



# Evolución de la productividad silvoagropecuaria y una aproximación a sus determinantes

Patricio Riveros Villegas



**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**

Evolución de la productividad silvoagropecuaria y  
una aproximación a sus determinantes

Febrero 2019

Autor:

Patricio Riveros Villegas

Departamento de Análisis de Mercado y Política Sectorial

Artículo producido y editado por la Oficina de  
Estudios y Políticas Agrarias -Odepa-

Directora Nacional y Representante Legal

María Emilia Undurraga Marimón

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS

Valentín Letelier 1339. Código postal 6501970

Teléfono: (56-2) 2397 3000

[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

e-mail: [odepa@odepa.gob.cl](mailto:odepa@odepa.gob.cl)

Foto de portada: Juan Emilio Chavarría

---



**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**

# Evolución de la productividad silvoagropecuaria y una aproximación a sus determinantes<sup>1</sup>

## Índice

Introducción.....	4
Método .....	6
Datos .....	8
Resultados .....	12
Conclusiones .....	14
Bibliografía .....	15
Anexos .....	17

<sup>1</sup> El autor agradece los comentarios, en una etapa temprana del documento, de Leonardo Cáceres y Gastón Fernández, del Área de Análisis Económico de Odepa; y los valiosos aportes de Claudio Farías, Alberto Valdés y Jorge Ortega.

## Introducción

La productividad ha sido ampliamente reconocida como una de las claves para mejorar los niveles de bienestar de la población. Para entender la evolución de la productividad y diseñar (o ajustar) programas y políticas públicas que busquen mejorar su desempeño, primero, es necesario medir sus niveles (Diewert, 2008; OECD/FAO, 2017).

En general, existe un amplio consenso en que la productividad es la relación entre el producto y los insumos utilizados para dicha producción (Jorgenson & Griliches, 1967), la que puede ser medida a través de indicadores de productividad parciales (por ej.: producto/ocupado, producto/superficie) o bien mediante la productividad total de factores<sup>2</sup> (*PTF*) (OECD, 2001). El enfoque de la *PTF* entrega una mirada integradora de cómo los factores productivos inciden en el producto (o productos) y distingue aquella parte que no se explica por el uso de los factores productivos. En la disciplina económica, el entendimiento y medición de la *PTF* ha experimentado una constante evolución teórica y empírica. En términos conceptuales, Abramovitz (1956) describe la productividad total de factores como “la medida de nuestra ignorancia”. Solow (1957) avanza y la define como aquella parte del crecimiento que no es explicada por el crecimiento del trabajo y la acumulación de capital, identificándola conceptualmente como un residuo (“Residuo de Solow”) o también como una aproximación al cambio tecnológico (Diewert & Morrison, 1986). Igualmente, la *PTF* puede entenderse como el producto entre el cambio tecnológico y el técnico (Fare, Grosskopf, Norris, & Zhang, 1994) o como la sumatoria del cambio tecnológico, la eficiencia técnica y la eficiencia de asignación (Kumbhakar & Lovell, 2003).

<sup>1</sup> También es llamada productividad multifactor.

Para medir la productividad no existe tan solo una forma. En el cuadro 1 se presentan diversos trabajos empíricos que han utilizado distintas metodologías para la estimación de la *PTF* en el sector agrícola nacional. De acuerdo con la información de este cuadro, se estima que el crecimiento de la productividad, según el periodo de medición, oscila entre 0,8 % y 5,9 %; sin embargo, si comparamos estudios con similares periodos se observa que los resultados varían entre sí. Bravo-Ortega & Lederman (2004) y Olavarría, Bravo-Ureta & Cocchi (2004), en similares periodos y utilizando diferentes métodos, estiman que la *PTF* para el sector es de 1,1% y 2,3%, respectivamente. Por el contrario, Fulginiti & Perrin (1998) y Coeymans & Mundlak (1993), en periodos similares y mediante diferentes métodos, estiman similares resultados de la *PTF* sectorial (1,1%). Adicionalmente, se observa un común denominador en todas las estimaciones de la *PTF* sectorial: no hay trabajos contemporáneos para el sector. Considerando los datos señalados, el presente artículo intenta medir la productividad total de factores en el sector silvoagropecuario nacional y aproximarse a sus determinantes para el periodo 1996-2016.

**Cuadro 1. Estudios de PTF en el sector agropecuario chileno**

Autor(es)	Año	Periodo	Metodología	PTF promedio (%)
Ludena	2010	1961-2007	Índice de Malmquist	2,1
Vergara & Rivero	2006	1996-2001	Contabilidad del crecimiento	5,9
Bravo-Ortega & Lederman	2004	1960-1997	Translog para panel de países	1,1
Olavarría, Bravo-Ureta & Cocchi	2004	1961-1996	Índice de Tornqvist	2,3
Coelli & Prasada Rao	2003	1980-2000	DEA	1,1
Martin & Mitra	1999	1967-1992	Translog Cobb-Douglas	2,4 2,7
Fulginiti & Perrin	1998	1961-1985	Malmquist Cobb-Douglas	1,1 0,8
Coeymans & Mundlak	1993	1963-1982	Modelo de equilibrio general	1,1

<sup>3</sup> Los precios relativos de importación de bienes respecto a los precios de exportaciones de bienes.

Fuente: elaborado por Odepa, basada en información secundaria.

Existe consenso de que las variables que determinan los niveles de productividad pueden tener diversos orígenes. Algunos autores han encontrado una relación positiva entre apertura comercial y crecimiento, observando una inusual mejora de la *PTF* cuando se liberaliza el comercio (Tyler, 1981; Feder, 1983; Chenery, Robinson, Syrquin, & Feder, 1986). Asimismo, políticas de liberalización del comercio tienen un mayor efecto positivo en el incremento de la producción agrícola que en los productos no agrícolas, debido, entre otras cosas, a que mejora en la disponibilidad de la maquinaria, el acceso a tecnologías, a los insumos y al capital, y genera un ambiente que impulsa la destrucción creativa (Dornbusch, 1992; Bautista & Valdés, 1993).

Desde otro punto de vista, los términos de intercambio<sup>3</sup> determinarían el crecimiento de la productividad total de factores en la economía nacional (Larraín, Fuentes, & Schmidt-Hebbel, 2004; Aroca & Garrido, 2017; Chumacero & Fuentes, 2006). Intuitivamente, una mejora en los términos de intercambio en la agricultura, en un contexto de apertura comercial, llevaría a aumentar la probabilidad de adquirir mejores tecnologías generando una especie de *shock* tecnológico y mejorando así los niveles de productividad (Kehoe & Ruhl, 2008).

Complementariamente, las economías que dedican un mayor porcentaje del PIB a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) crecen más rápido que aquellas que destinan un menor porcentaje a dicha actividad (Lederman & Maloney, 2003). Esto se explicaría debido a que la I+D+i permite adoptar y adaptar de mejor forma las nuevas tecnologías difundiendo sus frutos entre los distintos sectores de la economía (De Gregorio, 2004).

Finalmente, este artículo busca entregar información actualizada acerca de la productividad total de factores en el sector silvoagropecuario y cuáles son las variables que

determinarían su evolución. Para ello se utiliza una estimación de dos etapas: primero, se determina la *PTF* sectorial mediante el método de Contabilidad de Crecimiento utilizando Mínimos Cuadrados Restringidos; y en la segunda, se correlaciona la *PTF* con variables que determinarían su evolución.

Este trabajo consta de cinco secciones: la sección 2 muestra las bases metodológicas de la estimación de la *PTF* y sus determinantes; la sección 3 detalla y realiza un breve análisis de los datos empleados para la estimación; la sección 4 entrega los resultados de la estimación de la *PTF*, su evolución y una aproximación a sus determinantes; y la sección 5, sobre la base de la sección anterior, entrega las principales conclusiones.

## Método

4 La tecnología es Hicks-neutral, de manera que la tecnología afecta igualmente al capital y al trabajo, expresado por  $F(T,K,L)=T^{\alpha}F(K,L)$ .

Para la medición de la productividad y sus determinantes la metodología utilizada consta de dos etapas. La primera estima la productividad total de los factores mediante la Contabilidad del Crecimiento, una de las metodologías más utilizadas por los organismos multilaterales y expertos (Solow, 1957; Prescott, 1998; OECD, 2001; Barro & Sala-i-Martin, 2012). La segunda etapa consiste en correlacionar la *PTF* con diversas variables que, según la literatura pertinente, explicarían su cambio.

La Contabilidad del Crecimiento descompone el crecimiento económico en el aporte que hacen los factores productivos y la productividad. En este entendido, se tiene una función de producción estándar:

$$Y_t = F(T_t, K_t, L_t) \quad (1)$$

Donde  $Y$  representa el producto,  $T$  el nivel de tecnología,  $K$  el capital,  $L$  el factor trabajo y  $t$  el tiempo. Derivando (1) respecto al tiempo, dividiendo por el producto y multiplicando por uno, obtenemos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \left(\frac{F_T T}{Y}\right) * \frac{\dot{T}}{T} + \left(\frac{F_K K}{Y}\right) * \frac{\dot{K}}{K} + \left(\frac{F_L L}{Y}\right) * \frac{\dot{L}}{L} \quad (2)$$

En donde  $F_K$  y  $F_L$  son los productos marginales de los factores capital y trabajo;  $\frac{K}{Y}$  y  $\frac{L}{Y}$  es la relación entre los factores productivos (capital y trabajo) y el producto. A su vez, la productividad total de factores<sup>4</sup> (o cambio tecnológico) está dada por:

$$\overline{PTF} \equiv \left(\frac{F_T T}{Y}\right) * \frac{\dot{T}}{T} \quad (3)$$

Utilizando (2) y (3) podemos reescribir la ecuación como:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \widehat{PTF} + \left(\frac{F_K K}{Y}\right) * \frac{\dot{K}}{K} + \left(\frac{F_L L}{Y}\right) * \frac{\dot{L}}{L} \quad (4)$$

Debido a las dificultades para medir directamente los productos marginales de los factores, generalmente se asume que estos corresponden a una aproximación de los precios observados. Así, se tiene que  $F_K = r$  (renta del capital) y  $F_L = w$  (salarios). De este modo,  $\frac{F_K K}{Y} = \frac{rK}{Y}$ ; y  $\frac{F_L L}{Y} = \frac{wL}{Y}$  representan la fracción del producto destinada a remunerar el capital y a pagar los salarios, respectivamente. En este entendido, la ecuación (4) se puede reescribir como:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \widehat{PTF} + s_K * \frac{\dot{K}}{K} + s_L * \frac{\dot{L}}{L} \quad (5)$$

A su vez,  $S_K$  representa la participación del capital en el producto, y  $S_L$  es la participación del trabajo en el producto. En este sentido, si toda la renta asociada al producto ( $Y$ ) se atribuye al capital y al trabajo, entonces debe cumplirse con la condición  $S_K + S_L = 1$ ; por lo tanto, utilizando la ecuación (5) se puede despejar la  $PTF$  de la siguiente forma:

$$\widehat{PTF} = \frac{\dot{Y}}{Y} - s_K * \frac{\dot{K}}{K} - (1 - s_K) * \frac{\dot{L}}{L} \quad (6)$$

Empíricamente, para la estimación de la  $PTF$ , la ecuación (6) puede ser reescrita como una función Cobb-Douglas asumiendo retornos constantes a escala, siendo finalmente expresada de la siguiente forma:

$$\widehat{PTF} = \hat{Y} - \beta_K \hat{K} - \beta_L \hat{L} \quad (7)$$

En donde

$$\beta_K = s_K \quad ; \quad \beta_L = s_L \quad ; \quad \beta_K + \beta_L = 1$$

$$\hat{Y} = \frac{\dot{Y}}{Y}; \quad \hat{K} = \frac{\dot{K}}{K}; \quad \hat{L} = \frac{\dot{L}}{L}$$

En la segunda etapa, una vez estimada la  $PTF$  en la ecuación (7), se correlacionan los diferentes indicadores que, de acuerdo con la literatura en referencia, explicarían la tasa de cambio de la productividad ( $\widehat{PTF}$ ) mediante la siguiente especificación:

$$\widehat{PTF} = \gamma_1 \widehat{\log t_i} + \gamma_2 \widehat{\log p_i b_i d_i} + D_1 \cdot UE + D_2 \cdot USA + \mu$$

Donde

$\widehat{\log \tau_i}$  : Tasa de variación de los términos de intercambio.

$\widehat{\log \text{pibidi}}$  : tasa de variación de la relación de gasto público en I+D+i y el PIB silvoagropecuario.

*UE*: variable binaria para el periodo en que está vigente el acuerdo comercial con la Unión Europea (1; 0 en otro caso).

*USA*: variable binaria para el periodo en que está vigente el acuerdo comercial con la Estados Unidos (1; 0 en otro caso).

## Datos

A continuación se describen las variables e indicadores utilizados en el modelo de Contabilidad del Crecimiento y las correlaciones entre la *PTF* silvoagropecuaria (+pesca) con aquellos indicadores que la determinarían.

En el cuadro 2 se presentan los indicadores de producto, factores productivos y determinantes de la *PTF* utilizados para la medición, indicando la fuente de información y una breve descripción.

Siguiendo a Aroca (2017) y Vergara y Rivero (2006), como producto (*Y*) se considera el indicador del PIB silvoagropecuario (+pesca) informado por el Banco Central.

Respecto del capital (*K*), se utiliza el Stock Neto de Capital del sector silvoagropecuario+pesca (SNCsap) (Aroca, 2017; Vergara y Rivero, 2006; UAI-Corfo<sup>5</sup>, Comisión de Productividad<sup>6</sup> y Clapes-UC<sup>7</sup>) estimado por el Banco Central mediante el método indirecto de Inventarios Perpetuos. Para la estimación del SNCsap, primero se debe obtener el Stock de Capital Bruto (SCB) que, según Pérez (2003, p. 13), es la "acumulación de los flujos pasados de inversión y deduciendo de los mismos el valor acumulado de la inversión retirada, utilizando para ello un determinado esquema de retiro y estimaciones de vida útil"; y el SNCsap corresponde a "la acumulación del Stock de Capital Bruto existente, descontada la depreciación". Generalizando, el SCB correspondería a "equipos nuevos", mientras que el SCN corrige el SCB por la depreciación, reflejando el uso y obsolescencia de las máquinas (Pérez, 2003; Henríquez, 2008<sup>8</sup>). Para el sector silvoagropecuario se consideran como capital: los árboles frutícolas y silvícolas, animales, y el establecimiento de praderas, los que, en conjunto, se agrupan en Construcción y Otras Obras; y, agrupados en Maquinaria y Equipos, se consideran las trilladoras y los tractores (Pérez, 2003).

En cuanto al factor Trabajo (*L*), y en virtud del componente de trabajo de la ecuación (4) ( $\frac{wL}{Y} \frac{L}{L}$ ), se utiliza el producto entre el número de ocupados y los salarios promedios reales según la Encuesta Nacional de Empleo y Encuesta Suplementaria de Ingresos, ambas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas.

5 <http://ingenieria.uai.cl/wp-content/uploads/2016/08/Boletin-Anual-Corfo-N10.pdf>

6 <http://www.comisionde-productividad.cl/wp-content/uploads/2018/01/Informe-Anual-de-Productividad-2017.pdf>

7 <http://www.clapesuc.cl/assets/uploads/2016/05/metodologia-ndice-de-productividad-.pdf>

8 Ambos corresponden a documentos de trabajo del Banco Central.

Finalmente, de acuerdo con Bautista & Valdés (1993); De Gregorio (2004); Larraín, Fuentes, & Schmidt-Hebbel(2004); Vergara & Rivero(2006); Chumacero & Fuentes (2006), para correlacionar la PTF con indicadores que la determinarían, se utilizaron los datos de Términos de Intercambio del Banco Central, los datos del gasto en I+D+i en el sector silvoagropecuario proveniente de Valdés, Ortega y Foster (2018)<sup>9</sup>, basados, a su vez, en datos de la OECD, e información de la entrada en vigencia de los acuerdos comerciales con la Unión Europea y Estados Unidos.

<sup>9</sup> Trabajo aún no publicado.

**Cuadro 2. Descripción y fuentes de información de los indicadores utilizados en la Contabilidad del Crecimiento y determinantes de la productividad total de factores (PTF)**

Variable	Indicador	Identificador	Descripción	Fuente de información
Producto ( <i>Y</i> )	Producto Interno Bruto Silvoagropecuario+ pesca	PIBsap	Volumen a precios del año anterior encadenado, series empalmadas y año de referencia 2013 (en pesos)	Banco Central
Capital ( <i>K</i> )	Stock Neto de Capital silvoagropecuario+pesca	SCNsap	Stock de capital neto silvoagropecuario+ pesca a precios constantes, referencia 2013 (en pesos)	Banco Central
Trabajo ( <i>L</i> )	Número de trabajadores sector silvoagropecuario+pesca	<i>L</i>	Número promedio anual de trabajadores sector silvoagropecuario+pesca	Instituto Nacional de Estadísticas
	Salarios	<i>w</i>	Salarios promedio mensual real entre los meses de oct. y dic. de trabajadores silvoagropecuarios (en pesos)	Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI)
Determinantes de la <i>PTF</i>	Términos de Intercambio	TI	Índice de Términos de Intercambio	Banco Central
	Proporción del gasto público en I+D+i en PIBsap	PIBsapidi	Gasto en USD 2010 y PIBsap del Banco Central.	Valdés, Ortega y Foster (2018) con información de OECD
	Dicotómica Acuerdo comercial con Europa	dummy_ue	1= fecha desde que está vigente el acuerdo (2002); 0 en otro caso	Odepa
	Dicotómica Acuerdo comercial con Estados Unidos	dummy_usa	1= fecha desde que está vigente el acuerdo (2004); 0 en otro caso	Odepa

Fuente: elaborado por Odepa, basado en datos del Banco Central e INE.

En una breve descripción de los datos, el cuadro 3 muestra las tasas de variaciones de los indicadores utilizados en ambas etapas del modelo.

Entre los años 1996 y 2016, la tasa de variación del PIBsap fue de un 4, % siendo el decenio 1997-2006 el que presentó una mayor tasa anual de variación (6 %).

En relación a los factores productivos, entre los años 1996-2016, el SCNsap presentó una tasa anual de crecimiento del 3 %, sin mayores variaciones entre decenios. De acuerdo con

la clasificación del capital del Banco Central, el constante crecimiento del capital en el sector pudo deberse al aumento entre 1999 y 2016 de la superficie frutícola (70 %), y la disminución de la superficie hortícola (41 %) y de cultivos anuales (14 %). Las especies frutícolas que destacan en la expansión de la superficie son: avellano, arándano americano, olivo, cerezo, nogal y mandarina<sup>10</sup>.

El número de trabajadores no presenta cambios relevantes, no obstante, en los salarios promedio reales se observa dos olas: la primera corresponde a una disminución de los salarios entre 1996 y 2006 y una tasa anual de crecimiento del 3 % a contar de 2007.

Por otro lado, los términos de intercambio presentan una tasa anual de crecimiento del 3 % para el periodo 1996-2016, destacando una mejora del 5 % entre 1997-2006. A su vez, el crecimiento del gasto en I+D+i, en relación con el PIB sectorial, en todo el periodo, es de 0,4 % destacando una mayor tasa de variación anual (4 %) entre 2006-2016. (Ver anexo para observar las tendencias de las variables).

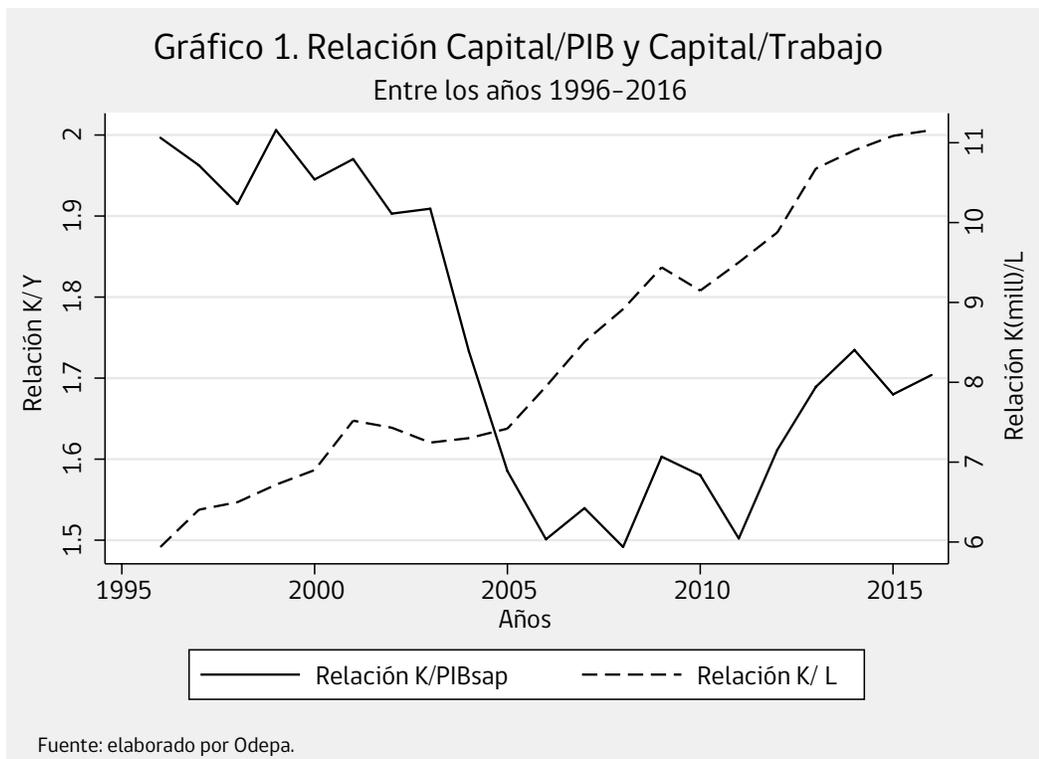
<b>Cuadro 3. Tasa de variación de los indicadores usados en la Contabilidad del Crecimiento y determinantes de la PTF (%) Entre 1996 y 2016</b>				
<b>Variable</b>	<b>Período</b>	<b>Media</b>	<b>Min</b>	<b>Máx.</b>
PIBsap	1996-2016	3,8	-5,2	12,4
	1996-2006	5,8	-2,0	12,4
	2007-2016	1,9	-5,2	10,4
SCNsap	1996-2016	3,0	-0,5	5,5
	1996-2006	2,9	0,6	5,5
	2007-2016	3,1	-0,5	5,4
<i>L</i>	1996-2016	-0,1	-4,9	4,8
	1996-2006	0,0	-4,9	4,8
	2007-2016	-0,3	-3,7	2,6
<i>w</i>	1996-2016	0,1	-21,3	11,5
	1996-2006	-2,6	21,3	7,3
	2007-2016	2,9	-1,4	11,5
TI	1996-2016	2,8	-16,1	27,9
	1996-2006	5,6	-12,2	27,9
	2007-2016	0,0	-16,1	19,2
PIBsapidi	1996-2016	0,4	-21,5	31,2
	1996-2006	-3,4	-21,5	16,6
	2007-2016	4,3	-12,0	31,2

Fuente: elaborado por Odepa, según información del Banco Central, INE y Valdés, Ortega y Foster.

Siguiendo a Coymans & Mundlak (1993) y French-Davis & Vivanco (2016), la relación entre el capital (SCNsap) y el trabajo (L), y entre el capital (SCNsap) y el producto (PIBsap), pueden entregar luces del comportamiento de la productividad (ver ecuación (2)).

En el gráfico 1 se observa que mientras la relación capital-ocupados crece sostenidamente, la relación entre el capital y producto disminuye desde principios de 2000, para luego retomar una trayectoria positiva, pero con los niveles de fines de los años 90.

Si bien la tasa de variación ha sido positiva y constante en el tiempo, la caída de la relación SCNsap/PIBsap puede explicarse por la presencia de altos niveles de productividad total de factores, las mejoras en la tasa de utilización de los factores que tiende a estimular la innovación y mejorar la eficiencia, y a una mejor relocalización de los recursos. Esta lectura es coincidente con Easterly & Levine (2001), quienes mencionan que la *PTF* es la más importante fuente de crecimiento económico más allá de la acumulación de los factores.



## Resultados

De acuerdo con los resultados de la estimación<sup>11</sup>, el parámetro del capital es significativo y positivo al 1 %, indicando que un aumento del 1 % incrementa en un 0,88 % el producto. Si bien, el trabajo ( $L^{1/2}$ ) presenta un signo positivo y significativo al 10%, su aporte al crecimiento es menor.

En el cuadro 4 se muestra que para el periodo 1996-2016 el crecimiento del sector fue en promedio 4%, impulsado, principalmente, por el aporte del capital (2,7%) y de la *PTF* (1,1%). En la década 1996-2006 el crecimiento del PIBsap fue 5,8% destacando el aporte de la productividad (3,5 %) y del capital (2,6 %); sin embargo, el aporte de los componentes no fue igual en la misma década. En los quinquenios 1996-2001 y 2002-2006 el aporte del capital y la *PTF* al crecimiento fue de 3,1 % y 2,1 %; y 1,7 % y 5,3 %, respectivamente. El mayor crecimiento de la productividad (5,3 %) se observó entre 2002-2006, lo que es coincidente con la disminución de la relación capital/producto (SCNsap/PIBsap) mostrada en el gráfico 1.

Siguiendo en el cuadro 4, en la década 2006-2016 se observó un menor crecimiento del PIB silvoagropecuario (1,9 %), mientras el aporte del capital fue 2,8 % y el trabajo 0,3 %, la *PTF* registró un aporte negativo (-1,2 %). El capital mejoró su aporte a partir del quinquenio 2007-2011, mientras que el aporte del trabajo se mostró estable (0,3 %) y el de la *PTF* empeoró (-2,5 %) en el lustro 2012-2016.

<sup>11</sup> Ver anexo.

<sup>12</sup>  $L^{*w}$

Cuadro 4. Descomposición del crecimiento promedio del PIB silvoagropecuario para el total del período, por quinquenios y decenios (%) Entre 1996 y 2017				
	Capital	Trabajo	<i>PTF</i>	PIB sap
Total período	2,7	0,0	1,1	3,8
Decenios				
1996-2006	2,6	-0,3	3,5	5,8
2007-2016	2,8	0,3	-1,2	1,9
Quinquenios				
1996-2001	3,1	-1,0	1,7	3,7
2002-2006	2,1	0,4	5,3	7,8
2007-2011	2,7	0,3	0,1	3,0
2012-2016	2,9	0,3	-2,5	0,7

Fuente: elaborado por Odepa.

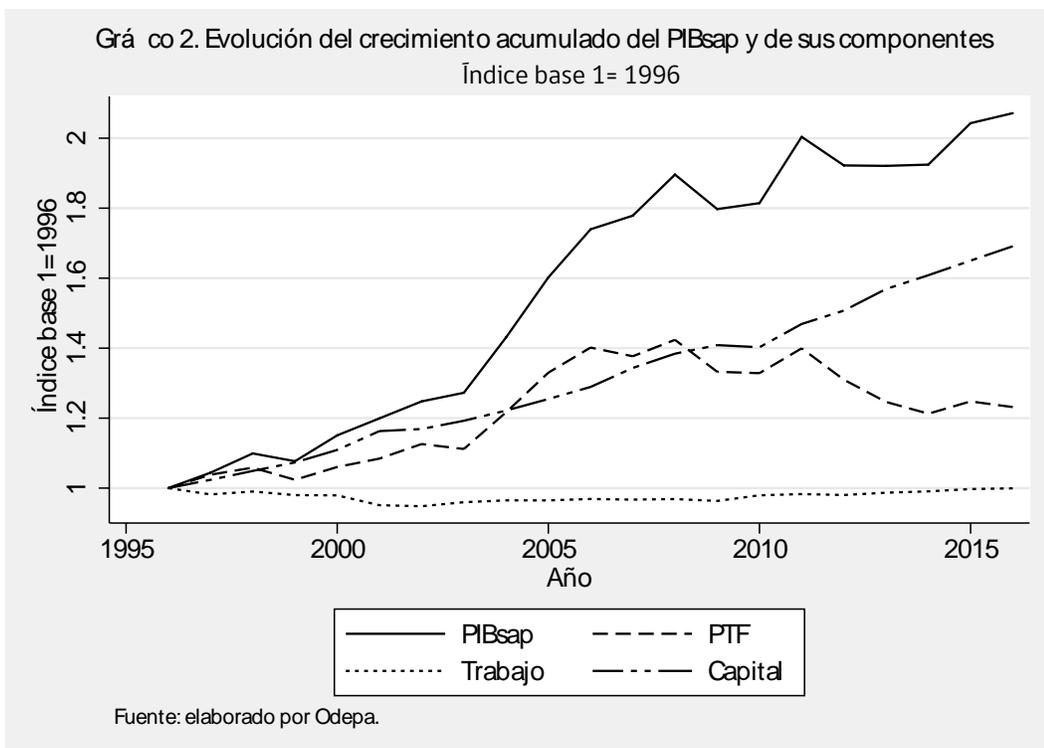
En el gráfico 2 se observa que la evolución del crecimiento del PIB silvoagropecuario era sostenida e incluso se duplicó en 20 años. No obstante, mientras el capital presentó una trayectoria positiva aumentado un 70 % en el periodo, el trabajo no creció y la productividad tuvo un comportamiento positivo entre 1996-2006, con una leve tendencia a la baja desde 2007, presentado un crecimiento acumulado del 22 % en 20 años.

Una vez obtenida la *PTF* a través de la Contabilidad del Crecimiento y luego de la revisión de la literatura ya citada, se evaluaron los posibles determinantes de la productividad. Entre las variables que se correlacionaron positivamente y estadísticamente significativas con la *PTF* están las variables exógenas tasa de variación de los términos de intercambio, proporción del gasto del PIB silvoagropecuario en I+D+i y la vigencia de los acuerdos comerciales con los Estados Unidos y la Unión Europea.

La estimación sugiere que una mejora en el crecimiento de los términos de intercambio del 1 % tiene un efecto de 0,17 % en el crecimiento de la *PTF*, con un año de rezago. A su vez, si la proporción del gasto en I+D+i en relación con el PIBsap aumenta en 1 %, la productividad crece en 0,15 %, sin embargo este cambio se refleja después de un año. Por otro lado, la entrada en vigor de los acuerdos con la Unión Europea y los Estados Unidos impulsó el crecimiento de la productividad total de factores en un 0,4 %.

En el gráfico 2 se observa que el crecimiento de la productividad tuvo un fuerte incremento entre 2002 y 2006, para luego decaer levemente en los años posteriores. El aumento de la productividad en 2002-2006 es coincidente con la entrada en vigor de los acuerdos comerciales de Chile con la Unión Europea (2002) y Estados Unidos (2004) y el aumento de los términos de intercambio a contar del año 2002<sup>13</sup>.

13 Gráficos en anexos.



## Conclusiones

En general, los resultados entregan dos noticias, una negativa y una positiva. La negativa es que, si bien la productividad total de factores ha impulsado el crecimiento del sector, su aporte ha ido decayendo en los últimos años. La positiva es que aún existe mucho espacio para mejorar los niveles de productividad.

Los resultados sugieren que los principales componentes del crecimiento del sector silvoagropecuario para el periodo 1996–2016, en orden de importancia, son: el capital, la productividad total de factores y el trabajo.

Asimismo, las mejoras de la productividad total de factores en el sector silvoagropecuario tienen una correlación positiva y significativa con el aumento de la relación entre el gasto en I+D+i y el PIB sectorial, la mejora de los términos de intercambio y la apertura comercial con Estados Unidos y la Unión Europea.

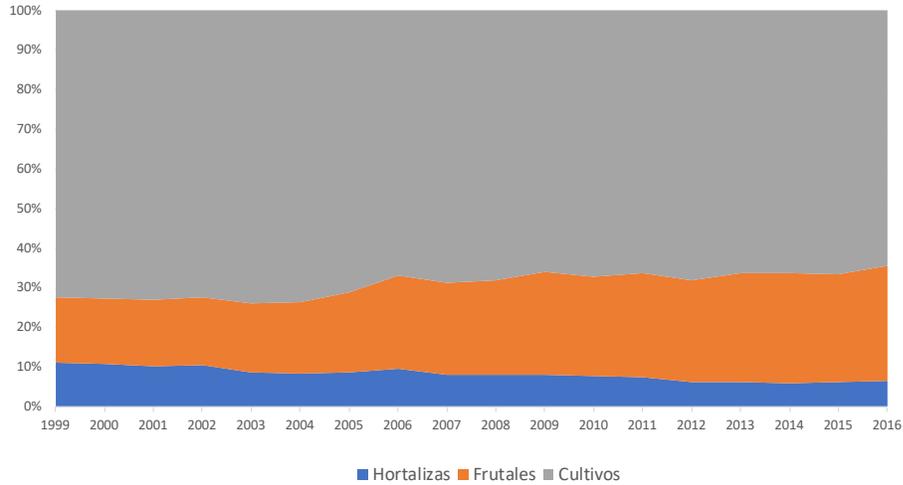
## Bibliografía

- Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. In Resource and output trends in the United States since 1870. NBER, 1-23.
- Aroca, P., & Garrido, N. (2017). Sectoral breakdown of total factor productivity in Chile, 1996-2010. CEPAL Review.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2012). Crecimiento Económico. Massachusetts: MIT Press.
- Bautista, R., & Valdés, A. (1993). The bias against agriculture: Trade and macroeconomic policies in developing countries. California: International Center for Economic Growth.
- Bravo-Ortega, C., & Lederman, D. (2004). Agricultural productivity and its determinants: revisiting international experiences. *Estudios de Economía*, 31(2), 133-163.
- Chenery, H., Robinson, S., Syrquin, M., & Feder, S. (1986). Industrialization and growth. New York: New York: Oxford University Press.
- Chumacero, R., & Fuentes, R. (2006). Economic growth in Latin America: Structural breaks or fundamentals? *Estudios de Economía*, 33(2), 141-154.
- Coelli, T., & Prasada Rao, D. (2003). Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000. Durban: Paper presented at the 2003 International Association of Agricultural Economics.
- Coeymans, J., & Mundlak, Y. (1993). Sectoral Growth in Chile. Washington: Research Report. IFPRI.
- De Gregorio, J. (2004). Crecimiento Económico en Chile: Evidencia, Fuentes y Perspectivas. Santiago: Documentos de Trabajo. Banco Central.
- Diewert, E. (2008). What Is To Be Done for Better Productivity Measurement. *International Policy Monitor*, (16).
- Diewert, W., & Morrison, C. (1986). Adjusting output and productivity indexes for changes in terms of trade. *The Economic Journal*, 96(383):659-679.
- Dornbusch, R. (1992). The case for trade liberalization in developing countries. *Journal of Economic Perspectives*, *Journal of Economic Perspectives*.
- Easterly, W., & Levine, R. (2001). It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. *The World Bank Economic Review*, 117-219.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84(1):66-83.
- Feder, G. (1983). On exports and economic growth. *Journal of development economics*, 12(1-2), 59-73.

- Ffrench-Davis, R., & Vivanco, D. (2016). Depreciación del Capital Físico, Inversión Neta y Producto Interno Neto. CIEPLAN-UTALCA.
- Fulginiti, L., & Perrin, R. (1998). Agricultural productivity in developing countries. *Agricultural economics*, 19(1-2), 45-51.
- Henríquez, C. (2008). Stock de Capital en Chile (1985-\*2005): Metodología y Resultados. Santiago.: Estudios en Economía Estadística. Banco Central.
- Jorgenson, D., & Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *The review of economic studies*, 34(3), 249-283.
- Kehoe, T., & Ruhl, K. (2008). Are shocks to the terms of trade shocks to productivity? *Review of Economic Dynamics*, 11(4), 804-819.
- Kumbhakar, S., & Lovell, C. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge university press.
- Larraín, M., Fuentes, R., & Schmidt-Hebbel, K. (2004). Fuentes del crecimiento y comportamiento de la productividad total de factores en Chile. Documentos de Trabajo (Banco Central de Chile), (287) 1.
- Lederman, D., & Maloney, W. (2003). R&D and Development. Washington: Policy Research Working Paper N° 3024. World Bank.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- Ludena, C. (2010). Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean. Washington: Research Department-IADB.
- Martin, W., & Mitra, D. (1999). Productivity Growth and Convergence in Agriculture and Manufacturing. Washington: World Bank, Country Economics Department.
- OECD. (2001). *Measuring Productivity: Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth*. Paris: OECD Publishing.
- OECD/FAO. (2017). *Agricultural Outlook 2017-2026*. Paris: OECD Publishing.
- Olavarría, J., Bravo-Ureta, B., & Cocchi, H. (2004). Productividad total de los factores en la agricultura chilena: 1961-1996. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 4(8), 121-132.
- Pérez, J. (2003). Stock de Capital de la Economía Chilena y su Distribución Sectorial. Santiago.: Documentos de Trabajo. Banco Central.
- Prescott, E. (1998). Lawrence R. Klein lecture 1997: Needed: A theory of total factor productivity. *International economic review*, 525-551.
- Solow, R. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Tyler, W. (1981). Growth and export expansion in developing countries: Some empirical evidence. *Journal of development Economics*, 9(1), 121-130.
- Vergara, R., & Rivero, R. (2006). Productividad Sectorial en Chile: 1986-2001. *Cuadernos de Economía*, 143-168.

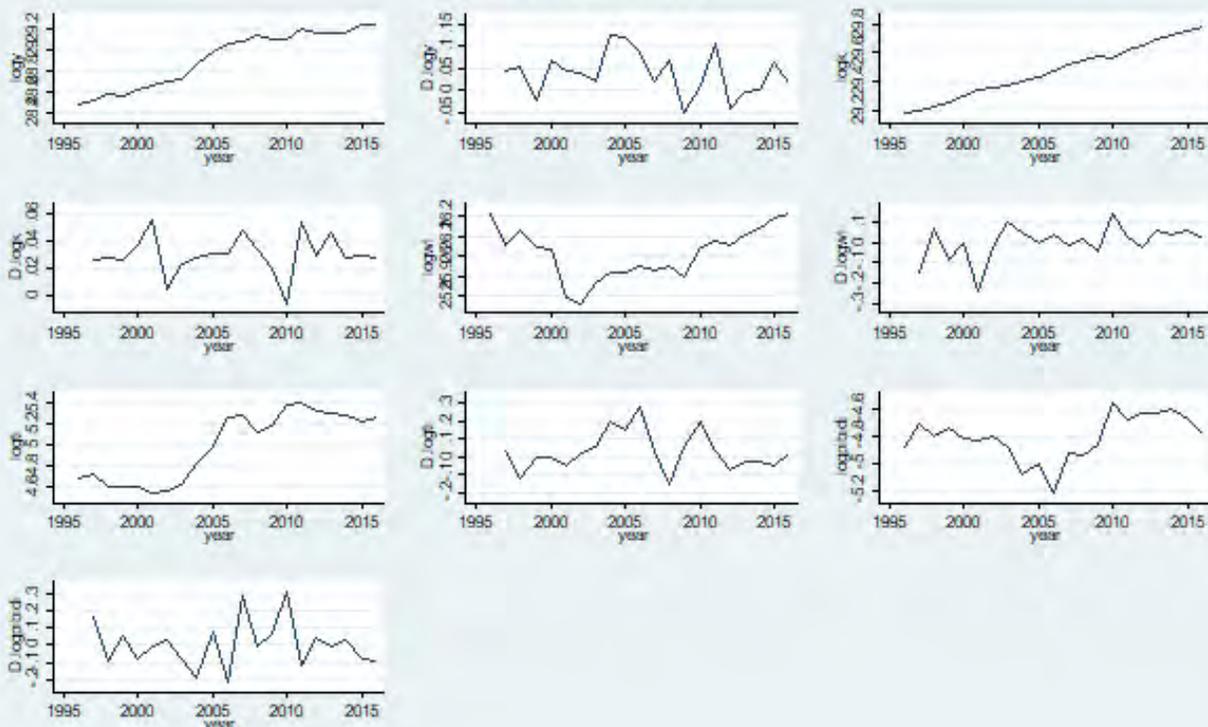
## Anexos

Evolución de la composición de la superficie hortofrutícola y cultivos



Fuente: elaborado por Odepa, basado en INE y Catastros Frutícolas..

## Análisis gráfico del PIBsap, factores productivos y determinantes de la PTF. 1996 - 2016



Fuente: elaborado por el autor.

Test de raíces unitarias de primeras diferencias de logaritmos de variables entre 1996-2016						
	PIB	SKN	L	W	Términos de intercambio	I+D+i en PIB
Dickey Fuller aumentado	0,001	0	0,0011	0,0005	0,0452	0,000
Phillip Perron	0,002	0	0,0011	0,0005	0,0496	0,000

$H_0 =$  Hay presencia de raíz unitaria.

Estimación de contribución de los factores al BIPsap y los determinantes de la PTF		
	$\Delta Y$	$\Delta PTF$
$\Delta K$	0,882***	
	(0,0619)	
$\Delta wL$	0,118*	
	(0,0619)	
LD.logti		0,176**
		(0,0813)
LD.logpibidi		0,156**
		(0,0488)
LD.dummy_usa		0,0499**
		(0,0175)
D.dummy_ue		0,0436**
		(0,0139)
N	20	19
R2		0,537
Test Durbin-watson		
(AR1)		1,97
Errores estándar en paréntesis.		
* p<1, ** p<.05, *** p<.001		