

Efectos económicos y fiscales
del Proyecto Aquatacama
Jorge Ortega
Enero 2020

Contenido

Resumen ejecutivo	3
1. Estimación econométrica de los efectos económicos del riego	4
2. Simulación de los efectos económicos de Aquatacama	8
3. Simulación de los efectos fiscales de Aquatacama	12
4. Conclusión	13
5. Bibliografía	14
6. Currículum y Publicaciones	15

Resumen ejecutivo

El Proyecto Aquatacama idea regar aproximadamente 200.000 hectáreas del Norte Grande y Chico de Chile según la variante considerada, lo que representaría un aumento de aproximadamente 71% de la superficie regada actualmente en dichas regiones.

Nuestro estudio se centra única y exclusivamente sobre los impactos económicos y fiscales generados por la agricultura de las regiones beneficiarias del Proyecto Aquatacama. No contempla los impactos sobre los otros sectores económicos y sociales.

La superficie del riego tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el empleo agrícola regional y sobre el PIB agrícola. Al aumentar la superficie de riego en 1%, el empleo agrícola regional aumentaría en 0,521% y el PIB agrícola aumentaría en 0,256%.

En consecuencia, el Proyecto Aquatacama aumentaría el empleo agrícola en aproximadamente 37%, es decir 286.000 puestos de trabajo, y el PIB agrícola en aproximadamente 18%, es decir 825 miles de millones de pesos.

Si se considera el PIB agrícola ampliado, los efectos incrementales del Proyecto Aquatacama, serían aún mayores:

- un aumento del PIB total de 3.952 miles de millones de pesos (aprox. 5.132 MUSD con tipo de cambio de 770 CLP/USD)
- un aumento de los ingresos fiscales de 1.026 MUSD anuales recurrentes, los cuales traídos a un valor presente equivalen a cerca de 39.000 MUSD.

1. Estimación econométrica de los efectos económicos del riego

Nuestro estudio se centra única y exclusivamente sobre los impactos económicos y fiscales generados por la agricultura de las regiones beneficiarias del Proyecto Aquatacama. No contempla los impactos sobre los otros sectores económicos y sociales, particularmente sobre el sector minero o sobre el bienestar de la población (para algunos de esos otros impactos, analizados con una metodología distinta a la nuestra, ver Fundación Chile – Aquatacama Project: Preliminary socio-economic analysis – July 31st 2012).

Utilizando datos de panel a nivel de las 13 regiones de Chile y para los dos periodos de los Censos Agropecuarios de 1997 y 2007, se estimó un sistema de tres ecuaciones estructurales usando el método Mínimos Cuadrados en tres etapas:

$$y_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 SR_{it} + \alpha_2 X_{it} + \alpha_3 R_i + \alpha_4 P_t + \varepsilon_{it} \quad (1a)$$

$$y_{2it} = \beta_0 + \beta_1 SR_{it} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 R_i + \beta_4 P_t + \varepsilon_{it} \quad (1b)$$

$$y_{3it} = \gamma_0 + \gamma_1 SR_{it} + \gamma_2 X_{it} + \gamma_3 R_i + \gamma_4 P_t + \varepsilon_{it} \quad (1c)$$

Donde:

- y_1 es el logaritmo de los ocupados en la agricultura (en miles)
- y_2 es el logaritmo del PIB agrícola (miles de millones de pesos del 2013)
- y_3 es el logaritmo del PIB total (miles de millones de pesos del 2013)
- SR es el logaritmo de la superficie con riego (hectáreas)
- X es un conjunto de variables de control como:
 - o el logaritmo de la superficie total utilizada (hectáreas)
 - o el logaritmo del salario agrícola por hora (pesos del 2018)
 - o el logaritmo de la formación bruta de capital fijo (millones de pesos de 2013)
 - o el logaritmo del total de ocupados (miles)
 - o la escolaridad total y en agricultura (años)
 - o y el logaritmo del nivel de caudal de los ríos (m^3/s)
- R es el efecto de Regiones P es el efecto de año del Censo Agropecuario

- ε es un error aleatorio que captura variables no observables.

La variable de interés SR se consideró como endógena y el nivel de caudal de los ríos se consideró como exógeno para ser utilizado como variable instrumental en la estimación de la primera etapa del sistema de ecuaciones. El subíndice it se refiere a la región i y año t , respectivamente. Se probaron varias especificaciones de este sistema de ecuaciones, pero finalmente se seleccionó uno con efectos aleatorios de regiones y efectos fijos de años.

Los resultados se presentan en el Cuadro 1 a continuación.

Cuadro 1. Estimación del efecto del riego con un sistema de ecuaciones estructurales, usando el método de Mínimos Cuadrados en 3 etapas con efectos aleatorios de regiones y efectos fijos de años

Variables	(1) log(ocupados en agricultura, miles)	(2) log (PIB Agrícola, miles de millones de pesos de 2013)	(3) log(PIB total, miles de millones de pesos de 2013)
log(Superficie con riego, has)	0,521*** (0,087)	0,256*** (0,076)	-0,022 (0,039)
log(Superficie utilizada, has)	0,239 (0,154)	0,208** (0,093)	-0,009 (0,042)
log(ocupados en agricultura, miles)		0,934*** (0,113)	
escolaridad promedio en agricultura (años)		0,191 (0,125)	
log(nivel de caudal de ríos, m ³ /s)	-0,116 (0,144)	-0,011 (0,092)	
log(salario agrícola por hora, pesos 2018)	-0,339 (0,451)		
log(formación bruta de capital fijo, millones pesos 2003)			0,647*** (0,190)
log(total ocupados, miles)			0,324* (0,192)
escolaridad promedio total (años)			0,229*** (0,079)
constante	-2,020 (4,129)	1,788 (1,519)	-3,922* (2,190)
Observaciones	26	26	26
R-cuadrado	0,728	0,953	0,968
Regiones RE	Si	Si	Si
Periodo FE	Si	Si	Si

Errores estándar entre paréntesis

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

Fuente: estimaciones del autor en base a datos de superficie regada de los Censos Agropecuarios (1997 y 2007), cuentas nacionales del Banco Central, datos de empleo del INE, datos de escolaridad y salarios de las encuestas CASEN y datos de nivel de caudales de los ríos de la DGA.

De acuerdo a este Cuadro 1, la superficie del riego tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el empleo (columna 1) y sobre el PIB agrícola (columna 2), pero no así para el PIB total (columna 3).

El parámetro estimado para el empleo es de 0,521, lo que significa que, al aumentar la superficie de riego en 1%, el empleo agrícola regional aumentaría en 0,521%.

En el caso del efecto en el PIB agrícola, el parámetro estimado es de 0,256, lo que significa que, al aumentar la superficie de riego en 1%, el PIB agrícola aumentaría en 0,256%.

En la ecuación de ocupados en la agricultura (columna 1), no se encontró ninguna otra variable con un efecto estadísticamente significativo.

En el caso de la ecuación del PIB agrícola (columna 2), se encontró un efecto positivo de la superficie utilizada en las actividades agrícolas y del empleo agrícola, tal y como se esperaba.

En la ecuación del PIB total (columna 3), tal y como se esperaba, se encontró un efecto estadísticamente significativo de la formación bruta de capital fijo, del empleo total y de la escolaridad total.

2.Simulación de los efectos económicos de Aquatacama

Este ejercicio simula los efectos económicos del Proyecto Aquatacama para las Regiones del Norte Grande y Norte Chico de Chile, es decir de Valparaíso a Arica y Parinacota.

Primeramente se hicieron proyecciones de la superficie total utilizada, superficie con riego (hectáreas y porcentaje) a partir del crecimiento observado entre los Censos Agropecuarios de 1997 al 2007, tal y como se muestra en el Cuadro 2 a continuación. En este Cuadro 2 se muestra que al 2020 habría aproximadamente 952.130 hectáreas utilizadas en actividades agrícolas en dichas regiones, de las cuales 283.577 hectáreas estarían con riego, las que representan 29,8% del total.

Cuadro 2. Proyecciones de superficie utilizada y superficie con riego al 2020

A. Superficie utilizada (has)

Región	1997	2007	Crecimiento en 10 años (%)	Proyección al 2020
1	40.979	77.164		
2	6.129	7.696		
3	33.084	32.527		
4	254.895	294.980		
5	460.264	457.851		
Sub-total 1 a 5	795.352	870.218	9,4	952.130

B. Superficie con riego (has)

Región	1997	2007	Crecimiento en 10 años (%)	Proyección al 2020
1	8.038	12.341		
2	2.961	2.347		
3	14.263	19.637		
4	49.524	75.819		
5	68.964	86.893		
Sub-total 1 a 5	143.751	197.036	37,07	283.577

C. Porcentaje superficie con riego

Región	1997	2007	Crecimiento en 10 años (puntos porcentuales)	Proyección al 2020
1	19,6	16,0		
2	48,3	30,5		
3	43,1	60,4		
4	19,4	25,7		
5	15,0	19,0		
Sub-total 1 a 5	18,1	22,6	4,6	29,8

Fuente: cálculos del autor en base a datos de los Censos Agropecuarios de 1997 y 2007

Con base a lo anterior y considerando dos escenarios posibles de cobertura del Proyecto Aquatacama (hasta Antofagasta y hasta Arica y Parinacota), se muestran los efectos en aumento del riego (Cuadro 3 a continuación). Según este Cuadro 3 se estima entonces que el Proyecto Aquatacama puede incrementar el porcentaje de superficie de riego entre 18 y 24 puntos porcentuales, lo que también equivale a un aumento de entre 61% a 80%.

Cuadro 3. Efectos en aumento de riego del Proyecto Aquatacama en las regiones de Valparaíso a Arica y Parinacota

Indicador	Hasta Antofagasta	Hasta Arica y Parinacota	Promedio
Superficie total utilizada al 2020 (has)	952.130	952.130	952.130
Superficie con riego al 2020 (has)	283.577	283.577	283.577
Superficie con riego al 2020 (% del total)	29,8	29,8	29,8
Aumento en la superficie con riego debido al Proyecto (has)¹	173.000	228.000	200.500
Superficie con riego con el Proyecto (has)	456.577	511.577	484.077
Superficie con riego con el Proyecto (% del total 2020)	48,0	53,7	50,8
Aumento en el porcentaje de superficie con riego debido al Proyecto (puntos porcentuales)	18,2	23,9	21,1
Aumento en la superficie con riego debido al Proyecto (%)	61,0	80,4	70,7

Fuente: cálculos del autor en base a proyecciones del Cuadro 2 y escenarios del Proyecto Aquatacama.

¹ Datos proporcionados por Via Marina sobre su Proyecto Aquatacama

Con base a los efectos marginales o elasticidades estimadas econométricamente (Cuadro 1) y los efectos en el riego del Proyecto Aquatacama (Cuadro 3), se estima los siguientes efectos económicos del Proyecto Aquatacama (Cuadro 4 a continuación). Según este Cuadro 4, el Proyecto Aquatacama podría aumentar el empleo agrícola entre un 32% y 42% (promedio de 37%), y el PIB agrícola podría crecer entre 16% y 21% (promedio de 18%).

Cuadro 4. Efectos económicos del Proyecto Aquatacama: efecto del aumento en las hectáreas de superficie con riego (en %)

Escenario	Cambio en empleo agrícola (%)	Cambio en el PIB agrícola (%)
Hasta Antofagasta	31,8	15,6
Hasta Arica	41,9	20,6
Promedio	36,8	18,1

Fuente: cálculos del autor en base a elasticidades estimadas (Cuadro1) y efectos del Proyecto Aquatacama en el riego (Cuadro 3).

Vale decir:

- un aumento del empleo agrícola estricto de aproximadamente 286.000 puestos de trabajo por encima de los 774.122 actuales (ODEPA, 2019, página 58) (no considera el empleo agrícola ampliado - ODEPA, 2019, página 54),
- un aumento del PIB agrícola estricto de aproximadamente 825 miles de millones de pesos (aprox. 1.065MUSD con un tipo de cambio de 770 CLP/USD) por encima de los actuales 4.581 miles de millones de pesos actuales.

3.Simulación de los efectos fiscales de Aquatacama

El PIB agrícola representa el 2,9% del PIB total en promedio sobre los años 2014-2018 (ODEPA, 2019, página 51) y la carga tributaria actual es alrededor del 20% del PIB total (Rubio y Vergara, 2017).

Por tanto, un incremento promedio del PIB agrícola del 18% debido al Proyecto Aquatacama representa un aumento del PIB total de 0,52%. Con lo cual los ingresos fiscales suplementarios generados por el Proyecto Aquatacama podrían representar 0,104% del PIB total, es decir aproximadamente 160 mil millones de pesos (aprox. 208 MUSD con un tipo de cambio de 770 CLP/USD) anuales recurrentes (con base al PIB 2018 de 153.758 miles de millones de pesos). Los cuales actualizados en perpetuidad a una tasa real de 2,5% (aproximadamente promedio 2019 de los tipos de interés a largo plazo sobre operaciones en UF – fuente Banco Central) equivalen a cerca de 8.000 MUSD, vale decir el mismo orden de magnitud que la inversión estimada para el Proyecto Aquatacama.

Si se considera el PIB agrícola ampliado (ODEPA, 2019, página 54) de 14,3%, los efectos incrementales del Proyecto Aquatacama, serían:

- un aumento del PIB total de 2,57%, vale decir 3.952 miles de millones de pesos (aprox. 5.132 MUSD con un tipo de cambio de 770 CLP/USD)
- un aumento de los ingresos fiscales de 1.026 MUSD anuales recurrentes, los cuales actualizados como anteriormente equivalen a cerca de 39.000 MUSD.

4. Conclusión

Suponiendo un efecto promedio constante del impacto del incremento de la superficie regada sobre el empleo agrícola y el PIB agrícola, se podría concluir que:

- cualquier incremento de 100.000 hectáreas en la superficie regada por el Proyecto Aquatacama

generaría:

- un aumento del empleo agrícola de aproximadamente 143.000 puestos de trabajo
- un aumento del PIB total 1.971 miles de millones de pesos (aprox. 2.560 MUSD con un tipo de cambio de 770 CLP/USD)
- un aumento de los ingresos fiscales de 511 MUSD anuales recurrentes, los cuales actualizados como anteriormente equivalen a cerca de 19.450 MUSD,

sin contar los impactos sobre otros sectores económicos

5. Bibliografía

ODEPA. (2019). *Panorama de la Agricultura Chilena 2019*. Retrieved from <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>

Rubio, E., & Vergara, R. (2017). *Carga y estructura tributaria en Chile: Comparación con países OCDE*. Retrieved from www.cepchile.cl

6. Currículum y Publicaciones

Jorge Ortega es guatemalteco de 49 años de edad, residente en Chile desde 1999. Casado y con cuatro hijos. Se graduó de Perito Agrónomo de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) en 1988. Ingresó a la Carrera de Agronomía Tropical del Centro Universitario de Sur-Occidente CUNSUROC en 1989, de donde se graduó de Ingeniero en Agronomía Tropical en 1996, siendo el primer Ingeniero Agrónomo Graduado de este Centro de Educación Superior.

Siendo estudiante del segundo año de la carrera de Agronomía (1990) ingresó a trabajar al Ingenio Tzulá, desempeñándose como Jefe de Investigación Agrícola hasta 1996. Posteriormente, entre 1996 y 1999, trabajó como Investigador en Estadística y Economía en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANA).

En marzo de 1999 inició sus estudios de Postgrado en la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC), obteniendo el título de Magíster en Economía Agraria en el 2001. Del 2002 al 2004 trabajó como profesor e investigador en el Departamento de Economía Agraria de la UC. Del 2004 al 2007 ingresó a trabajar como consultor en la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, obteniendo posteriormente el cargo de Oficial en Economía de Sistemas Alimentarios de la FAO del 2007 al 2011. Del 2012 al 2014 trabajó como Profesor e Investigador en la Universidad Técnica Federico Santa María (USM).

En el 2014 ingresó al Programa de Doctorado en Ciencias de la Agricultura de la UC (Área de Economía Agraria y de los Recursos Naturales), donde actualmente es Candidato a Doctor y próximo a graduarse. Actualmente se desempeña como profesor de la USM y Consultor de organismos nacionales de Chile e internacionales relacionados con la economía agrícola y desarrollo rural (RIMISP, BID, Banco Mundial, FIDA, USAID). Sus áreas de interés son la economía, econometría y machine learning aplicado a la evaluación de impacto de programas y políticas de desarrollo agrícola y rural en América Latina.

Finalmente en el año 2017 exploró el área de emprendimiento, desarrollando junto a otros dos compañeros de Postgrado de la UC un proyecto llamado Agroclick (<http://www.agroclick.cl>), que es una plataforma tecnológica que tiene como objetivo facilitar la conexión entre los asesores técnicos (o extensionistas) y los productores agrícolas. Actualmente se está validando la plataforma en Chile, pero la meta es expandirse a otros países de América Latina, incluyendo por supuesto a Guatemala, que fue de donde se originó la idea en el 2017.

A continuación algunas de las publicaciones más recientes:

Ortega J.; Ramírez E. 2018. “El Impacto de las Asesorías Técnicas en el Sector Agrícola: el caso de la Agricultura Familiar en Chile”. Serie Documentos de Trabajo, Documento N° 234 Rimisp Santiago, Chile.

https://rimisp.org/wp-content/files_mf/1535820660DT234JOER_2018.pdf

Anriquez, A., W. Foster, **J. Ortega**. Development costs of misallocated public resources: Rural and agricultural subsidies in Latin America, 1985–2012. *Development Policy Review*. In press. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dpr.12389>

Foster, W.E., G. Anriquez, O. Melo, D. Yupanqui, **J. Ortega**. 2016. Geographic disparities in rural land appreciation in a transforming economy: Chile, 1980 to 2007. *Land Use Policy* Volume 57, 30 November 2016, Pages 655–668.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.025>

Foster, W., **Ortega, J.A.**, Anriquez, G. and O. Melo. 2016. Ricardian model stability and the spatial variation of rural land values in Chile, 1980-2007. Draft paper submitted. Pontificia Universidad Católica de Chile, Department of Agricultural Economics, Santiago, Chile

Anriquez, G., Foster, W., **Ortega, J.A.**, Falconi, C. and P. Da Silva. 2016. Public Expenditures and the Performance of Latin American and Caribbean Agriculture. IDB Working Paper Series N° IDB-WP-722. Inter-American Development Bank, Environment, Rural Development and Disaster Risk, Management Division. August 2016. <https://publications.iadb.org/handle/11319/7839>

Anriquez, G., Foster, W., **Ortega, J.A.**, Falconi, C. and P. Da Silva. 2016. It's Not How Much, But Where: Public expenditures and the performance of Latin American agriculture. Draft Working Paper (March, 2016). Inter-American Bank of Development, Washinton, D.C.

Fernández, M.I., Leiva, M.F., **Ortega, J.A.**, y M. Weason. 2016. Efectos sinérgicos entre el Ingreso Ético Familiar (IEF) y los programas de apoyo al emprendimiento en Chile, 2012-2014. *En* Protección, Producción Promoción: explorando sinergia entre protección social y fomento productivo en América Latina. Jorge Higinio Maldonado, Rocío del Pilar Moreno-Sánchez, John Alexander Gómez, Viviana León Jurado (compiladores). Bogotá, Colombia:

Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE, Ediciones Uniandes, 2016. 127-180 p. <http://sinergiasrurales.info/Nosotros/Libro-sinergias-rurales>

Muñoz, R. y **J. Ortega**, 2015. ¿Tienen la banda ancha y las TIC un impacto positivo sobre el rendimiento escolar?: evidencia para Chile. El Trimestre Económico, vol. LXXXII (1), num 325, Enero-marzo 2015, pp. 53-87. Editorial: Fondo de Cultura Económica, 2015.

Fernandez, I., **J. Ortega** y M.F. Leiva. 2014. Impacto individual y sinérgico entre los Programas Ingreso Ético Familiar y Programas del Fondo de Solidaridad e Inversión Social en Chile, 2012-2014. Proyecto Regional conducido por la Universidad de los Andes de Colombia para el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)