



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Economía Agraria

Estudio superficie potencial de riego en el Norte de Chile y disposición de pago en el marco del proyecto Aquatacama

Profesor: Esteban Taha Hinojosa

Ayudante: Maximiliano Peña Méndez

Fecha: 06 de Marzo del 2020

Índice

1	Resumen Ejecutivo	3
2	Introducción	4
3	Metodología	5
4	Resultados	6
5	Consideraciones:	9
6	Anexo Cuadro 1	10
7	Anexo Cuadro 2	11
8	Anexo Cuadro 3	12
9	Referencias	13

1 Resumen Ejecutivo

El proyecto Aquatacama propone la captación de agua en la desembocadura de algunos ríos sureños, como el Maule y Bío Bío, para llevarla subacuáticamente hasta el norte de Chile, específicamente desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Arica y Parinacota. El objetivo del proyecto es satisfacer la totalidad de la demanda hídrica de las regiones beneficiarias en un contexto nacional de escasez hídrica. Principalmente, el proyecto se enfoca en la agricultura y el potencial de incrementar la superficie agrícola en el norte.

El presente informe se basa en los estudios: “Diagnóstico de la demanda hídrica en el Norte de Chile” (CNR, 2013) y “Evaluación de proyecto de una carretera Hídrica Nacional -Fase 1: Inventario de la Oferta y Demanda de Agua a lo Largo de la Geografía Chilena” (CORFO, 2019). A partir de éstos, se determinó una adición potencial de hectáreas a la matriz de cultivos si hubiera agua para regarlas, en escenarios de precio creciente del agua de 0 a 1USD/m³. Es decir, se determinó la demanda potencial con capacidad a pago para diferentes escenarios de precio del agua en destino. En todos los casos, se consideró un portafolio de cultivos en base a la distribución actual en los territorios, dejando un cinco por ciento de superficie para cultivos innovadores o inexistentes en la zona, que por su alto valor añadido tendrían una mayor capacidad de pago del agua (tal es el caso de las flores y la papa, considerados en el estudio CNR, 2013).

Extrapolando los resultados del estudio “Efectos económicos y fiscales del Proyecto Aquatacama” (Ortega, 2020), se proyectó la sensibilidad al precio del agua en destino de los efectos sociales, económicos y fiscales de regar efectivamente las hectáreas evidenciadas con potencial agrícola. Los resultados se resumen en el cuadro a continuación, dando cuenta del potencial efecto del desarrollo de la agricultura en el Norte Chico y Norte Grande en el desarrollo económico y social del país.

Precio del Agua m³ en dólar	Adición de hectáreas total	Empleos agrícolas	PIB agrícola miles millones \$	PIB total miles millones \$	PIB Total MUSD @770 CLP/USD	Ingresos fiscales anuales recurrentes MUSD	Valor presente ingresos fiscales MUSD
0,00	878 968	1 253 790	3 617	17 325	22 500	4 498	170 971
0,25	750 761	1 070 911	3 089	14 798	19 218	3 842	146 033
0,50	682 556	973 621	2 809	13 454	17 472	3 493	132 767
0,75	494 350	705 158	2 034	9 744	12 655	2 530	96 158
1,00	366 148	522 286	1 507	7 217	9 373	1 874	71 221

2 Introducción

El proyecto Aquatacama propone la captación de aguas en la desembocadura de ríos del sur de Chile y subacuáticamente transportarlas hasta el norte de Chile, específicamente desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Arica y Parinacota. El objetivo propuesto de este proyecto es satisfacer la totalidad de la demanda hídrica para uso principalmente agrícola de las regiones norte de Chile anteriormente mencionadas.

Particularmente, este informe tiene como objetivo determinar la disposición a pagar por m^3 de agua del sector agrícola, para distintos cultivos seleccionados de las regiones del norte de Chile, sensibilizando una matriz de hectáreas adicionales de cultivos (que se generaría por el impacto del proyecto según estudios anteriores) a diversos escenarios de incremento en los precios de agua por m^3 .

3 Metodología

Para determinar el portafolio de cultivos se eligieron las especies con mayor participación en la superficie frutícola y hortícola relativa a cada región según el “Catastro Frutícola 2017” (ODEPA, 2017) y la “Estimación preliminar de superficie cultivada con hortalizas a nivel nacional 2013” (CIREN, 2013). Las especies seleccionadas fueron: Naranja, Mandarino, Palto, Arándano, Uva de mesa, Nogales, Olivo, Limón, Alcachofa, Tomate. Además fueron seleccionados aquellos cultivos, que según estudios anteriores puedan tener aptitud agrícola en los territorios comprendidos y disposición de pago por agua según su estructura interna de costos.

Para determinar la disposición de pago de los cultivos seleccionados se actualizaron los flujos de caja de estudios anteriores (CNR, 2013) o bien se utilizaron flujos actualizadas por estudios recientes (CORFO, 2019). Los datos fueron actualizados según las fichas económicas técnicas de la ODEPA 2016-2017, por precios promedios de exportación y dólar correspondientes a las mismas fechas. Estas correspondían para el caso de todos los cultivos y estudios a las fichas más actualizadas en común. Luego, según la demanda hídrica de cada cultivo se determinó un precio del m³ del agua que según la estructura interna de costo de cada cultivo se obtenía un VAN igual a cero, considerando ese precio del agua como la disposición máxima a pagar por cada cultivo.

Una vez obtenido el punto de equilibrio de cada cultivo para el precio del agua, se utilizó una matriz de adición de superficie agrícola en un contexto de oferta de la totalidad de la necesidad hídrica para aquellas superficies que cuentan con aptitud agrícola y condiciones climáticas en un escenario optimista y conservador (CORFO, 2019). De acuerdo a este estudio, la adición de superficies para el año 2050 en un escenario optimista correspondería a 878.968 hectáreas, mientras que en un escenario conservador sería solo de 366.148 hectáreas. Los escenarios conservador y optimista fueron comparados con diversos precios de m³ del agua (desde 0 a 1 dólar), para construir una matriz de adición de superficie que iría de 878.968 a 366.148 hectáreas correspondientemente, identificando los cultivos que posiblemente se adicionarían en estos escenarios de acuerdo a la disposición a pagar.

Finalmente se extrapolaron los resultados del estudio “Efectos económicos y fiscales del Proyecto Aquatacama” (Ortega, 2020), para determinar los impactos económicos entre los escenarios conservador y optimista para el portafolio de cultivos.

4 Resultados

Del análisis del Catastro Frutícola 2017 y Estimación preliminar de superficie cultivada con especies mayores, menores y hortalizas a nivel nacional 2013 ver Cuadro 1, 2 y 3 de Anexos se determinaron los cultivos con mayor participación según superficie y criterios económicos de disposición a pagar por agua. Se incluyeron los cultivos de papas y flores, aunque en baja superficie (al no tener superficies significativas en el portafolio de cultivos actual), pero considerados debido a que estudios anteriores evidencian su potencial (CNR, 2013).

El siguiente cuadro muestra el portafolio de cultivos observado por región, de acuerdo al análisis realizado:

4.1 Portafolio de cultivos por región

Región	Cultivos frutícolas y hortícolas
XV	Naranja, Olivo, Flores, Papas, Tomate
I	Naranja, Flores, Papas, Tomate
II	-----
III	Olivo, Uva de mesa, Flores, Papas, Tomate
IV	Mandarino, Palto, Arándano, Uva de mesa, Olivo, Flores, Papas, Limón, Alcachofa
V	Mandarino, Palto, Arándano, Uva de mesa, Nogal, Flores, Papas

Destaca del cuadro que en la II región la superficie agrícola es marginal, sin embargo, en los escenarios hipotéticos de contar con el proyecto realizado se considerará un aumento en la superficie agrícola de esta región.

A continuación, se determinará la disposición máxima a pagar por m³ de agua para cada cultivo según flujos de caja actualizados (CNR, 2013) y flujos de caja de estudios recientes (CORFO, 2019). El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos:

4.2 Disposición máxima de pago por m³ según cultivos

Cultivos	Precio en pesos por m³
Naranja	37
Mandarino	61
Palto	133
Arándano	181
Uva de mesa	187
Nogales	240
Olivo	266
Flores	652
Papas	748
Limón	807
Alcachofa	1164
Tomate	4426

Según la disposición máxima de pago de los distintos cultivos y con la matriz de adición de hectáreas en escenarios optimista y conservador (CORFO, 2019), se realizó un escenario hipotético del portafolio de cultivos adicionados a la matriz, considerando un tipo de cambio de \$672 pesos chilenos por cada dólar (dólar promedio correspondiente a la fecha de los antecedentes considerados). De esta manera, a medida que aumenta el valor del m³ del agua, el escenario optimista va decreciendo en superficie, acercándose al escenario conservador según la adición proyectada en el estudio para el año 2050. En otras palabras, a medida que va aumentando el precio del agua se simulan dos fenómenos simultáneos, se van abandonando los cultivos con menor capacidad de pago y va disminuyendo la superficie agrícola total proyectada.

Además se extrapoló de estudios anteriores (Ortega, 2020), para determinar parámetros económicos como el PIB ante distintos escenarios.

4.3 Matriz adición de hectáreas

Precio del Agua m ³ en dólares y pesos chilenos	Cultivos	Adición de hectáreas por región		PIB total en miles de millones de pesos
0,00 / 0	Naranja, Mandarino, Palto, Arándano, Uva de mesa, Nogales, Olivo, Flores, Papas, Limón, Alcachofa, Tomate	XV	57.095	
		I	26.842	
		II	48.543	
		III	403.756	
		IV	169.196	
		V	173.537	
		Total	878.968	\$17.325
0,25 / 168	Arándano, Uva de mesa, Nogales, Olivo, Flores, Papas, Limón, Alcachofa, Tomate	XV	52.838	
		I	21.158	
		II	38.887	
		III	326.801	
		IV	139.106	
		V	171.971	
		Total	750.761	\$14.798
0,50 / 336	Flores, Papas, Limón, Alcachofa, Tomate	XV	48.582	
		I	15.474	
		II	29.231	
		III	249.847	
		IV	109.017	
		V	170.405	
		Total	682.556	\$13.754
0,75 / 504	Flores, Papas, Limón, Alcachofa, Tomate	XV	44.326	
		I	9.790	
		II	19.575	
		III	172.893	
		IV	78.927	
		V	168.839	
		Total	494.350	\$9.744
1,00 / 672	Papas, Limón, Alcachofa, Tomate	XV	40.070	
		I	4.106	
		II	9.920	
		III	95.939	
		IV	48.838	
		V	167.273	
		Total	366.148	\$7.217

Se puede apreciar que en los niveles más elevados del precio del agua, los cultivos con mayor capacidad de pago son siempre rentables (papas, limón, alcachofa y tomate).

5 Consideraciones:

Es posible que los flujos de caja de algunas especies puedan estar subestimados, de manera que afectaría los resultados. Sin embargo, como se explicó en la metodología, se optó por actualizar los flujos de caja de estudios anteriores de manera de continuar con el trabajo previamente realizado.

Los resultados de este informe son una primera aproximación y preliminar del potencial desarrollo agrícola que una mayor disponibilidad de agua podría generar en el norte de Chile. Es necesario afinar las estimaciones futuras con información más específica y parámetros técnicos más locales.

6 Anexo Cuadro 1

SUPERFICIE FRUTÍCOLA POR REGIÓN DE ESPECIES MAYORES Hectáreas catastradas

ESPECIES	XV 2016	I 2016	III 2015	IV 2015	V 2017	R.M. 2017	VI 2015	VII 2016	VIII 2016	IX 2016	X 2016	XIV 2016	XI 2016	TOTAL
Almendra	0,01		1,7	1.178,1	1.178,3	3.505,0	2.412,9	50,6	5,8	9,0				8.341,3
Cerezo				24,6	211,7	2.456,2	8.674,7	11.130,3	1.615,8	725,0	44,0	20,5	206,5	25.109,4
Ciruelo europeo			0,1	48,4	141,7	3.161,5	7.776,9	838,6	33,8				0,1	12.001,1
Ciruelo japonés	0,02			7,5	105,0	1.165,8	2.980,0	771,2						5.029,6
Damasco			0,6	263,2	244,2	186,1	56,9		0,6				1,0	752,6
Duraznero consumo fresco	0,03		0,5	23,4	303,6	697,8	967,3	5,6	1,3					1.999,6
Duraznero tipo conservero			0,2	38,5	2.959,9	773,6	5.074,8	311,3	0,9	13,8				9.172,9
Kiwi					95,8	389,0	3.054,4	4.609,3	528,9	14,1		28,1		8.719,6
Limonero	5,12	0,2	36,9	1.244,7	1.657,1	2.797,1	551,7	2,3	0,8	0,7				6.297,0
Manzano rojo	0,02			0,02	102,4	102,5	6.160,4	18.705,9	1.402,9	2.572,7		1,9	3,4	29.052,1
Manzano verde					47,4	32,0	3.082,8	3.362,4	158,3	194,3		6,4	0,9	6.884,4
Membrillo	0,87	0,2	3,7	3,9	23,6	53,5	168,2	59,2	4,5				0,1	317,6
Naranja	37,90	41,8	36,9	1.054,3	1.301,7	2.309,1	1.873,4	3,8	0,1					6.658,9
Nectarino			1,2	4,5	310,1	1.094,7	3.645,2	38,3	7,3					5.101,3
Nogal			4,5	2.466,1	6.786,1	14.120,4	5.527,0	4.367,3	1.744,5	252,6		9,0	0,01	35.277,5
Olivo	790,51		2.314,2	3.719,5	1.020,9	4.544,7	4.276,3	5.133,6	94,7	9,7				21.904,1
Palto	10,47	0,01	155,3	5.024,0	19.134,5	4.493,8	1.223,4	2,8	34,2					30.078,4
Peral asiático						4,2	37,1	51,3	40,6					133,2
Peral	0,27		0,3	42,7	102,7	738,3	4.795,0	2.742,9	98,1	17,1			0,4	8.537,8
Vid de mesa	0,91	1,0	7.746,1	8.721,6	11.190,3	7.971,7	12.363,8	206,9						48.202,2
TOTAL	846,1	43,2	10.302,1	23.865,1	46.917,4	50.597,0	74.701,9	52.393,6	5.773,1	3.809,0	44,0	65,9	212,4	269.570,6
Participación (%)	0,3	0,02	3,8	8,9	17,4	18,8	27,7	19,4	2,1	1,4	0,02	0,02	0,1	100,0

Fuente: ODEPA-CIREN

7 Anexo Cuadro 2

SUPERFICIE FRUTÍCOLA POR REGIÓN DE ESPECIES MENORES Hectáreas catastradas

ESPECIES	XV 2016	I 2016	III 2015	IV 2015	V 2017	R.M. 2017	VI 2015	VII 2016	VIII 2016	IX 2016	X 2016	XIV 2016	XI 2016	TOTAL
Arándano americano	0,02		7,0	297,1	221,0	115,6	972,1	4.749,5	5.173,9	1.853,2	897,3	1.420,6	0,3	15.707,5
Avellano						25,4	25,2	6.586,3	1.218,3	4.433,6	311,4	509,5		13.109,7
Babaco		0,01												0,01
Caqui			0,03		25,3	22,9	29,6	23,5	4,4					105,7
Castaño				335,8			1,1	40,9	783,4	55,1		79,9		1.296,2
Chirimoyo	0,81	0,01	0,3		112,1	6,9								120,1
Cranberry										148,5	101,1	476,1		725,7
Datilera	0,06	0,18												0,2
Fejoa		0,36			1,2	2,0								3,6
Frambuesa					1,0	6,5	36,3	1.215,8	1.493,9	224,5	92,0	116,8		3.186,8
Granado	2,69		305,6	350,6	78,2	56,2	31,4	107,4	29,7					961,7
Grosella											18,4	0,3		18,6
Guayabo	12,95	13,76												26,7
Guindo agrio								6,2	3,2	3,0				12,4
Hardy kiwi						1,4	2,8		9,3					13,5
Higuera	0,15	0,02	1,0	28,9	6,8	47,0	20,1	7,7	0,9					112,6
Jojoba			94,5	10,2										104,7
Kiwi gold					26,5	7,4	321,5	227,6				0,8		583,7
Kumquat		0,01			3,2									3,2
Lima	10,72	54,49	2,0	4,0	12,7	4,8	0,1							88,8
Lúcumo	0,11				35,6									35,7
Mandarino	13,58	0,04	76,7	2.630,50	1.910,2	699,4	522,1	1,0						5.853,5
Mango	76,51	63,46	0,3	0,04				0,5						140,8
Maqui					0,4			0,1			1,1			1,6
Maracuya	20,83					0,1								21,0
Moras cultivadas e híbridos							44,8	1.147,0	398,3	5,1		2,2		1.597,4
Mosqueta									66,0					66,0
Murtilla									0,7	0,7				1,4
Nispero	0,01	0,13	1,1	6,7	19,3	0,1	10,9		0,1					38,2
Nuez de macadamia					0,8									0,8
Papayo	2,08	0,02		127,0	26,0				0,2					155,3
Pecana	5,59			16,4	0,1									22,1
Pistacho			3,1	11,5	48,2	14,4	14,9	4,8						96,9
Plátano	0,08													0,1
Pluots					12,6	181,8	465,9	36,0						696,3
Pomelo	0,10	4,53		5,3	80,0	101,5	70,3							261,7
Sauco												17,7		17,7
Tangelo	1,09	54,89		5,9		4,7	7,8							74,4
Tumbo	0,46													0,5
Tuna	0,58		5,2	89,6	117,1	538,0	25,2	9,3						785,0
Zarzaparrilla negra											0,8			0,8
Zarzaparrilla roja								29,0	13,2	3,0	58,2	13,7		117,2
TOTAL	148,4	191,9	493,7	3.911,0	2.701,6	1.870,0	2.601,3	14.202,7	9.200,3	6.726,9	1.480,2	2.637,5	0,3	46.165,9
Participación (%)	0,3	0,4	1,1	8,5	5,9	4,1	5,6	30,8	19,9	14,6	3,2	5,7	0,001	100,0

Fuente: ODEPA-CIREN

8 Anexo Cuadro 3

Estimación de superficie cultivada con hortalizas por región, según especie año 2013 (Hectáreas)											
Especies	Total 2013	Región de Arica y Parinacota	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región del Biobío	Región de la Araucanía	Resto País ¹
Total	67.297,3	2.470,7	739,0	6.728,6	8.148,6	21.563,8	10.355,3	10.050,8	4.179,5	1.209,5	1.851,5
Acelga	604,4	2,5	8,8	22,9	65,2	397,5	16,6	14,9	23,8	34,2	18,0
Ají	639,5	16,8	19,7	201,6	20,2	43,2	97,8	235,1	0,7	1,9	2,6
Ajo	1.049,3	8,6	0,0	0,0	194,8	293,7	387,8	1,6	1,0	1,2	160,6
Alcachofa	1.733,0	-	0,0	622,8	604,6	405,8	36,8	46,8	9,8	5,5	1,0
Apio	369,1	0,0	-	243,3	75,0	31,5	2,5	3,6	11,8	0,5	0,9
Arveja verde	2.220,7	6,9	143,4	55,9	265,3	180,5	165,3	304,0	644,6	277,1	177,9
Betarraga	1.208,8	31,7	10,3	71,2	152,2	748,0	14,5	75,1	17,8	42,9	45,1
Brócoli	854,4	9,0	6,8	85,1	83,2	626,3	15,8	20,1	6,4	1,7	-
Cebolla de guarda	4.347,2	92,3	9,4	15,4	330,1	1.491,5	1.573,3	771,0	52,6	4,0	7,6
Cebolla temprana	2.724,4	290,8	17,6	21,0	307,8	1.688,6	223,3	107,4	7,7	2,0	58,5
Choclo	9.771,6	848,8	31,1	478,7	1.123,3	3.018,9	1.445,0	1.673,9	727,1	87,3	337,7
Coliflor	1.485,5	18,7	6,7	105,1	228,9	922,3	15,7	176,6	7,2	2,9	1,4
Espárrago	2.304,5	-	-	0,0	5,6	128,5	8,0	1.041,0	1.060,0	40,7	20,7
Espinaca	622,3	-	0,7	22,1	53,6	503,7	0,5	0,0	28,1	9,8	3,9
Haba	1.743,8	17,5	75,1	345,1	112,5	814,2	107,0	90,7	24,9	46,1	110,6
Lechuga	5.425,7	58,3	49,1	1.451,5	1.045,6	1.909,7	114,9	448,2	142,1	112,8	93,6
Melón	2.957,4	10,1	42,9	47,7	53,6	739,1	1.499,6	525,9	38,6	0,0	-
Orégano	350,6	27,7	-	-	24,1	257,4	-	41,5	-	0,0	-
Pepino de ensalada	306,1	35,2	2,6	11,4	17,5	119,0	15,5	95,6	2,1	4,0	3,2
Pimiento	1.075,9	143,9	7,5	368,6	90,0	137,0	243,2	85,6	0,0	0,0	0,1
Poroto granado	3.206,6	8,7	-	239,9	823,8	1.046,5	281,5	573,2	169,0	37,7	26,4
Poroto verde	2.250,8	96,0	51,3	715,5	138,0	668,8	99,8	211,8	109,8	113,1	46,8
Repollo	1.681,9	13,5	4,0	300,6	502,0	398,6	129,7	273,5	31,7	9,2	19,2
Sandía	2.880,5	5,3	33,4	41,2	56,5	354,0	1.124,9	1.237,0	26,7	1,6	-
Tomate consumo	4.908,3	593,7	136,8	281,0	715,9	868,5	1.017,5	891,8	309,2	87,3	6,6

Fuente: ODEPA, Estimación de superficie cultiva con hortalizas por región según especies al año 2013.

9 Referencias

CNR, (2013). Diagnóstico de la demanda hídrica en el norte de Chile.

CORFO, (2019). Evaluación de proyecto de una carretera hídrica nacional -Fase1: Inventario de la oferta y demanda de agua a lo largo de la geografía chilena. Obtenido de: <http://repositoriodigital.corfo.cl/xmlui/handle/11373/10239>

CIREN, (2017). Catastro frutícola principales resultados. Obtenido de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/CatastroValparaiso2017.pdf>

ODEPA, (2013). Estimación de superficie cultivada con hortalizas a nivel nacional. Obtenido de: <https://www.odepa.gob.cl/superficie-cultivada-con-hortalizas-3>

Jorge Ortega, (Enero 2020). Efectos económicos y fiscales del Proyecto Aquatacama (publicado por Via Marina)