica de la encuesta a nivel regional: fue importante recabar todo antecedente posible respecto a particularidades que puedan estar presentes en algunas de las regiones consideradas en el estudio, lo cual debería considerarse en el diseño del instrumento que se aplique en terreno.
- Limitantes de realizar la encuesta a nivel de predio: se trata de establecer las condiciones que reducen la precisión de las estimaciones, dada la elección de la unidad muestral a nivel de predio.

Lo anterior es relevante debido que el entendimiento de las causas de la falta de agua es un precursor respecto a puede ayudar en el desarrollo de prioridades para la adaptación de recursos hídricos para el riego.

Pre test

Otra actividad en la secuencia metodológica del estudio la constituyó el pre test, en donde el cuestionario diseñado anteriormente, fue probado en terreno previo a la realización de la encuesta definitiva. El resumen de la actividad se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 55. Reporte de arrendamientos del pretest.

Estado	Número base piloto	Número segundo intento
Llamados sin resultado	2	6
Pretest	1	2
Rechazo	0	2
Sin datos contactos	2	1
Sin teléfono	0	1
Teléfono inválido	0	7
Visitado sin resultado	3	4
Total general	8	23

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia una baja tasa de respuesta en relación a los intentos de contacto, a partir de la base piloto. Solo hubo 1 caso encuestado en el pretest, dado que el resto, o bien no contestaban las llamadas, o no se encontraban en el momento de la visita.

Luego, se realizó un segundo intento de contactar, tanto telefónicamente como presencial, a 23 casos en total. En este caso, solo fue posible encuestar a dos, ya que los contactos hechos no respetaron los agendamientos acordados, o no hubo posibilidad siquiera de contactar, dado que los datos estaban muchas veces incorrectos.

Es por eso que finalmente, se tomaron casos seleccionados para la aplicación final (encuesta), lográndose cinco casos en total.

Las coordenadas para encontrar los predios también fueron factor para lograr el tamaño esperado, ya que se necesitan más detalles para encontrar los lugares seleccionados.

Durante la aplicación, el principal problema en la aplicación fue que recordaran detalles de las temporadas, es por eso que se cambió el orden de los niveles de la pregunta, para ir desde lo más actual a lo más antiguo para re construir la historia de cultivos del predio.

Además, la avanzada edad de las personas encuestadas hizo que la aplicación tomara en promedio 30 minutos y un poco más de tiempo en aquellos casos donde los administradores y/o dueños han tomado varias medidas respecto a los temas evaluados.

Este procedimiento, a pesar de las dificultades encontradas en terreno, permitió detectar aquellas preguntas complicadas de entender por parte de los encuestados, además de estimar los tiempos promedio de respuesta por cada pregunta, la facilidad de llegada con los agricultores, conocer la accesibilidad al terreno y el desempeño del equipo de encuestados en este ambiente, etc. Esto fue relevante para realizar posteriormente las adecuaciones y ajustes necesarios antes de su aplicación a la muestra definitiva.

Encuesta

Se procedió a diseñar un cuestionario, el cual fue validado y mejorado con la información obtenida de las entrevistas. Para el cuestionario mismo, se utilizó como base el formato del censo agrícola 2007. Este cuestionario fue aplicado en el pre test, actividad que como ya se indicó, tuvo por objetivo corregir el formato y técnica de aplicación en terreno de la

encuesta definitiva. Seguidamente, se incorporaron las correcciones detectadas en el pretest, así como las observaciones de la contraparte en la pauta final.

Una vez aplicada la encuesta definitiva, se procedió a la sistematización de los datos recopilados, efectuándose el análisis descriptivo y de caracterización de la muestra encuestada. Igualmente, con la base de datos generada, se realizó el análisis de impacto económico teórico y empírico.

Se debe dejar en claro que el diseño de levantamiento de encuestas permitirá replicar el ejercicio en las distintas regiones del país, que han presentado menor disponibilidad hídrica, y contar de esta manera con una línea base para el posterior seguimiento. Se considera que el cuestionario a aplicar en estos casos, debe ser el mismo en cada una de las regiones en que se aplique, para así evitar tener diferencias metodológicas que pudiesen hacer que los resultados de las aplicaciones no sean comparables entre ellas.

Paralelamente al diseño del instrumento, se trabajó en los aspectos de muestreo, determinando el tamaño de la muestra, con un error muestral del 5% y significancia del 95%, de manera de asegurar la robustez de las estimaciones.

A continuación, se presenta en detalle la forma en que se abordó el levantamiento de información en terreno por medio de la aplicación de un cuestionario. Para ello, se presenta en detalle la forma de elaborar el instrumento de recolección de información, las consideraciones asociadas en función de los objetivos, el tratamiento de las preguntas, así como también, el tamaño muestral escogido y todo el procedimiento de muestreo por medio del cual se llegó a la elección de dicho tamaño.

Diseño del cuestionario

Esto comprende la elaboración del instrumento que recoge la información desde los encuestados, y que luego fue sistematizado para el análisis cualitativo y cuantitativo. Como se ha mencionado anteriormente, el levantamiento fue realizado con diferentes fruticultores y viñateros de la región de Valparaíso. La pauta del cuestionario, entre otros tópicos, recoge los principales hallazgos detectados en las anteriores etapas, como por ejemplo las recomendaciones que entregaron los entrevistados y la contraparte.

Los propósitos que se le exigieron a la encuesta, se vincularon a obtener información del entrevistado en relación a su reacción frente a la sequía, motivaciones para realizar tales acciones (o no realizarlas), su utilidad, además de levantar aspectos propios del predio, tales como producción y rendimiento. Un objetivo también fue permitir un posterior análisis de consistencia y verosimilitud en las respuestas que expresó el encuestado, y su contrastaste con la información que ya se encontraba disponible en los catastros anteriores.

En la realización misma de la encuesta en terreno, cara a cara con el encuestado, se siguieron las pautas establecidas, que recomiendan crear tiempo y un nivel de familiaridad para que el entrevistado genere un ambiente propenso a responder, en relación a la importancia o problemas que tiene con las medidas de adaptación a la sequía, además de su percepción de los fenómenos meteorológicos, los aspectos inherentes a su predio, etc. Con ello, se maximiza la probabilidad de captar de modo fidedigno las medidas de adaptación, con énfasis en la innovación, gestión predial, mecanización, infraestructura u otras medidas, directas e indirectas, que adopten los agricultores frente a la menor disponibilidad de recursos hídricos.

En relación a los alcances respecto al procedimiento de captura de datos, con la finalidad de obtener respuestas confiables por parte de quienes conformen la muestra seleccionada de predios, se diseñó un cuestionario con alternativas tanto excluyentes como exhaustivas, y en un lenguaje claro para evitar cualquier tipo de sesgo en las respuestas y así levantar información válida y completa respecto a las variables de interés. En algunos casos, estaba la posibilidad de emitir respuestas abiertas.

Los elementos de diseño del cuestionario que conformarán su estructura general corresponden a:

- Preguntas de contexto, para caracterizar al entrevistado y su predio.
- Preguntas de información general sobre relación con las consecuencias de la sequía.
- Preguntas informativas sobre medidas de adaptación (cambios tecnológicos adoptados, diversificación de especies, innovación, gestión predial, financieras, etc.).

- Preguntas para verificar validez de las respuestas, y de chequeo en relación a los catastros del 2013 y 2016, respectivamente.

El primer bloque corresponde a la caracterización del encuestado, reportando datos demográficos y preguntas de chequeo que posibilite el contraste con la información ya disponible y sistematizada del agricultor.

En el segundo bloque se recabó información sobre las medidas específicas que adoptan los agricultores, y corresponde a la sección más larga de la entrevista, ya que contempla la selección de las estrategias, comentarios sobre si le han servido o no, si han cambiado de estrategias, etc., desde el año 2012 en adelante.

En particular, este bloque recopiló la información relevante para identificar las medidas de adaptación a las condiciones producidas por la sequía. El cuestionario incluye preguntas de índole abierta y cerrada. Por ejemplo, el cuestionario considera preguntas como:

- Estrategias utilizadas para combatir la escasez de agua
 - ✓ Estrategias en categorías predeterminadas
 - Cambios tecnológicos utilizados como parte del plan de adaptación
 - Prácticas culturales, modificación de la superficie regada o modificación de especies cultivadas
 - Acceso a programas
 - ✓ Respuesta abierta
 - Años de implementación y de abandono de las estrategias, en caso de corresponder
 - Comentarios sobre la pertinencia de la medida en la producción
 - Cualquier cambio en la estructura productiva de la operación productiva como parte del proceso de adaptación

Es importante considerar en las respuestas del agricultor referentes al período en que se pusieron en marcha las estrategias y planes de adaptación (particularmente tecnológicos), y si es que se mantienen aún. Además, se indagó en el correspondiente estado presente, obteniendo respuestas de porque se abandonó, o porque se mantienen. Se está dando la posibilidad al entrevistado que entregue cualquier comentario que estime pertinente.

Al igual que en los otros bloques del cuestionario, los resultados de este bloque, fueron gráficamente explorados para entender las generalidades y patrones de las respuestas incluyendo un horizonte temporal para entender la velocidad de reacción. Esto permitió capturar el hecho de que ciertos agricultores se adaptan antes que otros, para comparar los promedios de producción entre ambos. Es decir, un agricultor que se adapta antes versus uno que lo hace después.

En el tercer bloque se hicieron preguntas para obtener información técnico económica de la explotación, referido a los aspectos productivos involucrados, formas de tenencia de la tierra o indicadores de ingresos o costos de los predios, por ejemplo. Aquí también se levantó información sobre los insumos requeridos en la producción, equipamiento y maquinaria, recursos humanos, tecnología e innovación involucrada en el proceso, externalización de labores, etc.

El formato de cuestionario que se aplicó en terreno se presenta en el anexo 6.

Diseño muestral

Dado que se cuenta con la información de los catastros frutícola y vitivinícola, es decir un marco muestral con todos los individuos, y donde todos ellos son seleccionables para la muestra, se optó por la aplicación de un muestreo aleatorio simple (MAS) a nivel predial. El usar MAS asegura la obtención de muestras representativas, de manera que la única fuente de error que va a afectar los resultados va a ser el azar. Y lo que es más importante, este error debido al azar puede calcularse de forma precisa (o al menos acotarse).

De forma de validar que la muestra que se eligiese sea homogénea respecto al universo, se realizó un ejercicio extrayendo 30 muestras aleatorias, para comparar sus principales estadígrafos con las estadísticas del universo en ciertos parámetros, específicamente:

- Tipo de productor (frutícola o vitivinícola)
- Tamaño de superficie explotada (categorías)
- Comuna

- Tipo de riego²⁵

Los resultados mostraron que en todos los análisis las proporciones en las muestras se encontraron valores muy cercanos a los del universo, para todos los ámbitos estudiados. Por lo tanto, y tal como se plantea teóricamente, cualquier muestra que se extraiga del universo será representativa de éste, permitiendo que con los resultados se pueda hacer inferencia con una robustez alta y con un sesgo mínimo. Los resultados de estas simulaciones se presentan en el Anexo 3.

Así, dado que el encuestado está caracterizado completamente en sus variables sociodemográficas, será factible posteriormente categorizar las medidas de adaptación que estos adopten, condicionado por diferentes variables de interés.

Por ejemplo, es esperado que aquellos agricultores de mayores ingresos adopten medidas de adaptación diferentes, a otros grupos de agricultores con menores ingresos. Ello será controlado por la clasificación de rangos de ingresos establecida en el cuestionario (o por cualquier otra variable que pueda ser asignada como control), por lo que la descripción y caracterización de la medida será ponderada en su justa medida.

La metodología que subyace a la estimación del tamaño de encuestados se estructuró de acuerdo a la estimación de una proporción, para lo cual se asumió el nivel de confianza $(1-\alpha)$, el cual da lugar a un coeficiente (Z_α) , que para una seguridad del 95%, equivale al 1.96.

De esta manera, el tamaño muestral depende principalmente de las siguientes variables:

- Variabilidad del parámetro a estimar: se utilizó el 50% como peor estimación.
- Precisión: Amplitud del intervalo de confianza o error muestral.
- Nivel de confianza $(1-\alpha)$: se utilizó el 95%. Probabilidad complementaria al error admitido.
- Tamaño de la población: 7.328 predios de los cuales un 79% son predios frutícolas, y el restante 19% son predios vitivinícolas.

²⁵ Solo en el caso de los fruticultores, dado que el catastro vitivinícola no especifica el tipo de riego.

El tamaño muestral se realiza por medio de la siguiente expresión:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + p \cdot q \cdot Z^2}$$

en donde:

- n corresponde al tamaño muestral
- N corresponde a la población total
- Z corresponde al valor correspondiente a la distribución de Gauss
- p corresponde a la proporción esperada
- q corresponde a (1 – p)
- e corresponde al error muestral

En la ecuación o fórmula para estimar el tamaño muestral, la expresión (p·q) representa la variabilidad del parámetro a estimar, la que usualmente se representa por su varianza (σ^2).

Así, considerando que se están levantando 35 encuestas sobre unidades muestrales aleatoriamente elegidas, el error máximo de las estimaciones no debiese superar un 5,1%.

Planificación del acceso a las unidades muestrales

Dado que para la conformación de la muestra se aplicó una muestra aleatoria, se procedió a seleccionar desde el catastro al conjunto de agricultores, tanto vitivinicultores como fruticultores, que fueron encuestados en terreno. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando números aleatorios.

Una vez conformado el listado, se procedió a contactar telefónicamente a cada uno de los seleccionados, de manera de coordinar la visita a terreno. En caso de que no fuese posible contactar al agricultor originalmente escogido, se procedió a elegir desde la base de datos original, a otro agricultor del mismo perfil de aquel que no pudo ser contactado, y cumplir finalmente con el tamaño de muestra estimado. Para ello a cada unidad muestral fue asignada a una familia de unidades de características similares, y así de este modo contar con reemplazos similares en caso de ser requeridos. En total se dividió la muestra en 567

familias, cada una de las cuales contiene unidades muestrales que tienen en común la provincia en donde están ubicadas, las especie (considerando las principales especies²⁶), el tipo de riego²⁷ y el tamaño del predio (tres categorías).

Para una adecuada aplicación de las encuestas, se consideraron previamente las siguientes acciones:

- Capacitación del equipo encuestador: Tuvo como fin explicar al equipo los objetivos de las encuestas y otorgar un entrenamiento para llevar a cabo una adecuada aplicación de las mismas. Esta labor estuvo a cargo de los supervisores. Además, durante las campañas de terreno, se mantuvo estrecho contacto con los encuestadores vía telefonía celular, de manera de resolver consultas.
- Selección y contacto de los propietarios de predios a encuestar: se confeccionó una base de datos con la información de contacto (teléfono y/o email) de los propietarios de predios seleccionados. En caso de no disponerse de esta información, ésta se reemplazó por otro propietario elegido al azar dentro del estrato correspondiente.
- Previo a la aplicación de la encuesta, el propietario a encuestar fue contactado de manera de concertar la realización de la actividad. En caso de que esto no pudo concretarse, fue reemplazado por otro propietario elegido al azar dentro del estrato correspondiente.
- Se contempló la aplicación en terreno de la encuesta a toda la muestra comprometida.
- Supervisión, validación y tabulación de las encuestas: los supervisores fueron revisando las encuestas a medida que estas eran aplicadas. Posteriormente, se seleccionó una muestra al azar de al menos el 20% de los encuestados, a los cuales se contactó de manera de validar la información consignada por los encuestadores. Las encuestas son tabuladas y registradas en una base de datos en formato Excel.

Sobre la base de los hallazgos preliminares levantados en las entrevistas y en la revisión secundaria, además de la discusión del equipo, se establecieron algunas condiciones bajo

²⁶ Palto, uva de mesa, durazno conservero, nogal y otras (todas las demás)

²⁷ Surco, goteo, microaspersión y otros.

las cuales se ha llevado a cabo el levantamiento primario en terreno. Con ello, se espera disponer de respuestas consistentes y que reflejaran los más exactamente posible la situación de la unidad muestral. Tales condiciones son:

- a) La unidad muestral es el predio
- b) La encuesta se hace al dueño o al administrador.
- c) Quien responde el cuestionario debe conocer la situación del predio con un período de al menos cinco años (desde el 2012) (aspectos tributarios, ingresos, costos, gestión, medidas adoptadas, etc.)
- d) Se presentan preguntas de chequeo con el catastro

Ejecución en terreno

El equipo de terreno cuenta con un coordinador general, un coordinador en terreno y seis encuestadores, sumado al apoyo de dos vehículos para las salidas a terreno.

El levantamiento comenzó con la capacitación de los encuestadores el día 16 de noviembre en Villa Alemana, dando comienzo al proceso de contacto de los encargados de las unidades muestrales el viernes 17 de noviembre.

El trabajo de campo ha consistido en diversas estrategias de contacto:

- Agendamiento telefónico, llamados para agendar visitas en días y horarios específicos
- Salidas a terreno encuestadores, con los datos entregados de a base de datos salen con sus propios medios
- Salidas a terreno vehículos, se programan rutas por comunas con tres encuestadores para visitar predios
- Contacto municipal/asociaciones, para ayudar a identificar y georeferenciar los predios

Sin embargo, durante los primeros cinco días los resultados no fueron los esperados, ya que el contacto de las personas fue bajo, debido a factores como:

1. Direcciones poco precisas o difíciles de acceder con los datos de referencia de la base de datos.

2. Agendamientos telefónicos no son respetados por los encuestados y se debe volver a insistir en terreno.
3. Temporada de siembra y/o cosecha dependiendo de lo que produzca el predio (estacionalidad).
4. Distancia de predios seleccionados.
5. Poca disponibilidad de dueños o administradores (ausentes durante jornada laboral). Se han detectado casos donde los trabajadores entran al predio, los cierran con candado y abren a la hora de almuerzo y de salida.
6. Dueños y administradores trabajan de lunes a viernes o lejos de los predios.

Existe otra situación que se ha constatado en terreno, referida a los casos que han sido visitados, y que se ha logrado contacto con el dueño o administrador, pero han solicitado volver en otro momento, o a fines de diciembre. También han fallado algunos agendamientos telefónicos, que no respetaron las citas antes agendadas.

Otra situación son los casos que han sido llamados por teléfono, pero no se ha logrado contacto con alguien del predio. Además de casos visitados en terreno que no han logrado contacto con el dueño o el administrador.

Finalmente, los casos perdidos, son aquellos casos que no cumplen con lo que requiere el proyecto y también las situaciones en donde se producen las negativas a participar. Por ejemplo:

- Rechazo.
- Predio sin producción.
- Dirección no encontrada.
- Parcela en venta.
- Sin datos de contacto.
- Sin teléfono, no hay más datos de contacto, se buscan referencias en municipalidades o asociaciones.
- Teléfono inválido, no hay más datos de contacto, se buscan referencias en municipalidades o asociaciones.

Para revertir esta situación, es que a partir del día 24 de noviembre se han estado utilizando los reemplazos mencionados anteriormente. Igualmente, se incorporó más personal al equipo de terreno. También se están realizando rutas por comunas agrupadas geográficamente. En ese sentido, se ha realizado una división territorial de la región, identificado 11 zonas, que agrupan comunas cercanas geográficamente. Así los agendamientos se están concentrando por comunas y las salidas a terreno tengan mayor opción de éxito y sean más productivas para los encuestadores en terreno.

La tabla a continuación muestra las 11 zonas agrupadas, en las cuales se ha dividido a la región, para las labores de agendamiento y encuestado.

Tabla 56. Zonificación de las comunas y provincias de la región.

Agrupado	Comuna	Provincia
1	Hijuelas	Quillota
	La Calera	
2	Nogales	San Felipe
3	Catemu	
	Llaillay	
4	Panquehue	Petorca
	Cabildo	
5	La Ligua	
	Petorca	
5	Putendo	San Felipe
	Rinconada	Los Andes
	San Felipe	San Felipe
6	Algarrobo	San Antonio
	Casablanca	Valparaíso
7	Calle Larga	Los Andes
	Los Andes	
	San Esteban	
	Santa María	San Felipe
8	Limache	Marga Marga
	Olmue	
9	Quilpue	
	Villa Alemana	
10	La Cruz	Quillota
	Quillota	
11	Cartagena	San Antonio
	San Antonio	
	Santo Domingo	

Fuente: Elaboración propia

Al momento de la entrega del informe, están trabajando en terreno 12 encuestadores. En total, han rotado 21 personas, ya que la contactabilidad es baja por lo lejos de los predios, lo difícil de localizarlos y encontrar al responsable que nos pueda responder, lo que ha provoca deserciones en el equipo.

Hay tres personas movilizándose en transporte inter urbano y el resto en dos vehículos que están recorriendo diariamente la región. Desde el lunes 11 se dispone de cuatro vehículos que recorrerán las zonas agrupadas.

Al igual que en el caso del pretest, las distancias y las dificultades para localizar los predios en terreno hacen que los barridos sean más lentos de lo previsto.

Levantamiento Secundario

Alcance general

El levantamiento secundario consistió, por una parte, en consolidar la información disponible con el fin de estructurar y actualizar la base de datos que se utilizó para estimar el impacto económico de la sequía (objetivo 1), además de apoyar en la elaboración del instrumento de levantamiento de información en terreno, que posibilitará el análisis y descripción de las medidas estrategias de adaptación de los agricultores a la sequía y disminución de la disponibilidad del recurso hídrico (objetivo 2).

El proceso de levantamiento de información consistió en revisar información secundaria desde publicaciones académicas (entre ellas las sugeridas en las bases técnicas), publicaciones de organismos públicos, privados o académicos, información de prensa, catastros frutícolas y vitivinícolas, información estadística, etc. Con dicha información fue posible elaborar las pautas de entrevista para agentes relevantes del sector, levantar un cuestionario de aplicación en terreno, así como la conformación de la base datos para replicar el estudio sugerido en las bases técnicas.

Por su parte, la información contenida en el catastro frutícola 2017 y el catastro vitivinícola 2015 del SAG, ambos para la región de Valparaíso, permitió poder caracterizar estos sectores y obtener la muestra a encuestar.

Determinación, Descripción y Caracterización de las medidas de Adaptación

Este punto debe dar cuenta de la forma de coleccionar los insumos necesarios para la identificación de las medidas de adaptación que utilizan los agricultores para enfrentar la

sequía, y su posterior descripción y caracterización, una vez ya levantada la encuesta en terreno. Ello será complementado con la segunda ronda de entrevistas a expertos del sector, llevando a cabo un análisis cualitativo respecto a las medidas encontradas, y sus características propias.

Definición de alcance y uso de información

En la definición de una estrategia de determinación de las medidas de adaptación, se procedió a la revisión de la literatura sugerida en los términos de referencia, en la revisión de literatura adicional recopilada por el equipo de trabajo, y en el levantamiento de campo previo (entrevistas). Esto con el fin de disponer de un conjunto acotado de medidas, validadas tanto a nivel internacional, como en la región de Valparaíso, y que están siendo utilizadas en el presente por los agricultores. Luego, se categorizó las medidas en tres grupos, i) innovación y adopción de tecnologías, ii) prácticas culturales y de gestión, iii) acogerse a programas gubernamentales y asociatividad.

Igualmente, la encuesta brindó la posibilidad de que los agricultores expresen abiertamente cuáles son las medidas que están utilizando, y a que costo, de manera de incluir opciones que no se hayan considerado originalmente en el instrumento de levantamiento de información.

Una vez levantada la encuesta, se procedió a describir y caracterizar cada una de las medidas utilizar, disponiendo en ese entonces de elementos adicionales a los reportados en la literatura o en las entrevistas. Por ejemplo, prácticas, técnicas u otros elementos que no hayan sido reportados en la literatura, o que sean innovaciones particulares de los agricultores.

El diseño de la encuesta intentó responder el desafío de categorizar medidas, que permitan evaluar las causas de su adopción por parte de los agricultores, en caso de utilizarlas. Así mismo, plantea abordar las causas de porque adoptan las medidas y como se relaciona respecto a su conocimiento de eventos como la sequía, y que pueden limitar la disponibilidad hídrica de los sectores en cuestión. Por ello, las preguntas 6 a la 20 pretenden proyectar la percepción del encuestado en cuanto a si asume las medidas por la sequía (pregunta 12), si estima que han existido eventos climáticos que hayan afectado a la zona (pregunta 6) y si considera que existe sequía en la zona y por cuánto tiempo se ha

prolongado (pregunta 11), y que efectos ha tenido (en caso de reportar que ha habido sequía, pregunta 13).

En la encuesta se considera la descripción exhaustiva de los elementos técnicos inherentes en la decisión de adopción por parte del agricultor. Ello se intenta abordar en la pregunta 19, (¿Por qué la adoptó?), en que se basó su decisión (¿Cómo se informó?, pregunta 20), y también entregando la posibilidad de que los encuestados indiquen otros aspectos que deseen destacar.

En cuanto a la caracterización, en la encuesta se abordaron aspectos tales como el período de adopción (pregunta 17), la descripción de las experiencias de los usuarios, la efectividad (pregunta 18), y costos incurridos en la adopción de la medida.

En resumen, la estructura de la encuesta es la siguiente:

Tabla 57. Módulos de la encuesta.

Preguntas	Módulo	Objetivos
1 a 5	Identificación del Entrevistado y del predio	Caracterización y control
6-9	Percepción de la falta de disponibilidad de agua y medidas de Adaptación	Identificación de eventos agroclimáticos u otros que hayan afectado al encuestado Identificación de medidas que ha adoptado y temporada en que han ocurrido eventos de altas temperaturas
10-13		Indagar sobre problemas asociados a la baja en la disponibilidad de agua para el riego, y efectos en el predio.
14-16		Indagar sobre reacciones a la baja en la disponibilidad de agua para el riego
17-20		Descripción de medidas, su efectividad, año de adopción, medio por el cual se informó de existencia.
21-23	Información Económica de la Explotación Técnico de la	Descripción de historial de factores productivos Obtener información para evaluar el impacto económico a nivel predial de las medidas de adaptación vs situación sin medidas de adaptación (costo de inacción). Uso como variables de resultados.
24-28		Caracterización de la forma de propiedad del predio, asociatividad, acceso a programas públicos. otra caracterización de encuestado. Uso como variables de control

Fuente: Elaboración propia

Una vez levantada la información desde la encuesta, se procedió a realizar las siguientes tareas, en relación a la descripción, y caracterización de las medidas de adaptación.

- Categorización de medidas de adaptación, a través de distribuciones de frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central de variables de control, de medidas adoptadas, sociodemográficas, etc.
- Conformación de relaciones entre las variables a medir (cruces de información)
- Correlaciones y regresiones simples y múltiples para las variables seleccionadas
- Uso Modelos logísticos para analizar probabilidades de adoptar una medida por sobre otras, en función de variables de control y otras
- Análisis de sensibilidad, que identifique las principales variables que incrementan la varianza de las estimaciones

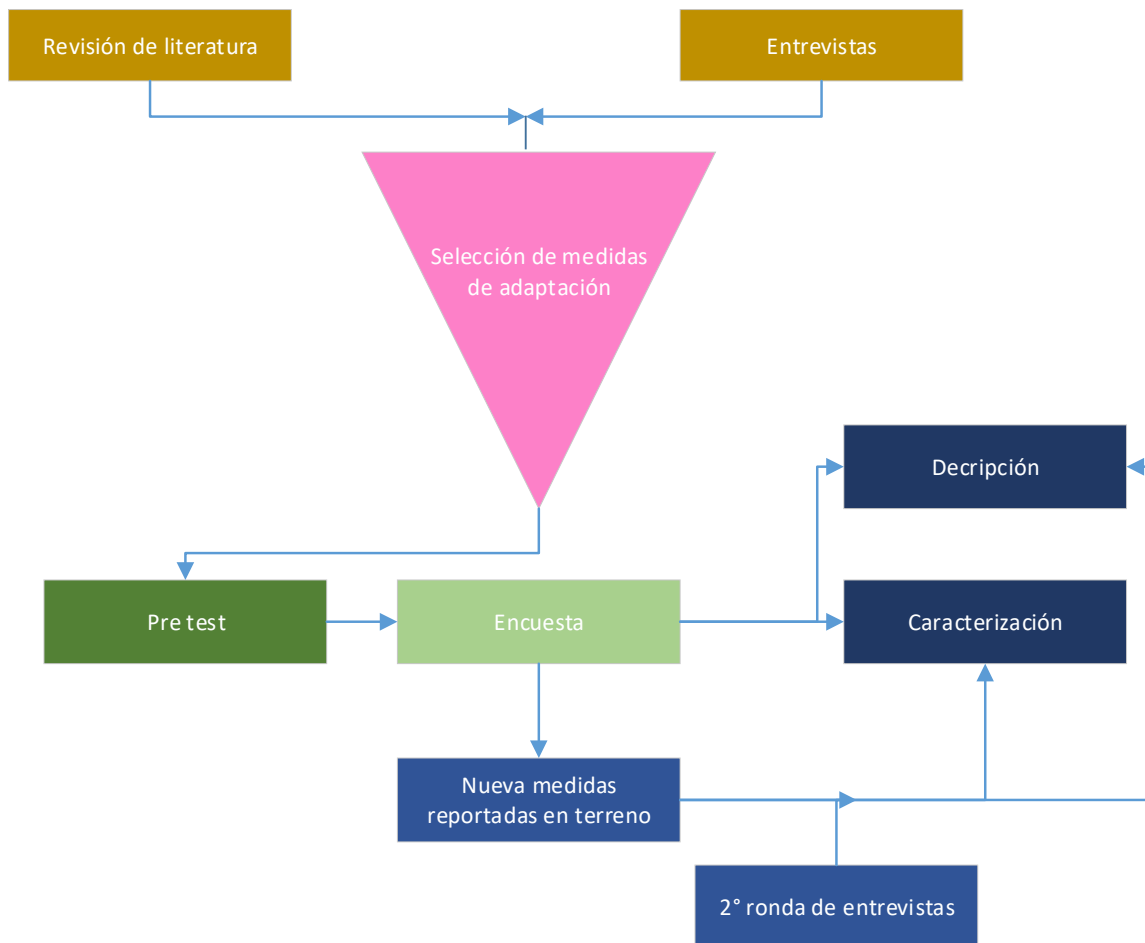
La información levantada a partir de la encuesta está siendo sistematizada en una base de datos para establecer la línea base para futuros estudios en especial, en las regiones sugeridas en los términos de referencia. El diseño de la encuesta y la metodología de análisis a su vez servirá para ser replicado en las otras regiones del país afectadas por la disminución del recurso hídrico.

La información recopilada, específicamente la data para llevar a cabo la evaluación, será compilada en planillas Excel, y en archivos compatibles con los softwares SPSS y Stata.

En ese sentido, se llevarán a cabo Modelos econométricos logísticos, de los cuales se puede extraer información relevante, como por ejemplo la probabilidad de determinados comportamientos (por ejemplo, adoptar una medida de adaptación, en relación a otras) en base a variables de control, como el ingreso por ventas de la actividad principal, comuna del predio, tipo de cultivo, etc., y los factores que influyen en dichos comportamientos o hábitos.

Un esquema que resume la orientación de la metodología para abordar el objetivo específico dos se presenta en la siguiente figura.

Figura 3. Enfoque metodológico, objetivo específico 2.



Fuente: Elaboración propia

Análisis de la data

Como se mencionó anteriormente, el análisis de la descripción y caracterización de las diferentes opciones de adaptación considerará la participación de diferentes agentes involucrados en el rubro (agricultores, entidades estatales, empresas, etc.), en torno al proceso productivo de la fruticultura y vitivinicultura. Igualmente, se tienen en cuenta las motivaciones que tuvieron los agricultores para la adopción de las medidas, el momento en que adoptaron la medida y su duración.

Necesario es considerar también el tipo de medida de adaptación, y la relación con los procesos de mitigación ya existentes para hacer frente a los riesgos asociados con la disminución de la disponibilidad hídrica debido a la sequía.

El producto final de la revisión entregará una tabla con los siguientes campos.

Tabla 58. Ejemplo de tabla resumen de caracterización de medidas.

Nombre	Tipo	Porcentaje de aplicación en la muestra	Costo de aplicación	Factibilidad de aplicación	Efectividad
Medida 1					
Medida					
.					
.					
.					
Medida n					

Fuente: Elaboración propia

En donde:

- Nombre: se refiere a la asignación que se le entregue a la medida de adaptación
- Tipo: es si la medida se puede categorizar como de innovación y adopción de tecnologías, culturales y de gestión, o relacionada a programas gubernamentales y asociatividad.
- Porcentaje de aplicación en la muestra: se refiere a su frecuencia de utilización por parte de los agricultores encuestados
- Costo de aplicación: es el costo promedio de la medida, dentro de la muestra, en relación a su implementación.
- Factibilidad de aplicación: es un análisis cualitativo respecto a las condiciones en que la medida pudiese ser aplicada con éxito.
- Efectividad: es el porcentaje de menciones referidas a si la medida fue exitosa en la muestra

De esta forma, el desarrollo analítico de la aproximación cualitativa entregará las bases para la consolidación del objetivo dos del estudio. Ello ayuda en la comprensión del proceso de adopción del de las medidas de mitigación de la sequía, por parte de los fruticultores y viticultores de la región de Valparaíso. Lo anterior a través de la indagación del conjunto de procedimientos y actividades llevadas a cabo por los agricultores, y que están insertas dentro de procesos preestablecidos (experiencia histórica, retroalimentación, aprendizaje, etc.), que relacionan de manera sistemática con el fenómeno de porque se realizaron tal o cual medida de adaptación.

Las estrategias metodológicas cualitativas, al ser siempre susceptibles de modificaciones, entrega precedentes para futuros estudios de seguimiento, al plantear nuevos interrogantes, sobre relaciones de decisión sobre las que no se ha abordado lo suficiente hasta el momento, o sobre las que se ha discutido o reflexionado de manera insuficiente (Glaser & Strauss, 1999; Mayring, 2000).

Anexo 10 - Descripción y caracterización de la muestra e identificación del entrevistado y del predio

Alcances sobre la descripción y caracterización de la muestra

De manera de facilitar la lectura gráfica, se procedió a agrupar a las principales especies cultivadas en la última temporada agrícola registrada (2015-2016), utilizando el siguiente criterio: aquellas especies que posean de manera agregada más de cuatro predios correspondientes a frutales, se grafican con sus nombres respectivos; el resto de las especies se agregan conjuntamente, clasificándose como “Otros”.

De esta forma, existen nueve especies que cumplen el criterio anterior, las que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 59. Especies cultivadas en la temporada 2015-2016 según cantidad de predios, superficie total y promedio.

Especie	N°	Superficie (há)	Promedio (há/predio)
Palta	135	3.355	25
Uva de mesa	72	511	7
Durazno	52	294	6
Nogal	47	1.802	38
Uva vinífera	18	2.394	133
Olivo	13	175	13
Arándano	7	57	8
Limón	6	166	28
Cítrico	4	44	11
Otros	24	578	24
Total general	378	9.374	25

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Las especies con más de cuatro predios cultivados, en orden descendente son la palta, uva mesa, durazno, nogal, uva vinífera, olivo, arándano, limón, y cítricos. El caso de los predios en que no se registraron datos (ya sea porque el encuestado no sabía o no quiso responder u otro motivo), se añadió a la categoría de “Otros”, la cual agrupa también a los predios que no cultivaron en esa temporada, y al resto de las especies registradas.

Aunque toda la información para el diseño muestral fue obtenida del catastro frutícola del 2016, existen encuestados que actualmente poseen cultivos no frutales como cultivo principal (tomate, alfalfa, flores, etc.). Dichos entrevistados declararon haber cultivado frutales en temporadas anteriores al 2009, pero modificaron su producción a cultivos anuales debido a que el negocio frutal no fue rentable, lo cual podría constituirse por sí mismo como una medida de adaptación a la disminución de recursos hídricos, dados los mayores requerimientos hídricos de los huertos frutales en relación a cultivos de hortalizas o cereales, por ejemplo. De todas formas, en los predios se mantienen los árboles en pie, pero sin obtener producción comercial, obteniéndose solo producciones mínimas o de subsistencia.

En resumen, se produjo un cambio de especie en temporadas anteriores a la temporalidad que se diseñó en la encuesta, esto es antes de la temporada agrícola 2009/2010. Por su relevancia, estos casos igual fueron incorporados en el análisis.

La gran mayoría de los predios en donde se levantó información poseen menos de cinco hectáreas del cultivo principal (187 encuestados), equivalentes al 49% de la muestra. Los predios de cinco hectáreas o más, pero de menos de 30 hectáreas, constituyen de manera agregada el 38% de la muestra, y aquellos de más de 100 hectáreas constituyen solo el 5,6% del total de predios desde donde se levantó información.

A pesar de que en la muestra existen 18 predios que cultivan uva vinífera (el 5% de los 378 predios totales de la muestra), estos alcanzan un total de 2.394 hectáreas (el 26% de las 9.374 hectáreas cultivadas totales de la muestra), lo que equivale a 133 hectáreas por predio para la especie. En el caso del palto, en la muestra existen solo 135 predios (el 36% de todos los predios de la muestra), estos alcanzan un total de 3.355 hectáreas (el 36% de la superficie total cultivada de la muestra), lo que equivale a 25 hectáreas por predio para la especie. Si se agrega el cultivo de nogal (19% del total cultivado), se tiene a las tres especies que poseen más del 80% de la tierra cultivada en la muestra.

La siguiente tabla presenta, para la última temporada agrícola, el número de predios por rango de superficie total cultivada del predio, según quien esté a cargo de éste, y por especie.

Tabla 60. Distribución del número de predios por rango de superficie por especie principal cultivada y tipo de figura del predio

RANGO (HÁ)	ARANDANO	NARANJO	DURAZNO	LIMON	NOGAL	OLIVO	PALTA	UVA MESA	UVA VINIFERA	OTROS	TOTAL
ADMINISTRADOR											
0-1	0	0	1	0	1	2	2	3	0	0	9
1-5	1	2	13	0	8	5	13	19	0	4	65
5-10	2	0	3	1	6	0	8	13	1	2	36
10-20	2	0	8	1	5	0	9	6	4	0	35
20-50	0	1	1	0	1	0	10	7	2	3	25
50-100	0	0	0	2	2	1	6	0	0	2	13
100-200	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	6
>200	0	0	0	0	1	0	3	0	4	0	8
TOTAL ADM	5	3	26	4	24	9	54	48	12	12	197
% PREDIAL DEL TOTAL ADM	3%	2%	13%	2%	12%	5%	27%	24%	6%	6%	100%
SUPERFICIE TOTAL ADM (HÁ)	50	32	183	147	1.561	16	2.640	398	1.647	386	7.205
% SUPERF DEL TOTAL ADM	1%	0%	3%	2%	22%	2%	37%	6%	23%	5%	100%
PROMEDIO SUP.(HÁ/PREDIO)	10	11	7	37	65	18	49	8	137	32	37
DUÑO											
0-1	0	0	2	0	0	1	2	3	0	1	9
1-5	2	0	15	1	11	2	52	13	3	5	104
5-10	0	0	7	0	5	0	12	3	0	4	31
10-20	0	1	2	1	2	1	8	5	1	1	22
20-50	0	0	0	0	5	0	4	0	1	0	10
50-100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
100-200	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
>200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
TOTAL DUEÑO	2	1	26	2	23	4	81	24	6	12	181
% PREDIAL DEL TOTAL DUEÑO	1%	1%	14%	1%	13%	2%	45%	13%	3%	7%	100%
SUPERFICIE TOTAL DUEÑO (HÁ)	7	12	111	19	241	14	715	113	747	192	2.170
% SUPERF DEL TOTAL DUEÑO	0%	1%	5%	1%	11%	1%	33%	5%	34%	9%	100%
PROMEDIO SUP.(HÁ/PREDIO)	3	12	4	10	10	4	9	5	124	16	12

Estudio de Adaptación a la Restricción de Recursos Hídricos en Chile
ODEPA

RANGO (HÁ)	ARANDANO	NARANJO	DURAZNO	LIMON	NOGAL	OLIVO	PALTA	UVA MESA	UVA VINIFERA	OTROS	TOTAL
TOTAL GENERAL											
0-1	0	0	3	0	1	3	4	6	0	1	18
1-5	3	2	28	1	19	7	65	32	3	9	169
5-10	2	0	10	1	11	0	20	16	1	6	67
10-20	2	1	10	2	7	1	17	11	5	1	57
20-50	0	1	1	0	6	0	14	7	3	3	35
50-100	0	0	0	2	2	1	7	0	0	2	14
100-200	0	0	0	0	0	1	5	0	1	2	9
>200	0	0	0	0	1	0	3	0	5	0	9
TOTAL GENERAL	7	4	52	6	47	13	135	72	18	24	378
% DEL TOTAL GRAL	2%	1%	14%	2%	12%	3%	36%	19%	5%	6%	100%
SUPERFICIE TOTAL (HÁ) GRAL	57	44	294	166	1.802	175	3.355	511	2.394	578	9.374
% SUPERF DEL TOTAL GRAL	1%	0%	3%	2%	19%	2%	36%	5%	26%	6%	100%
PROMEDIO SUP.(HÁ/PREDIO)	8	11	6	28	38	13	25	7	133	24	25

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores.

En términos agregados, el 52% de los encuestados (197 personas) es administrador del predio, y están a cargo 37 hectáreas de promedio de superficie, con lo que disponen del 77% de la superficie total cultivada declarada en la encuesta (es decir, 7.205 hectáreas de las 9.374 hectáreas totales de la muestra). Se concentran en términos absolutos en las especies palto (2.640 hectáreas y 54 predios), uva vinífera (1.647 hectáreas y 12 predios) y nogal (1.561 hectáreas y 24 predios). De los 197 administradores que están a cargo de predios en la muestra, un 33% trabaja en predios de entre uno a menos de cinco hectáreas, un 7% administra predios de más de 100 hectáreas y un 5% gestiona unidades de menos de 1 hectárea.

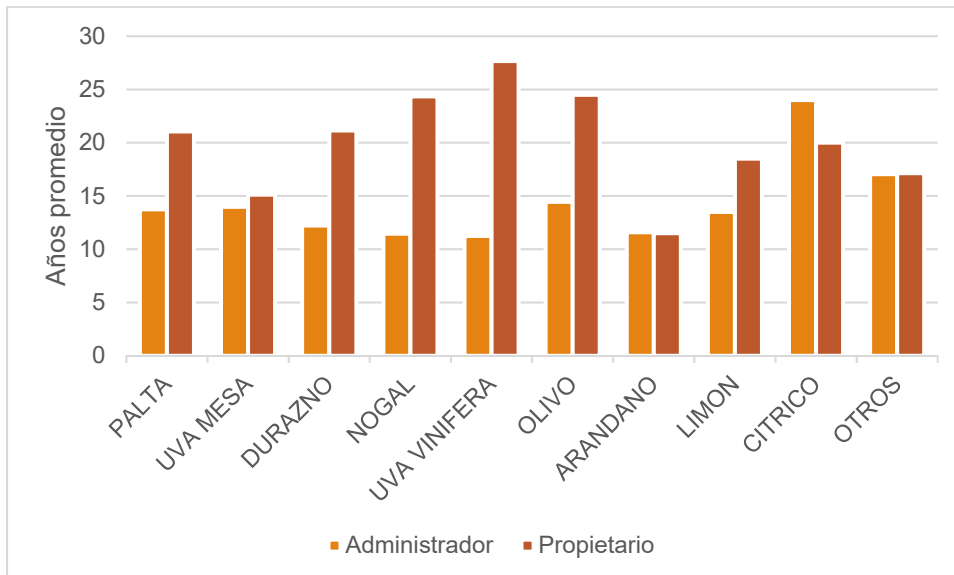
Por su parte los dueños, están a cargo de 181 predios de 12 hectáreas de promedio de superficie, con lo que gestionan el 23% de la superficie total cultivada. Se concentran en términos absolutos de superficie en las especies uva vinífera (747 hectáreas y seis predios), palto (715 hectáreas y 81 predios) y nogal (241 hectáreas y 23 predios). De todos los dueños de predios en la muestra, un 57% trabaja en predios de entre uno a menos de cinco hectáreas, un 2% cultiva predios de más de 100 hectáreas y un 5% gestiona unidades de menos de 1 hectárea.

De esta manera, en términos relativos, se aprecia que, para todas las especies principales, los administradores están a cargo de un mayor número de hectáreas cultivadas por predio, comparado con los dueños, pero no necesariamente en número de predios. En el caso de la palta dicha la relación es de 2.640 hectáreas (54 predios administrados) versus 715 hectáreas (81 predios de dueños), lo cual da una relación de 3,7 hectáreas de palta gestionadas por administradores por cada hectárea de palta gestionada por los dueños. En la uva de mesa, nogal y durazno la relación de hectáreas gestionadas por administradores por cada hectárea gestionada por los propios dueños es de 1,8, 1,6, y 6,2, respectivamente.

Identificación del Entrevistado y del predio

En relación al tiempo promedio desde cuando son propietarios o administradores del predio, el siguiente gráfico presente su distribución según principal especie cultivada en la última temporada agrícola.

Gráfico 33. Tiempo que es propietario o administra el predio.

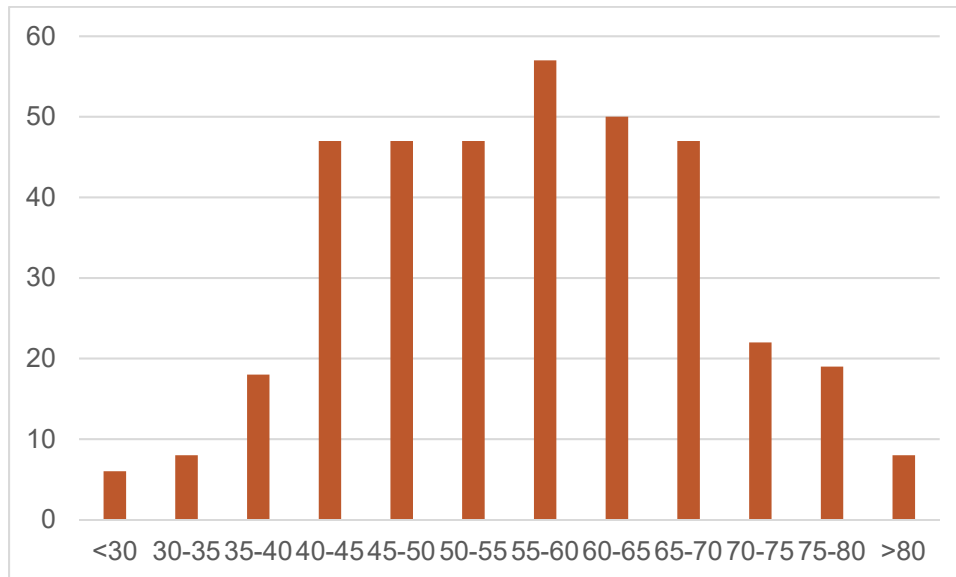


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En promedio, los encuestados propietarios que cultivan uva vinífera poseen el mayor tiempo de propietarios con 28 años, en contraste con los encuestados que cultivan arándano, que tienen solo 12 años. Como administradores, los encuestados que cultivan uva de mesa, olivo, limón y palta tienen 14 años en promedio de administración del predio. De manera agregada, los administradores están a cargo del predio 13,5 años en promedio, mientras que los dueños tienen 20,6 años de propiedad de la unidad territorial.

En cuanto a la distribución etaria de los encuestados se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 34. Histograma edad encuestados.

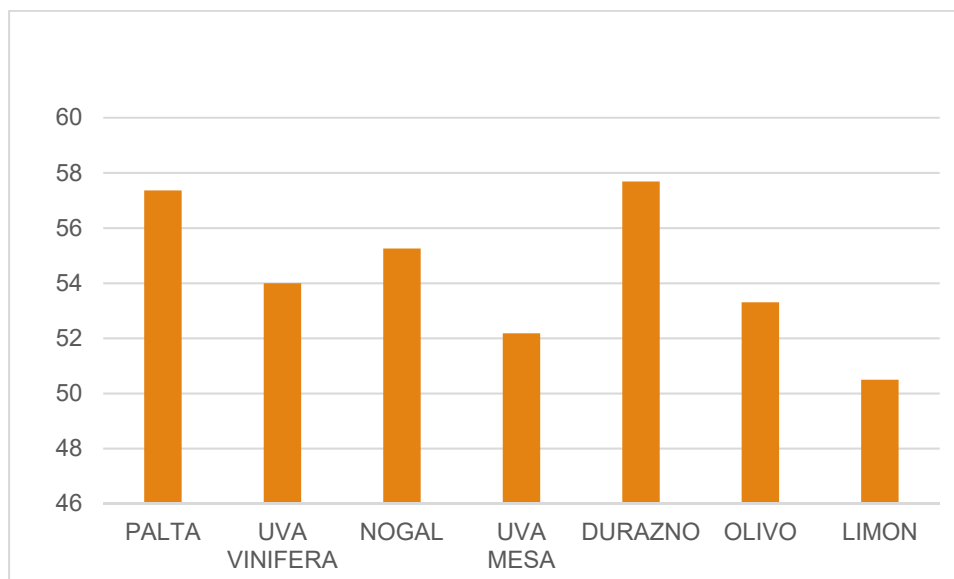


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

La mayor parte de los encuestados se encuentra entre los tramos de 40-45 años a 65-70 años, concentrando al 78% de los encuestados. El tramo con mayor representación en la muestra es el de 55-60 años, agrupando al 15% de la muestra, lo cual coincide con el promedio general (55,6 años), dada la distribución simétrica de la variable.

En cuanto a la edad promedio de los encuestados, distribuida por cultivo, se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 35. Edad promedio del encuestado por tipo de especie.



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

El promedio general es de 55,6 años, y el mayor promedio, para las principales especies, se presenta entre los agricultores que cultivan el durazno (57,7) y la palta (57,4), mientras que los agricultores que cultivan el limón y la uva vinífera poseen las menores edades promedio, con 50,5 y 52,2 años, respectivamente.

En cuanto a la edad promedio por clase de superficie, la siguiente tabla presenta el desglose correspondiente.

Tabla 61. Edad promedio por clase de superficie.

clase	Administrador	Propietario	General
0 a 1	54	61	58
>1 a 5	54	60	58
>5 a 10	50	62	56
>10 a 30	51	61	55
>30 a 100	45	62	50
Más de 100	46	55	48
Total	51	61	56

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que, en general, a medida que aumenta la superficie de los predios disminuye la edad promedio de la persona a cargo. En los predios de más de 100 hectáreas esta edad promedio es de 48 años, mientras que en las unidades de menos de una hectárea la edad

promedio alcanza los 58 años. Por su parte, los administradores son más jóvenes en todos los rangos de superficie predial.

Ahora bien, al cruzar la edad de los encuestados de acuerdo al nivel educacional, ya sea administrador o dueño, la siguiente tabla presenta los promedios para cada nivel.

Tabla 62. Edad promedio de agricultores y superficie promedio cultivada según nivel educacional y tipo de gestión en el predio.

Tipo	Número	Promedio edad	Promedio Superficie Cultivada
Administrador	197	50,919	36,6
Básica incompleta	14	57,3	9,2
Básica completa	19	56,0	11,8
Media incompleta	11	55,2	4,5
Media completa	43	53,1	16,2
Técnica o universitaria incompleta	19	48,6	24,0
Técnica o universitaria completa	89	47,7	58,3
Postítulo/Postgrado completo	2	50,5	231,0
Propietario	181	60,7	12,0
Sin estudios	3	71,7	2,7
Básica incompleta	32	65,2	5,2
Básica completa	29	60,6	5,1
Media incompleta	20	60,3	3,5
Media completa	29	59,7	5,4
Técnica o universitaria incompleta	15	60,7	17,0
Técnica o universitaria completa	46	56,6	13,4
Postítulo/Postgrado incompleto	1	63,0	700,0
Postítulo/Postgrado completo	6	67,7	8,5
Total general	378	55,6	24,8
Sin estudios	3	71,7	2,7
Básica incompleta	46	62,8	6,4
Básica completa	48	58,8	7,7
Media incompleta	31	58,5	3,9
Media completa	72	55,8	11,8
Técnica o universitaria incompleta	34	53,9	20,9
Técnica o universitaria completa	135	50,7	43,0
Postítulo/Postgrado incompleto	1	63,0	700,0
Postítulo/Postgrado completo	8	63,4	64,1

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

En términos generales, un 66% de los encuestados (250 personas) ha terminado al menos la enseñanza media, desagregados en un 35,7% de los encuestados que ha alcanzado un nivel de educación técnico o universitario completa (135 casos), un 9% con estudios universitarios o técnicos incompletos (34 casos), y un 2,4% posee estudio de posgrado finalizados o incompletos (9 en total). El restante 19% solo finalizó la enseñanza media (72 casos).

Del 35,7% de los encuestados en la muestra que alcanzaron la educación universitaria o técnica completa, el 66% (89 personas) son administradores y el restante 34% (46 personas) son dueños del predio. Esta tendencia es similar para el nivel de enseñanza media completa, en donde del 19% de todos los encuestados que alcanzaron ese nivel en la muestra, el 60% (43 personas) son administradores y el 40% (29 personas) son dueños.

También se manifiesta esta disposición en el nivel educación universitaria o técnica incompleta, donde del 9% de encuestados de la muestra que alcanzaron este nivel, el 56% (19 personas) son administradores y el restante 44% (15 personas) son dueños. En el resto de los niveles educacionales, existe una mayor proporción de dueños de los predios.

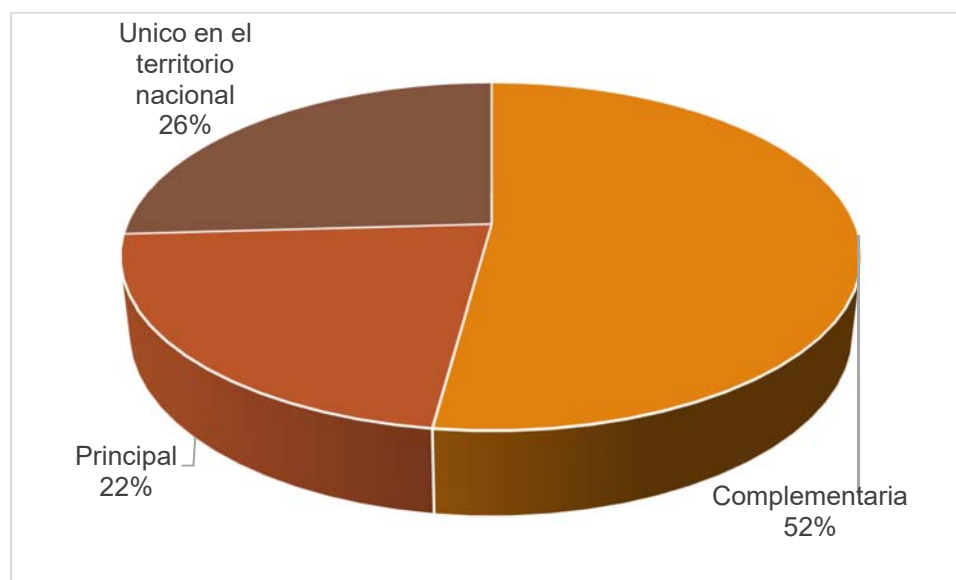
En cuanto a la edad, el promedio de los administradores es menor en casi 10 años a la edad de los propietarios (50,9 versus 60,7), quienes administran en promedio 36,6 hectáreas versus las 12 hectáreas administradas por los dueños del predio.

Dentro de los administradores, aquellos que poseen educación básica incompleta (14 casos) son los que poseen mayor edad promedio (57,3 años) y administran en promedio 9,2 hectáreas. Quienes poseen educación universitaria o técnica completa (89 casos), tienen la menor edad promedio, con 47,7 años, administrando en promedio 58,3 hectáreas.

En el caso de los dueños, aquellos que no poseen estudios (solo tres casos) son los que poseen mayor edad promedio (71,7 años) y administran en promedio 2,7 hectáreas. Quienes poseen educación universitaria o técnica completa (46 casos), tienen la menor edad promedio, con 56,6 años, administrando en promedio 13,4 hectáreas.

En relación a la situación del predio, respecto a la posesión de otras unidades territoriales en la generación de los ingresos para el propietario, el gráfico 36 presenta la distribución de categorías entre los encuestados.

Gráfico 36. Situación general del predio desde el punto de vista de los ingresos generados a los dueños



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que en un 52% de los casos, el predio aporta ingresos de manera complementaria, es decir, hay otro predio que es el principal y que genera la mayor parte de los ingresos), mientras que en las otras dos categorías la distribución es similar entre ellas, con un 26% de situación única en la región (es decir, es la única propiedad que posee el encuestado que le genera ingresos), y un 22% en que el predio no es único, pero es el que aporta los mayores ingresos (predio principal).

Tabla 63. Situación del predio desde el punto de vista de los ingresos generados a los dueños, según adopción de medidas de adaptación.

Situación del predio	No	Si	(en blanco)	Total general
Complementario	46 (23%)	107 (54%)	44 (22%)	197 (100%)
Principal	11 (13%)	47 (56%)	25 (30%)	83 (100%)
Único en la región	26 (26%)	39 (39%)	33 (33%)	98 (100%)
Total general	83 (21%)	193 (51%)	102 (26%)	378 (100%)

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

De ese 52% en que el predio aporta ingresos de manera complementaria (197 casos), 107 adoptaron medidas de adaptación para abordar el problema de disponibilidad de agua para el riego. En el caso de aquellos en que el predio es la única propiedad que posee el encuestado que le genera ingresos, de los 83 encuestados que pertenecen a esa categoría, 47 adoptaron medidas de adaptación,

En la siguiente tabla se presenta la situación del predio (si es complementario, es el principal o es único en la región) según el tamaño de predio.

Tabla 64. Situación del predio según su tamaño.

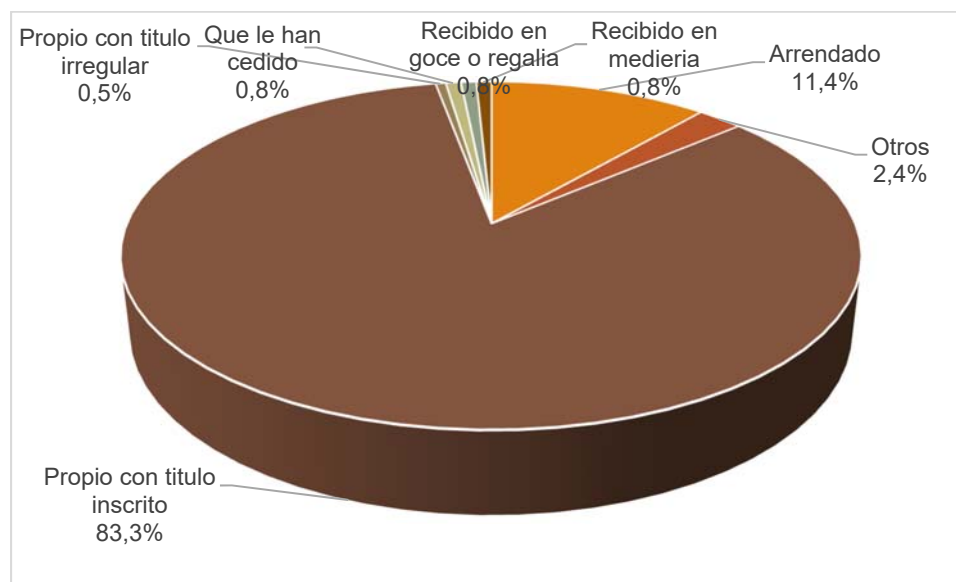
Superficie (ha)	Complementario	Principal	Único en la Región	Total
0 a 1	71.1%	8.9%	20.0%	45
>1 a 5	52.7%	20.6%	26.7%	131
>5 a 10	43.5%	18.8%	37.7%	69
>10 a 30	50.6%	29.6%	19.8%	81
>30 a 100	48.4%	29.0%	22.6%	31
mas de 100	47.6%	28.6%	23.8%	21
Total de predios	52.1%	22.0%	25.9%	378

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que los predios más pequeños tienden a ser complementarios en una mayor proporción, con la excepción del grupo entre 5 y 10 ha que concentra la mayor proporción en la situación de únicos en la región.

En cuanto a la forma de tenencia del predio, el siguiente gráfico presenta su distribución.

Gráfico 37. Forma de tenencia del predio



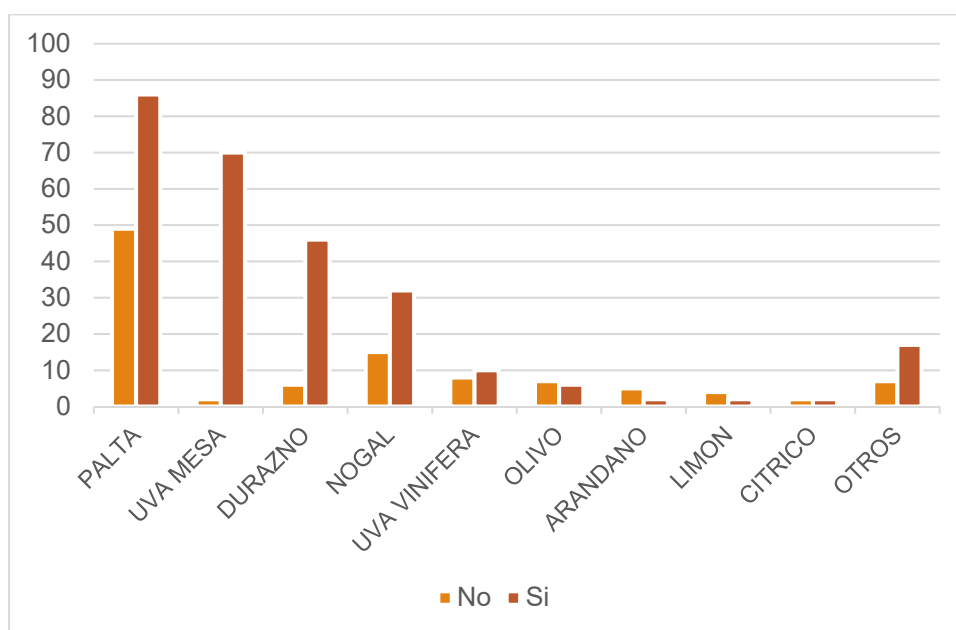
Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

La mayoría de los encuestados declaró que el predio es propio con título inscrito (83,3%), y un 11,4% señaló que el predio era arrendado. Que le hayan cedido el predio alcanzó el 0,8% de las menciones, al igual que recibido en mediería, y en goce o regalía. Propietario

con título irregular alcanzó un 0,5% de las menciones, mientras que otros casos no clasificados en los niveles de las preguntas son del orden del 2,4%. Lo anterior revela la significativa sanidad que existe en la definición de propiedad el predio, en donde más del 90% de la muestra posee regularidad en la posesión.

En cuanto a la participación colectiva, el 72% de los encuestados (273 personas) declara pertenecer a alguna organización de agricultores, ya sea cooperativa de riego, asociación de canalistas u otra similar. De ellos, la desagregación por tipo de cultivo se presenta en el gráfico siguiente.

Gráfico 38. Pertenencia del encuestado a organización de agricultores por cultivo de especie.

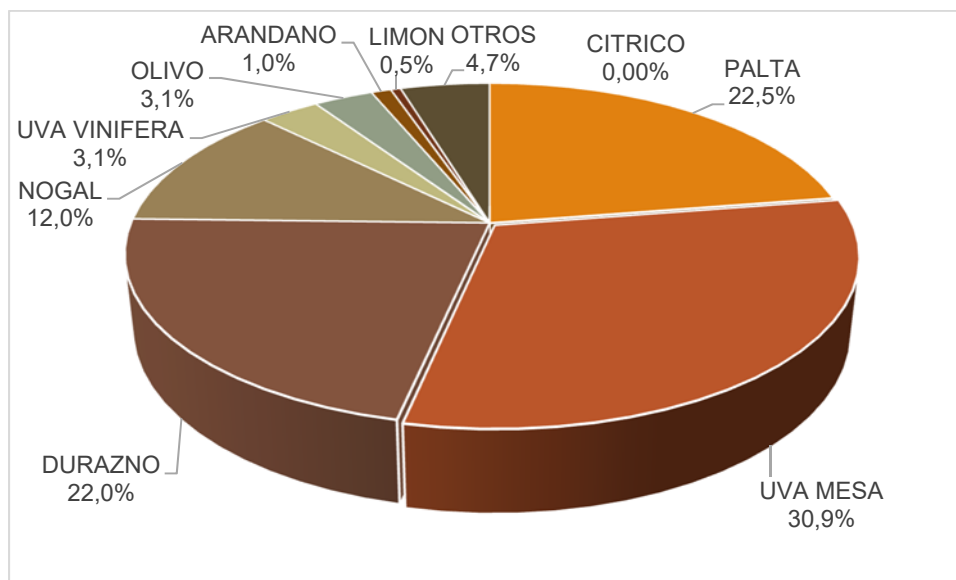


Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

De todos quienes señalan participar en organizaciones de agricultores, los predios que cultivan palta presenta el mayor nivel de participación, con un 32% de los encuestados, equivalente a 86 encuestados, seguidos de uva de mesa con un 26%, con 70 encuestados. Quienes cultivan nogal y durazno poseen niveles de participación respecto al total de participantes de un 12 y 17%, respectivamente, con 32 y 46 encuestados, respectivamente. En el resto de las especies graficadas, la participación de los agricultores en organizaciones es de un 8% de manera agregada, mientras que las especies menores es de un 6% con respecto al total de participantes.

Por otro lado, de los 273 encuestados que pertenecen a alguna organización, el 73% señaló que lo ha beneficiado estar en dicha organización, equivalente a 191 encuestados, mientras que el restante 27% declaró lo contrario (74 encuestados). El siguiente gráfico presenta la distribución por las principales especies respecto a la percepción de utilidad de la pertenencia a organizaciones de agricultores.

Gráfico 39. Pertenencia a organización por cultivo de especie



Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que de los 191 encuestados que señalaron que las ha beneficiado pertenecer a alguna organización, el 30,9% cultiva uva de mesa, el 22,5% de la palta y el 22% del durazno.

En cuanto a si los encuestados tienen o han tenido alguna asesoría técnica u otras capacitaciones, asociadas a las medidas de adaptación, el 49% declara que si ha recibido. En la tabla 65 a continuación se presenta la distribución por especie cultivada de aquellos administradores/propietarios que han recibido la asesoría, y en relación al total de quienes reciben la asesoría. Entre paréntesis está el porcentaje dentro de la especie.

Tabla 65. Recibe asesoría por cultivo de especie y dentro del total

Especie	No	Si	Total	Porcentaje que sí recibe asesoría
Palta	78 (58%)	57 (43%)	135 (100%)	31%
Uva mesa	18 (25%)	54 (75%)	72 (100%)	29%
Durazno	20 (39%)	32 (62%)	52 (100%)	17%
Nogal	28 (60%)	19 (41%)	47 (100%)	10%
Uva vinífera	12 (67%)	6 (34%)	18 (100%)	3%
Olivo	8 (62%)	5 (39%)	13 (100%)	3%
Arándano	5 (72%)	2 (29%)	7 (100%)	1%
Limón	4 (67%)	2 (34%)	6 (100%)	1%
Cítricos	1 (25%)	3 (75%)	4 (100%)	2%
Otros	20 (84%)	4 (17%)	24 (100%)	2%
Total general	194 (52%)	184 (49%)	378 (100%)	100%

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Dentro de cada cultivo, los agricultores de uva de mesa y los cítricos presentan los mayores niveles de recepción de capacitaciones o asesorías, con un 75% cada una. Es decir, de los 72 agricultores de uva frutícola, 54 tiene o han tenido alguna asesoría técnica u otras capacitaciones, mientras que, en el caso de los cítricos, tres de los cuatro agricultores también las reciben. Las menores tasas de recepción de asesorías o capacitaciones son para arándano (29%, dos agricultores de 7), uva vinícola (33% y seis agricultores de 18) y limón (33%, dos agricultores de 6).

Por otro lado, los agricultores que cultivan palta representan el 31% de todos los encuestados que, si han recibido la asesoría, seguidos por quienes cultiven la uva de mesa con un 29%. Durazno y nogal, aportan cada uno con un 17% y 10%, respectivamente.

De acuerdo a los datos disponibles, la principal entidad que apoya es INDAP, con un 42% de menciones de entre todas las instituciones consultadas, seguida de CORFO (14%) y el SAG (10%). La siguiente tabla presenta el número de menciones de entidades públicas que han apoyado a los agricultores, de acuerdo a la especie que cultivan de modo principal. Dado que podían mencionar más de una entidad, la cantidad excede al número total de encuestados.

Tabla 66. Número de menciones de entidades que han apoyado a los agricultores

Especie	CORFO	INDAP	SAG	CNR	SERCOTEC	FOSIS	OTRAS
Palta	10	40	6	0	0	2	24
Uva mesa	16	30	8	1	1	4	17
Durazno	6	20	7	2	5	0	10
Nogal	2	12	3	0	2	0	8
Uva vinífera	2	5	2	0	0	0	5
Olivo	0	5	0	0	0	0	0
Arándano	1	0	0	0	0	0	3
Limón	1	0	0	1	0	0	2
Cítrico	0	2	0	0	0	0	2
Otros	1	2	1	0	0	0	2
Total general	39	116	27	4	8	6	73

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Existieron diferentes menciones a entidades diferentes a los niveles presentados, tales como INIA, FIA, Banco Estado, entidades particulares privadas, etc. Si se desagrega a las tres entidades más mencionadas por tipo de cultivos se observó que, de los 116 encuestados que señalaron a INDAP como una de las entidades que los apoya o les ha entregado asesorías, el 35% cultiva la palta, el 26% la uva de mesa, el 17% durazno y el 10% nogal. La uva vinífera y el olivo son mencionados en un 4% por los agricultores de ambas especies, respectivamente. Igualmente, todos los encuestados que cultivan cítricos y el resto de las otras especies y que mencionaron al INDAP como entidad que los apoyó, alcanzan de manera agregada el 4%.

De los 39 encuestados que señalaron a CORFO como una de las entidades que los apoya o les ha entregado asesorías, el 41% cultiva la uva de mesa, el 26% la palta y el 15% el durazno. El nogal y la uva vinífera reciben el 5% de las menciones cada una. Los encuestados que cultivan el resto de las otras especies y que mencionaron a CORFO como entidad que los apoyo, alcanzan al 8%.

De los 27 encuestados que señalaron a SAG como una de las entidades que los apoya o les ha entregado asesorías, el 30% cultiva la uva de mesa, el 26% el durazno y el 22% la palta. El nogal recibe el 11% de las menciones. Los encuestados que cultivan el resto de las otras especies y que mencionaron al SAG como entidad que los apoyo, alcanzan al 4%.

En cuanto al tipo de riego utilizado por los agricultores de la muestra, la siguiente tabla presenta su distribución de acuerdo a la superficie por clase.

Tabla 67. Número de agricultores que utilizan sistema de riego por rango de superficie

Rango (há)	Aspersión tradicional	Carrete o Pivote	Goteo y cinta	Microaspersión y microjet	Otro tradicional	Surco	Tendido	Total
0 a 1	0	0	10	0	0	4	4	18
>1 a 5	18	16	80	5	2	17	31	169
>5 a 10	9	2	44	0	1	1	10	67
>10 a 30	8	10	49	2	0	3	6	78
>30 a 100	3	2	15	5	0	1	2	28
más de 100	2	2	11	0	0	1	2	18
Total	40	32	209	12	3	27	55	378

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que el tipo más utilizado de riego es la categoría goteo y cinta, utilizado por el 55% de los agricultores de la muestra (209 personas), seguido por el riego tendido que es usado por el 15% del total de agricultores (55 personas). La categoría riego por goteo y cinta es además el que se utiliza con mayor frecuencia dentro cada rango de superficie. En efecto, dicho tipo de riego explica en todas las clases más del 50% de utilización, excepto en el nivel de agricultores que cultivan entre uno y cinco hectáreas, en donde el goteo y cinta tiene una participación del 47%. En este rango de clase destacan igualmente los tipos de riego tendido (18% de la clase), aspersión tradicional (11%), surco (10%), y carrete o pivote (9%).

En cuanto a la cobertura del tipo de riego en cada predio según especie y superficie total, la siguiente tabla presenta su distribución, considerando las principales escogidas de acuerdo al criterio señalado al principio de la sección.

Tabla 68. Superficie total (hectáreas) por tipo de riego y por especie

Espece	Aspersión tradicional	Carrete o Pivote	Goteo y cinta	Microaspersión y microjet	Otro tradicional	Surco	Tendido	Total
Palta	964	19	1.502	251	13	336	206	3.290
Uva mesa	0	0	73	0	0	16	12	101
Durazno	5	8	96	0	0	24	15	146
Nogal	172	3	138	0	0	1	0	313
Uva vinífera	240	0	1.122	0	0	0	706	2.067
Olivo	0	150	9	0	0	0	15	173
Arándano	0	0	19	0	0	0	38	57
Limón	0	16	62	80	0	0	3	161
Cítrico	0	0	12	0	0	0	0	12
Otros	77	443	2.224	4	0	49	259	3.056
Total	1.456	638	5.255	334	13	425	1.253	9.374

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se aprecia que el riego por goteo y cinta abarca la mayor superficie agregada total, destacando dentro de ese sistema las plantaciones de paltos y uva vinífera, con 1.502 y 1.122 hectáreas, respectivamente. Estas representan el 29% y 21%, respectivamente, del total de hectáreas regadas por ese sistema, y dentro de la especie, el 45%, y 54%, respectivamente. Otro sistema de riego que destaca en las respuestas es la aspersión tradicional, en donde los paltos explican el 66% del total de hectáreas regadas mediante dicho sistema. También el tendido destaca como tipo de riego utilizado, el cual es aplicado de manera importante por los agricultores de uva vinífera, con 706 hectáreas bajo riego, explicando el 67% del total de hectáreas regadas por ese sistema. El tipo de riego tradicional por surco u otro tipo solo es relevante en la palta, explicando el 79% de las hectáreas totales regadas por surco.

Si se considera la distribución de los tipos de riego por tamaño del predio, la siguiente tabla presenta su distribución respectiva.

Tabla 69. Tipo de riego por rango de superficie (hectáreas)

Tipo de riego	0 a 1	>1 a 5	>5 a 10	>10 a 30	>30 a 100	mas de 100	Total
Aspersión tradicional	1	55	31	129	151	1,090	1,456
Carrete o Pivote		37	26	151	195	230	638
Goteo y cinta	25	150	311	719	654	3,397	5,255
Microaspersión y microje		8	14	17	216	80	334
Surco	3	37	8	40	37	300	425
Tendido	10	70	38	104	131	900	1,253
Otro tradicional	1	3	9				13
Total	40	359	436	1,159	1,384	5,997	9,374

Fuente: Elaboración propia, basado en encuesta aplicada a agricultores

Se observa que en predios grandes todavía hay una superficie relevante regada por métodos tradicionales. En promedio, 56% de la superficie de la muestra se tiene un tipo de riego en la categoría goteo o cinta. Se aprecia también que la clase de 5 a 10 ha tiene la mayor proporción en riego por goteo o cinta y en cambio la categoría entre uno y cinco ha tiene la menor proporción.