

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Serie Evaluación de Impacto



Impacto de la inversión de I+D+i de INIA en el sector agroalimentario chileno (1964-2017)

Introducción

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) tiene un papel clave en el fortalecimiento del sistema de I+D+i agropecuario en Chile. Desde su creación como Corporación de derecho privado sin fines de lucro en 1964, contribuye de forma sostenida a la formación y transferencia del stock de conocimiento tecnológico por medio de la entrega de más de 260 variedades de cultivos anuales, forrajeras, cereales y frutales; por la introducción y validación de especies con potencial productivo que forman parte de la oferta exportadora nacional (ej.: arándano); por el rescate de especies nativas; por la puesta en valor de ingredientes y bioinsumos, así como también con publicaciones técnicas y científicas que aportan continuamente al desarrollo del sector agroalimentario.

Estos aportes fueron posible gracias a un equipo de investigadores (142) y extensionistas (35) amplio, distribuido entre las diferentes realidades, necesidades y vocaciones productivas que enfrenta el sector, y agrupadas en macrozonas Norte, Central, Centro-Sur, Sur y Austral.

La contribución de INIA a la sociedad desde su creación y el impacto de los fondos invertidos en I+D+i por el Ministerio de Agricultura puede estimarse en base a la evolución en la evolución de la Productividad Total de Factores (PTF) considerando el período de 1964-2017. Se construyó un modelo que permite contestar si existe una relación significativa entre el stock de conocimiento generado por INIA y la productividad del sector agropecuario chileno, mediante el concepto de la elasticidad del esfuerzo investigador del INIA. Los resultados obtenidos se utilizaron para calcular la rentabilidad media de cada peso invertido por INIA en I+D+i. Este trabajo corresponde a una acción de INIA por determinar su aporte al sector agroalimentario de Chile, para lo cual se contrató una asesoría de IRTA/CREDA¹.

Método y datos utilizados

La PTF del sistema agrario chileno se estimó según enfoque de Contabilidad del Crecimiento (Furglie, 2015), definiendo el crecimiento de la producción total (Y) como la suma del crecimiento de la Productividad Total de Factores (PTF) y la tasa de cambio de los insumos (Xj) ponderados por sus proporciones de costos (Sj):

$$g(Y) = g(PTF) + \sum_{j=1}^J S_j g(X_j)$$

Los datos del índice de producción incluye al sector agrícola y pecuario considerando la producción agrícola bruta de un conjunto de precios promedio de productos expresado en dólares constantes del año 2005 (FAO, 2019) y la contribución de la producción pecuaria al PIB de 21% (ODEPA, 2017) y se incluyeron los insumos como: mano de obra y tierra agrícola; en insumos de capital: maquinaria agrícola y ganado e insumos intermedios: fertilizantes y alimentos para animales. La información estadística proviene de INE, ODEPA, Banco Central y otros.

El modelo básico asume que la PTF del sector agropecuario depende de factores climáticos (Ct) y del stock de conocimiento generado por el sector privado y público (universidades, centros tecnológicos, empresas), construyendo el stock de conocimiento INIA con los flujos de gastos en I+D+i, denominada Kt:

$$\ln PTF_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_t + \alpha_2 \ln PP_t + \alpha_3 \ln C_t + \varepsilon_t$$

α_1 es la elasticidad de la productividad ante un aumento en el stock de conocimiento INIA (parámetro de interés), es decir, el porcentaje de aumento en la PTF agrícola, debido al porcentaje de aumento del stock de conocimiento derivado de la I+D+i de INIA definido por la inversión.

Resultados

La estimación del modelo muestra una elasticidad de la PTF con respecto al stock de conocimiento de INIA entre 0,25 y 0,58 dependiendo de las especificaciones. Eso significa que un incremento del 1 % en el stock de conocimiento del INIA, genera un incremento de la productividad entre el 0,25 % y el 0,58 %. Dicho de otra manera, con un 1 % de aumento en la entrega de conocimientos y nuevas tecnologías (patentes, variedades, publicaciones técnicas, entre otras) se logró incrementar el crecimiento de la productividad de todos aquellos agricultores (de cultivos, cereales, frutales, etc.) y ganaderos (bovino, ovino o caprino), que implementaron estas innovaciones tecnológicas aportadas por INIA, entre 0,25 % y 0,58 %. Estos valores son superiores a los obtenidos por el resto de instituciones de investigación chilenas (tanto públicas como privadas ²) que generan un incremento de la productividad entre 0,065 % y 0,14% (Cuadro 1).

Cuadro 1: Resultados de la estimación del modelo

Parámetros	Base	Escenario (5%) del total de los fondos disponibles	Escenario (20%) del total de los fondos disponibles
R ² Ajustado	0,978	0,975	0,976
Características de distribución de retardos		$\delta=0,80$ $\lambda=0,55$	
Año de retardo máximo		7	
Elasticidad con respecto a			
Public Knowledge stock INIA	0,255	0,559	0,584
Stock de conocimiento (PPt)		0,065	0,14
Variable climática	0,01	0,012	0,006

Los resultados muestran que las estimaciones de la TIRM varían del 15% al 25% por año dependiendo de los tipos de interés y las especificaciones definidas, implicando un alto retorno asociado a las actividades de investigación (Cuadro 2).

Cuadro 2: Ratios Costo-Beneficio y Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)

Resultados	Base	Escenario (5%) del total de los fondos disponibles	Escenario (20%) del total de los fondos disponibles
Ratio Costo-Beneficio			
Tipo de interés			
1%	30,42	90,29	94,37
3%	26,33	78,38	81,93
5%	22,87	68,38	71,45
Tasa Interna de Retorno Modificada			
Tasa de reinversión			
1%	15,38	20,94	21,15
3%	17,45	22,69	22,9
5%	19,15	24,48	24,7

Resultados

Estos hallazgos están en un rango similar en comparación con estimaciones obtenidas en otros estudios sobre los retornos de la investigación agrícola (Cuadro 3). Los resultados son consistentes con la literatura revisada teniendo en cuenta las diferentes hipótesis con respecto a la longitud de los retardos y los parámetros que definen la distribución de rezagos.

Cuadro 3: Resumen de las tasas de retorno en la literatura

Autores	País	Período	Tasa de Retorno
Alston et al. (1994)	USA : UCD	1949-1985	17,1-21,4%
Alston et al. (2011)	USA	1949-2002	9,0-10,0%
Bervejillo et al. (2012)	Uruguay : INIA	1961-2010	23,0-27,0%
Anderson & Song (2013)	USA	1949-2002	8,0-10,0%
Jin and Huffman (2015)	USA	1970-2004	67,0%
Butault et al. (2015)	France : INRA	1959-2012	27,4-28,1%
Guesmi & Gil (2017)	Spain: IRTA	1985-2015	15,0-28,0%

Además, se pudo constatar que el número de años en que la inversión actual tiene su máximo impacto en el stock de conocimientos derivado de la I+D+i es de 7 años, y el tiempo que perduró o perdura su efecto (obsolescencia) es de 25 años (Figura 1).

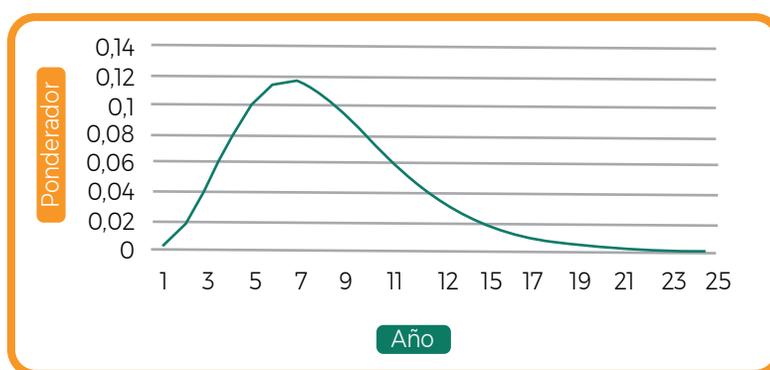


Figura 1: Número de años hasta que la inversión actual tiene su máximo impacto en el stock de investigación.

Conclusiones

- En los últimos cincuenta años, la PTF del sector agropecuario chileno crece a una tasa promedio anual de 2,11%, este importante crecimiento podría explicarse por diferentes factores entre los que destaca el stock de conocimiento generado por INIA.
- El estudio muestra una elasticidad de la PTF con respecto al stock de conocimiento de INIA que varía entre 0,25 y 0,58 dependiendo de las especificaciones. Eso significa que un incremento del 1% en el stock de conocimiento del INIA, genera un incremento de la productividad entre el 0,25% y el 0,58%. Estos valores son superiores a los obtenidos por el resto de instituciones de investigación chilenas (tanto públicas como privadas), lo que indica que el impacto real en el sector es mayor, debido fundamentalmente a las actividades de transferencia tecnológica y extensión.
- El número de años en que la inversión actual tiene su máximo impacto en el stock de conocimientos derivados de la I+D+i fue 7 años y el tiempo que perdura su efecto (obsolescencia) es de 25 años.
- Los resultados indican que la tasa de retorno social del stock de conocimiento del INIA oscila entre el 15% y el 25%, traduciéndose en que por cada peso invertido en él, INIA genera una rentabilidad entre el 15% y el 25%.
- Estos valores son consistentes con la literatura (USA, Francia, Uruguay o España), implicando un alto retorno asociado a las actividades de investigación.
- La inversión del INIA en I+D+i tiene una importancia estratégica en términos de transferencia de nuevas tecnologías y difusión de la adopción de los conocimientos existentes entre los agricultores.

Bibliografía

- Alston, J.M., Andersen, M.A., James, J.S. and Pardey, P.G., 2010. Persistence Pays: U.S. Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending. Springer: New York.
- Alston, J.M., Andersen, M.A., James, J.S. and Pardey, P.G., 2011. The economic returns to US public agricultural research. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(5), pp.1257-1277.
- Andersen, M.A. and Song, W., 2013. The Economic impact of public agricultural research and development in the United States. *Agricultural Economics*, 44(3), pp.287-295.
- Avila, A.F.D. and Evenson, R.E., 2010. Total factor productivity growth in agriculture: the role of technological capital. *Handbook of agricultural economics*, 4, 3769-3822.
- Avila, A.F.D., Romano, L., and Garagorry, F., 2010. Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean and sources of growth. *Handbook of agricultural economics*, 4, 3713-3768.
- Banco Central de Chile, 2019. Base de datos estadísticos. Available at <https://www.bcentral.cl/en/web/guest/inicio>. Accessed October 2019.
- Bervejillo, J.E., Alston, J.M. and Tumber, K.P., 2012. The benefits from public agricultural research in Uruguay. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 56(4), pp.475-497.
- Bravo-Ortega, C., 2019. Productividad del sector agrícola: una mirada global Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -Odepa. Gobierno de Chile.
- Butault, J.P., Lemarié, S., Musolesi, A., Huard, F., Simioni, M. and Schmitt, B., 2015. L'impact de la recherche agronomique sur la productivité agricole française: Une approche par le taux de rentabilité interne (TRI) des dépenses publiques affectées à la recherche agronomique en France. *INRA Sciences Sociales* n°1/2015.
- Denny, M. and Fuss, M., 1983. A general approach to intertemporal and interspatial productivity comparisons. *Journal of Econometrics*, 23(3), 315-330.
- Dirección Meteorológica de Chile, 2019. Available at <http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>
- FAO. FAOSTAT Database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at <http://faostat.fao.org/>. Accessed October 2019.
- Fuglie, K., 2015. Accounting for growth in global agriculture. *Bio-based and Applied Economics Journal*, 4, 201-234.

Bibliografía

- Fuglie, K., and Wang, S., 2012. Productivity Growth in Global Agriculture Shifting to Developing Countries, Choices magazine, 4th Quarter.
- Fuglie, K.O. and Heisey, P.W., 2007. Economic returns to public agricultural research (No. 1475-2016-120925).
- Fuglie, K.O., 2010. Sources of growth in Indonesian agriculture. Journal of Productivity Analysis, 33(3), 225-240.
- Guesmi, B. and GIL, J.M., 2017. Measuring the impact of agricultural research on Catalan agricultural productivity. Paper presented at the 17th European Association of Agricultural Economists, EAAE Congress, Parma, Italy, August 29-September 1, 2017. (available at <https://ageconsearch.umn.edu/record/261279?ln=en>).
- Hayami, Y., and Ruttan, V.W., 1985. Agricultural Development: An International Perspective, 2nd ed. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Hojman, D. E., 1993. Chile: The Political Economy of Development and Democracy in the 1990s. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Huffman, W.E. and Evenson, R.E., 2006. Do formula or competitive grant funds have greater impacts on state agricultural productivity?, American Journal of Agricultural Economics, 88:783-798.
- ILOSTAT Database, Bureau of Statistics, 2019. Geneva: International Labour Organization. Available at <https://ilostat.ilo.org/es/>. Accessed October 2019.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019. Available at <https://ine.cl/>. Accessed October 2019.
- International Fertilizer Association (IFADATA), 2019. Washington, DC: International Fertilizer Association (IFA). Available at <http://ifadata.fertilizer.org/ucSearch.aspx>. Accessed October 2019.
- Jarvis, L., 1994. Changing Private and Public Roles en Technological Development: Lessons from the Chilean Fruit Sector». En Agricultural Technology: Policy Issues for the International Community, J.R. Anderson, ed. Wallingford: CAB International.
- Ludena, C., 2010. Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean, IDB Working Paper Series, No.IDB-WP- 186, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC.
- Ministerio de Agricultura de Chile (ODEPA), 2019. Available at <http://www.odepa.gob.cl/>. Accessed October 2019.

Bibliografía

- ODEPA, 2019. Panorama de la Agricultura chilena: 1999-2005-2011-2015-2017-2019.
- Olavarría, J.A, Bravo-Ureta, B.E. and Cocchi, H., 2004. Productividad total de los factores en la agricultura chilena: 1961-1996. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, (8), 121- 132.
- Paula Molina Sevilla, 2018. El mercado de Fertilizantes en Chile. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Santiago de Chile. ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P., NIPO: 060-18-042-8.
- Sheng, Y., Gray, E.M., Mullen, J.D. and Davidson, A., 2011. Public investment in agricultural R&D and extension: An analysis of the static and dynamic effects on Australian broadacre productivity. ABARES Research Report 11.7.
- United States Department of Agriculture, Economic Research Service (USDA), 2019. Methodology for Measuring International Agricultural Total Factor Productivity (TFP) Growth. Documentation and methods.
- Villegas, P.R., 2019. Evolución de la productividad silvoagropecuaria y una aproximación a sus determinantes. Odepa. Gobierno de Chile.

Anexo 1. Glosario de términos técnicos

TIR: Tasa interna de retorno. Es considerada una medida de rentabilidad del proyecto en sí mismo y no puede ser utilizada para comparar distintos proyectos o iniciativas. Corresponde a la tasa de actualización que permite que los beneficios futuros se traigan al tiempo actual (hoy) y al menos sean iguales a la inversión realizada y por lo tanto, se pueda seguir aceptando el proyecto. Supone que los beneficios generados en el proyecto serán re invertidos en la misma iniciativa y generarán la misma rentabilidad. A mayor valor de la TIR mayor rentabilidad, pero no implica necesariamente aceptar o no un proyecto, ya que este valor debe compararse con una tasa mínima exigida por el inversionista para cada proyecto. Esta tasa mínima o de corte refleja, implícitamente, el costo de oportunidad, riesgo y/o rentabilidad exigida por el inversionista para ejecutar el proyecto.

Rentabilidad: Es la relación entre los beneficios generados en un proyecto y la inversión realizada. Un proyecto es rentable si los beneficios son superiores a la inversión. La rentabilidad se acostumbra expresar en porcentaje.

Beneficios: Es la diferencia entre los ingresos generados y los costos de una iniciativa. Los costos son aquellos egresos que se consumen en el corto plazo (1 año o período) y sirven para la producción del bien o servicio del proyecto, mientras que la inversión es aquel egreso que dura más de 1 año y sirve para la producción del bien o servicio del proyecto.

Rentabilidad social: Corresponde al valor que un proyecto o iniciativa aporta a la sociedad en relación a la inversión realizada. En ella se considera los beneficios que aporta el proyecto a los beneficiarios directos e indirectos a diferencia de la rentabilidad económica que considera sólo los beneficios económicos que genera el proyecto al inversionista. Los beneficios sociales pueden valorarse según el objeto del proyecto; por ejemplo: el ahorro de costos en salud por enfermedades crónicas derivadas de una mala alimentación (diabetes tipo 2, hipertensión, obesidad, etc) versus la inversión en la investigación y extensión de tecnologías de producción en agroalimentos saludables. Así un proyecto puede ser rentable socialmente y no rentable económicamente y ser financiado si el valor que aporta a la sociedad es mayor a la inversión del proyecto.

Anexo 1. Glosario de términos técnicos

Productividad total de los Factores: PTF o TFP por sus siglas en inglés. Corresponde a la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa de crecimiento de los factores de producción. Así, existe una relación entre el aumento de los factores de producción y la producción total, donde esta última crece más que los factores debido a las economías de escala a un tamaño dado. No obstante, la producción total y su tasa de crecimiento no sólo es influenciado por los factores de producción; también influyen otras variables como el clima, pero especialmente la mejora tecnológica y el aumento de la eficiencia.

Producción y Función de producción: cantidad de bienes o servicios que se pueden producir de acuerdo a determinadas combinaciones de los factores de producción: capital y trabajo con los que se cuenta a una determinada escala o tamaño. Estas combinaciones pueden expresarse en una función de producción que determina la producción total. Teniendo una cantidad finita de recursos o factores de producción es posible aumentar (desplazar) la función de producción mediante la incorporación de tecnología generada por el conocimiento generando así un “salto tecnológico”.