

# **Productividad total de los factores en el sector agropecuario de Argentina, 1913-2010**

*Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área  
Ciencias Agropecuarias*

Eugenia Saini

Ingeniera Agrónoma - Universidad de Buenos Aires - 1998

Lugar de trabajo: Washington, DC



**FAUBA**

Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano



**Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires**

## COMITÉ CONSEJERO

Director de tesis

**Daniel Lema**

Licenciado en Economía (Universidad Nacional de Mar del Plata)

Doctor en Economía (Universidad del CEMA)

Consejero de Estudios

**Carlos Ludeña**

Ingeniero Agrónomo (Universidad del Zamorano)

Masters of Science, Agricultural Economics (Purdue University)

Doctor of Philosophy, Agricultural Economics (Purdue University)

## JURADO DE TESIS

JURADO

**Ariel Coremberg**

Licenciado en Economía (Universidad de Buenos Aires)

Doctor en Economía (Universidad Nacional de La Plata)

JURADO

**Julio Nogués**

Licenciado en Economía (Universidad Católica Argentina)

Doctor en Economía (Universidad of Minnesota)

JURADO

**Patricia Lombardo**

Ingeniera Agrónoma (Universidad Nacional de Mar del Plata)

Doctora (Universidad de Buenos Aires)

Fecha de defensa de la tesis: 15 de Abril de 2016

## Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas que me alentaron y apoyaron en este proyecto, a la Universidad de Buenos Aires en donde forje todos mis conocimientos, al INTA, y al sector agropecuario argentino.

## Agradecimientos

Deseo extender un especial agradecimiento a las siguientes personas:

Daniel Lema

Carlos Ludena

Cesar Falconi

Pedro Martel

Hugo Li Pun

Eugenio Díaz Bonilla

Oswaldo Barsky

Al personal del Instituto de Economía y Sociología del INTA, especialmente a Martin Luccioni y Sofia Blumenthal

Al personal de la biblioteca del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, con especial referencia a Irene Herl

A mis amigos y colegas que me apoyaron en estos últimos años

## Declaración

*Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.*

## INDICE GENERAL

1	CAPITULO 1. INTRODUCCION .....	12
1.1	Presentación del Problema .....	12
1.2	Antecedentes .....	17
1.3	Objetivo .....	24
1.4	Hipótesis planteadas .....	24
2	CAPITULO 2. MATERIALES Y METODOS .....	26
2.1	Marco conceptual .....	26
2.1.1	Estimación de las tasas de crecimiento por subperíodos .....	29
2.2	Precios .....	30
2.3	Datos y empalmes .....	30
2.3.1	Sector agropecuario .....	31
2.3.2	Sector agrícola .....	36
2.3.3	Sector ganadero .....	38
3	CAPITULO 3. RESULTADOS .....	41
3.1	Cambios en el producto .....	41
3.2	Cambios en el uso de los factores .....	44
3.3	Cambios en la productividad total de los factores (PTF) .....	51
3.3.1	Sector agropecuario, 1913-2010 .....	51
3.3.2	Sector agrícola, 1962-2010 .....	54
3.3.3	Sector ganadero, 1962-2010 .....	55
3.4	Cambio en la productividad parcial del uso de los factores .....	56
3.4.1	Sector agropecuario, 1913-2010 .....	60
3.4.2	Sector agrícola, 1962-2010 .....	62
3.4.3	Sector ganadero, 1962-2010 .....	63
4	CAPITULO 4. DISCUSION .....	66
4.1	Evolución del sector agropecuario en la economía argentina .....	66
4.2	Hipótesis 1: La PTF del sector agropecuario en Argentina ha evolucionado en forma positiva en los últimos años, manifestando diferencias entre sub períodos. ....	68
4.3	Hipótesis 2: La PTF por sector productivo ha evolucionado de manera diferente, y las razones de ello pueden atribuirse a cambios en el contexto tecnológico, organizacional e institucional a lo largo del tiempo. ....	70
4.3.1	Sector agropecuario, 1913-2010 .....	71
4.3.2	Sector agrícola, 1962-2010 .....	78
4.3.3	Sector ganadero, 1962-2010 .....	83
4.4	Importancia del contexto internacional, tecnológico, organizacional e institucional sobre la productividad .....	88
4.5	Los cambios de contexto en Argentina .....	94
4.6	Comparación con otros estudios .....	103
5	CAPITULO 5. CONCLUSIONES .....	108
6	LIMITACIONES DEL ESTUDIO E INVESTIGACIÓN FUTURA .....	111
7	BIBLIOGRAFIA .....	113
8	APENDICE I. DATOS HISTORICOS .....	126
9	APÉNDICE II. OTRAS APROXIMACIONES AL ESTUDIO DE PTF .....	139
10	APÉNDICE III. ESTIMACIONES DE TASAS DE CRECIMIENTO .....	145

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1. Razones de la variación de la PTF del sector agropecuario de Argentina, según varios autores .....	13
Cuadro 1-2. Resumen de estudios de la PTF del sector agropecuario de Argentina, según distintos autores .....	16
Cuadro 1-3. Cambio promedio en la producción y el área cosechada de cereales y oleaginosas, 1960 a 2013 .....	18
Cuadro 1-4. Evolución del PBI, exportaciones e importaciones del sector agropecuario en Argentina, 1913-2010 .....	19
Cuadro 2-1. Descripción del producto, factores y precios utilizados en el estudio .....	31
Cuadro 3-1. Fuentes de crecimiento del sector agropecuario, agrícola y ganadero.....	42
Cuadro 3-2. Contribución de las fuentes factoriales y no factoriales (PTF) al crecimiento del producto agropecuario, agrícola y ganadero .....	43
Cuadro 3-3. Tasa de crecimiento de la productividad parcial del trabajo, tierra, y capital en el sector agropecuario entre 1913-2010.....	57
Cuadro 3-4. Tasa de crecimiento de la productividad parcial del trabajo, tierra, y capital en el sector agropecuario, agrícola y ganadero, .....	58
Cuadro 4-1. Participación de los factores en el costo total .....	95
Cuadro 4-2. Comparaciones de tasas de crecimiento de la PTF entre autores .....	104
Cuadro 4-3. Comparación de la tasa de crecimiento anual de los índices de producto, factores y PTF con Dias Avila y Evenson (2010) .....	105
Cuadro 8-1. Datos de producto, factores y precios del sector agropecuario, 1913-2010 .....	127
Cuadro 8-2. Precio de la tierra en pesos de 1993 por hectárea, entre 1913-2010.....	129
Cuadro 8-3. Datos de producto, factores y precios del sector agrícola, 1961-2010 .....	130
Cuadro 8-4. Datos de producto, factores y precios del sector ganadero, 1960-2010.....	131
Cuadro 8-5. Empalme para la serie de precios de categoría animal, 1962-2010.....	132
Cuadro 8-6. Coeficiente de ajuste del precio de la tierra para ganadería.....	132
Cuadro 8-7. Valor de la tierra del sector ganadero, en pesos constantes de 1993, 1960-2010.....	133
Cuadro 8-8. Índice de Tornqvist del sector agropecuario, 1913-2010 (1914=100).....	134
Cuadro 8-9. Índice de Tornqvist del sector agrícola, 1962-2010 (1962=100).....	135
Cuadro 8-10. Índice de Tornqvist del sector ganadero, 1962-2010 (1962=100).....	136
Cuadro 9-1. Números Índices de estimación de la PTF.....	140
Cuadro 9-2. Fuentes de cambio de la productividad.....	141
Cuadro 9-3. Análisis comparado de los métodos de estimación de PTF .....	142
Cuadro 9-4. Resumen de ventajas y desventajas de métodos para medir la PTF .....	142
Cuadro 10-1. Estimación del crecimiento del producto, total factores y PTF, 1913-2010.....	146
Cuadro 10-2. Estimación del crecimiento del producto, total factores y PTF, por décadas .....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.Comparación de rinde de trigo, maíz, soja, y girasol (en toneladas/hectárea) (1) .....	20
Figura 1-2. Producción de aceites y otros derivados de cultivos oleaginosos (2).....	20
Figura 1-3.Stock y producción de carne bovina .....	20
Figura 1-4. Producto Bruto Interno (PBI) del sector agropecuario y subsectores (millones de pesos de 1993), 1913-2010 .....	21
Figura 3-1. Evolución comparada del crecimiento del producto, 1962-2010.....	44
Figura 3-2. Evolución comparada del uso de los factores, 1962-2010.....	45
Figura 3-3. Participación de la tierra, el trabajo, el capital y los fertilizantes en el total de uso de los factores .....	46
Figura 3-4. Evolución comparada del uso de la tierra, 1962-2010 .....	48
Figura 3-5. Evolución comparada del uso del capital, 1962-2010.....	49
Figura 3-6. Evolución comparada del trabajo, 1962-2010.....	50
Figura 3-7. Evolución del uso de fertilizantes, 1962-2010 .....	50
Figura 3-8. Evolución del producto, el uso de factores y la PTF del sector agropecuario, 1913-2010 .....	51
Figura 3-9. Evolución del producto, el uso de los factores y la PTF del sector agrícola, 1962-2010	55
Figura 3-10. Evolución del producto, el uso de los factores y la PTF del sector ganadero, 1962-2010 .....	56
Figura 3-11. Productividad parcial a nivel sectorial .....	59
Figura 3-12. PTF y productividad parcial del trabajo, la tierra y el capital .....	65
Figura 4-1. Evolución del PBI agropecuario (millones de pesos y como porcentaje del total), 1913-2010.....	67
Figura 4-2. Participación del sector agrícola y ganadero en el PBI agropecuario (porcentaje) e índice de crecimiento (1913 = 100), 1913-2010 .....	67
Figura 4-3. Evolución de la producción de cereales y oleaginosas, 1913-2010 .....	67
Figura 4-4. Evolución comparada de la PTF por sector, 1962- 2010 .....	69
Figura 4-5. Contribución de los factores y la PTF al crecimiento del producto .....	70
Figura 4-6. Evolución de la superficie sembrada de cultivos, por región, entre 1960-2010 .....	81
Figura 4-7. Evolución porcentual de la participación del rodeo de cría e internada, 1960-2010.....	86
Figura 4-8. Evolución del rodeo de cría e internada, por categorías y en %, 1960-2010. ....	86
Figura 4-9. Evolución del stock bovino, 1960-2010.....	86
Figura 4-10. Evolución del índice de precios de los granos a nivel mundial.....	93
Figura 4-11. Evolución del índice de precios de los granos en Argentina.....	94
Figura 4-12. Participación de los factores en el costo total .....	97
Figura 4-13. Evolución del stock de maquinaria en uso (en unidades) .....	101
Figura 4-14. Evolución de la superficie sembrada con OGM.....	101
Figura 4-15. Composición del gasto público en I+D .....	101
Figura 8-1. Evolución del precio de la tierra en Argentina, 1913-2010 .....	137
Figura 8-2. Evolución del salario promedio anual en pesos de 1993, 1913-2010 .....	137
Figura 8-3. Evolución de la tasa de retorno del capital para el sector agropecuario, 1913-2010 ...	138
Figura 8-4. Evolución de la tasa de retorno del capital para el sector agrícola y ganadero, 1962-2010 .....	138
Figura 8-5. Evolución del precio de fertilizantes en pesos de 1993 por tonelada, 1962-2010 .....	138



## Abreviaturas

AACREA	Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
ALC	América Latina y el Caribe
CT	Cambio Técnico
CE	Cambio de Eficiencia
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIMMYT	International Maize and Wheat Improvement Center
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
DNCN	Dirección Nacional de Cuentas Nacionales
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IAPI	Instituto Argentino de Promoción del Intercambio
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
JNG	Junta Nacional de Granos
MECON	Ministerio de Economía y Finanzas Públicas
MINAGRI	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
OIE	Organización Internacional de Epizootias
PBI	Producto Interno Bruto
PTF	Productividad Total de los Factores
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
TICs	Tecnologías de la Información y Comunicación

## Resumen

La productividad total de los factores (PTF) explica el crecimiento del producto no atribuible al uso de los factores, lo que crea un importante debate sobre el impacto de las políticas y del cambio organizacional y tecnológico sobre la misma. Aunque la revisión de antecedentes fue extensa a nivel mundial, son acotados los trabajos actualizados referentes a América Latina y el Caribe (ALC) y a Argentina. Este estudio tiene por objetivo presentar una aproximación de la evolución de la PTF en los últimos 100 años, como así también de las fuentes factoriales del crecimiento del producto agropecuario. Los resultados muestran que durante el período 1913-2010 la PTF del sector agropecuario de Argentina creció al 1,5% anual, lo que explica el 86% de la variación del producto. Sin embargo, entre 1962 y 2010, la PTF creció al 1,9% anual en la agricultura y al 0,7% anual en la ganadería, lo que explica el 48% y 71%, respectivamente, del crecimiento del producto sectorial. En ambos casos la expansión territorial, el uso de insumos y la acumulación de stock animal fueron también clave. Si bien es cierto que el cambio tecnológico fue importante, por sí solo no fue suficiente. La revisión de los principales hechos históricos hace considerar que los contextos internacional, institucional y organizacional afectaron también a la PTF. El sector agropecuario argentino es aun altamente dependiente del uso de los factores para crecer, lo que remarca la necesidad de trabajar en una política de Estado de largo plazo y con base en estudios sectoriales y regionales de cómo incrementar la productividad como fuente no factorial del crecimiento del producto.

Palabras clave: productividad total de los factores, sector agropecuario, Argentina, tasa de crecimiento

## Abstract

Total Factor Productivity (TFP) explains the output growth that is not attributed to the use of inputs, which generates a significant debate over the impact of policies, organizational change, and technological change on TFP. Even though there was an extensive review of background information worldwide, updated papers on Latin America and the Caribbean (LAC), as well as on Argentina, are limited. The objective of this study is to set forth an approximation of the development of TFP over the past 100 years, as well as that of factor sources regarding agricultural output growth. Results show that during the 1913 to 2010 period TFP in Argentina's agricultural sector grew by 1.5% per annum, which explains the 86% output increase. However, between 1962 and 2010 TFP grew by 1.9% per annum in agricultural crops and by 0.7% per annum in livestock farming, which explains the 48% and 71% output growth in each sector, respectively. Land expansion, input use, and livestock accumulation played a key role in both cases. Even though technological change was significant, it was not the only aspect involved. The review of key historical facts suggests that international, institutional, and organizational contexts also affected TFP. The growth of Argentina's agricultural sector is still highly dependent on the use of inputs, which highlights the need for work on a long-term state policy based on sector and regional studies about how to increase productivity as a non-factor source of output growth.

**Keywords:** Total factor productivity, agricultural sector, Argentina, growth rate.

## 1 CAPITULO 1. INTRODUCCION

### 1.1 Presentación del Problema

La productividad total de los factores (PTF) es la relación (o diferencia) entre la producción agregada y los factores agregados utilizados, o también el crecimiento en el producto no explicado por el crecimiento en los insumos, considerándosela como un residuo. Es decir, la PTF explica la variación no factorial del crecimiento del producto agropecuario y por tanto hace que exista un gran debate sobre el impacto de las políticas, el cambio tecnológico, y otras cuestiones, sobre ella. Aunque la revisión de antecedentes ha sido extensa a nivel mundial, regional y nacional, son acotados los trabajos actualizados referentes a América Latina y el Caribe (ALC) y a Argentina. Algunos trabajos enfocan el tema de PTF a nivel macroeconómico (Elías, 1992; Coremberg, 2008, 2009), mientras que otros tienen una visión más regional (Ludena, 2010; Trindade, 2012), y sectorial histórica (Ballesteros, 1957; Díaz Alejandro, 1975; Elías, 1992; Lema, 1999; Lence, 2010). En la revisión bibliográfica de estudios de PTF del sector agropecuario argentino en particular, se observó mucha heterogeneidad, no solo en los resultados de las estimaciones (a veces contrapuestos) sino también en la identificación de las potenciales causas de su variación a lo largo de los últimos 100 años. Entre ellos, los más importantes refieren a cambios tecnológicos, organizacionales e institucionales (Cuadro 1-1). Existen estudios sobre la variación del producto, los factores y la PTF en perspectiva histórica realizados por Ballesteros (1957), Díaz Alejandro (1975), Cavallo y Mundlak (1982), y Elías (1992).

Cuadro 1-1. Razones de la variación de la PTF del sector agropecuario de Argentina, según varios autores

Autor	Período	Causas
Ballesteros (1957)	1908-1954	Ambiente institucional interno y externo
Díaz Alejandro (1975)	1900-1960	Ambiente institucional interno y externo
Cavallo y Mundlak (1982)	1940-1972	Política impositiva y de precios
Fulginiti y Perrin (1990)	1940-1980	Intervención del Estado, carga impositiva, lento avance tecnológico
Elías (1992)	1950-1980	Políticas que promovieron la expansión del uso de la tierra, el capital, y la infraestructura
Lanteri (1994)	1950-1990	Productividad de la mano de obra y de la tierra, el uso de maquinaria y fertilizantes
Lema (1999)	1970-1997	Cambio tecnológico, calidad de insumos, y el capital humano
Parellada y Ekboir (2002)		Maquinaria agrícola (labranza cero)
Chudnovsky y López (2005)	1962-2000	Modernización tecnológica, capacidad de almacenaje, inversión, emprendedorismo, ambiente macroeconómico, liberalización del mercado y apertura económica, estabilidad institucional, infraestructura
Trigo y Cap (2006)	1990's-2000's	Introducción de semillas mejoradas genéticamente
Baharati y otros (2007)	1972-2002	Cambio técnico, investigación y desarrollo, factores institucionales
Coremberg (2008)	1990-2004	Uso y acumulación de factores, productividad de la mano de obra, organización de la producción, cambios cíclicos del uso de factores, redistribución intersectorial de factores, efectos de sustitución
Coremberg (2009)	1990-2006	Productividad de la mano de obra, TIC's, recursos naturales, sector servicios, calidad de los factores productivos, tipo de cambio alto, precio de los granos básicos
Lence (2010)	1990's	Recursos naturales, políticas, adopción de nuevas tecnologías, expansión de la frontera agrícola, intensificación del uso de la tierra, nuevas formas de organización de la producción, apertura de mercado, tipo de cambio
Ludena (2010)	1960-2007	Cambio tecnológico
Dias Avila, Romano y Garagorry (2010)	1961-2001	Adopción de variedades, investigación agrícola, extensión rural, incremento de la escolaridad

Fuente: Elaboración propia en base a recopilación de antecedentes nacionales e internacionales

Según ellos, luego de la Segunda Guerra Mundial las políticas adoptadas por el gobierno afectaron negativamente a los precios relativos de los principales granos, a la contratación de la mano de obra, y por tanto al índice de producción agropecuaria; haciendo que solo una pequeña parte de los adelantos tecnológicos desarrollados en EE.UU en dicha época pudieran ser incorporados en el país. No es hasta los 60 que la tendencia se revierte, y se destaca que la creación del INTA (en 1956) si bien favoreció el cambio tecnológico y por tanto la producción y productividad, no fue hasta los 90 cuando acompañó más de cerca el proceso de adopción del uso de las tecnologías como los fertilizantes (Reca, 2006). Sin embargo, los controles de precios e impuestos aplicados al sector en forma recurrente, como también el elevado proteccionismo industrial a los sectores proveedores de insumos agropecuarios (como las empresas de fertilizantes), hicieron que la agricultura argentina crezca más lentamente entre 1940-72 (1.4%) que entre 1908-20 (1.8%). De hecho, Díaz Alejandro (1975) cita que tales políticas creaban una alta variabilidad en los precios relativos, afectando negativamente a las expectativas de crecimiento del productor. Existen otros trabajos que señalan vinculaciones entre la variación del producto agropecuario y las fuentes factoriales (tierra, trabajo y capital) y no factoriales (PTF) del crecimiento. Entre ellas se destaca que la modernización de las tecnologías (maquinaria, semillas, fertilizantes, y agroquímicos) y las nuevas formas de organización de la producción, facilitaron la expansión de la frontera agrícola y la mayor intensidad del uso de la tierra, favoreciendo la PTF (Coremberg, 2009, Lence, 2010).

Durante el proceso de revisión bibliográfica, se identificó disparidad en los resultados alcanzados en la estimación de la PTF (Cuadro 1-2). Por ejemplo Lence (2010) y Trindade (2012) encontraron resultados contrapuestos respecto de la PTF para el agro argentino,

dependiendo del método y la serie de tiempo utilizada. Se observa que algunos autores han utilizado funciones de producción (Lanteri, 1994; Artana, Cristini, y Pantano, 2001; Bravo-Ortega y Lederman, 2004), otras relaciones contables (Lema 1999; Dias Avila y Evenson, 2004), o la metodología de análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis, DEA) (Coelli y Rao, 2005; Nin-Pratt y Yu, 2008), y de frontera estocástica (Bharati y Fulginiti, 2007). También existe divergencia en los datos utilizados en cada caso, algunos utilizan fuentes oficiales (Lema 1999; Artana, Cristini, y Pantano 2001; y Lanteri 1994), mientras que otros de FAO. La información comparada revela importantes diferencias en el crecimiento de la PTF: mientras algunos autores indican contracción otros indican un crecimiento, aun para el mismo período. Por ejemplo, Coelli y Rao (2005) indican una contracción del -2.7% entre 1980-2000, Arnade (1998) de -1.85% entre 1961-1993; Trueblood y Coggins (2003) de 2.63% entre 1961-91; y Fulginiti y Perrin (1998) de -4.8% entre 1961-1985. Por el contrario, se encontró que la PTF creció al 2.88% entre 1964-2003 (Nin-Pratt y Yu, 2008); al 1.94% entre 1964-92 (Lanteri,1994), al 0.49% y 1.09% para las décadas del 60 y 70 (Elías, 1992). El mismo cuadro revela otras heterogeneidades adicionales en las estimaciones del crecimiento de la PTF de la agricultura argentina. Por ejemplo, las estimaciones de Nin-Pratt y Yu (2008) indican que la PTF creció lentamente al 1.97% entre 1963-1984, comparado con 2.88% entre 1964-2003. En contraste, utilizando los mismos datos de FAOSTAT, Dias Avila y Evenson (2004) encontraron una PTF mayor para 1981-2001 (de 2.35% anual) respecto a 1961-1980 (de 1.83% anual). En el caso de Coelli y Rao (2005) muestran que usando el índice de Tornqvist (en vez del Índice Malmquist) la estimación pasa de una contracción del -2.7% a un crecimiento del 0.4% por año.

Cuadro 1-2. Resumen de estudios de la PTF del sector agropecuario de Argentina, según distintos autores

Fuente	Período	PTF (%)	Método	Fuente de Datos
Ballesteros (1957)	1940	1.3	Números Índices	Fuentes varias
	1952	-0.2		
Elías (1992)	1950-1980	0.44	Relaciones contables	Fuentes varias
Lema (1999)	1970-1997	1.55	Relaciones Contables. Serie de tiempo	SAGPyA
Arnade (1998)	1960-1993	-1.9	DEA	
Fulginiti y Perrin (1998)	1961-1985	-4.8	DEA	
Artana y otros (2001)	1981-1999	2.2	Función de producción. Serie de tiempo	SAGPyA, INDEC
Lema y Brescia (2001)	1970-1997	1.85	Relaciones contables. Serie de tiempo	SAGPyA
Nin, Arndt y Preckel (2003)	1961-1994	2.5	DEA	20 países
Trueblood y Coggins (2003)	1961-1991	-2.6	DEA	115 países
Bravo-Ortega y Lederman (2004)	1960-2000	1.8	Translog	FAOSTAT
	1961-2000	1.84	Estimación de la función de producción	
	1980-2000	-2.7	Índice de Malmquist y DEA	FAOSTAT
Coelli y Rao (2005)	1980-2000	0.4	Índice de Tornqvist y DEA	FAOSTAT
Alaudin y otros (2005)	1980-2000	-2.7	Índice de Malmquist y DEA	FAOSTAT
Lanteri (2004)	1955-2003	-0.94	Translog. Serie de tiempo	SAGPyA, FAOSTAT
Bharati y Fulginiti (2007)	1972-2002	2.15	Translog	FAOSTAT
Nin-Pratt y Yu (2008)	1964-2003	2.88	Índice de Malmquist y DEA	FAOSTAT
Ludeña (2010)	1961-2007	2.4	Índice de Malmquist y DEA	120 países
Dias Avila y Evenson (2010)	1981-2001	2.35	Relaciones Contables. Serie de tiempo	FAOSTAT
Lema (2010)	1968-2008	2.43	Índice de Tornqvist. Solo sector agrícola	SAGPyA
Trindade (2012)	1969-2009	1.416	Ordinary Least Squares (OLS) (1)	FAOSTAT
		1.795	Fronteras estocásticas	
		-0.955	Índice de Malmquist	

Fuente: Elaboración propia con base a Lence, (2010) y Ludena (2010). Nota: (1) Mínimos Cuadrado Ordinarios



Un trabajo reciente e interesante es el presentado por Trindade (2012) quien señala para Argentina por ejemplo, dos resultados de PTF opuestos utilizando diferentes metodologías: PTF positiva utilizando fronteras estocásticas y PTF negativa con el índice de Malmquist. El autor señala que las razones de ello refiere a cuestiones metodológicas: en el caso de fronteras estocásticas (método paramétrico) se permite más variabilidad, mientras que en índice de Malmquist (método no paramétrico) es más volátil, pues utiliza información de dos períodos consecutivos y por tanto es más factible de generar valores negativos cuando existen caídas de la PTF entre dos años seguidos. Este último método es más sensible a valores extremos en series de tiempo, razón por la que se utilizan índices acumulados y no los promedios anuales. Trindade señala que la PTF fue más influenciada por el cambio técnico (innovación) que por los cambios de eficiencia. En síntesis, la literatura indica que las estimaciones existentes en PTF para el sector agropecuario de Argentina son heterogéneas dependiendo de la serie temporal analizada, los datos disponibles, las metodologías y los supuestos teóricos utilizados; y que según los autores citados en el cuadro anterior, son numerosas las razones de su variación.

## 1.2 Antecedentes

Argentina ha ocupado posiciones destacadas en el ámbito mundial como productor y exportador de materias primas agropecuarias y alimentos desde fines del siglo XIX. Así también posee una amplia dotación de recursos naturales y regiones climáticas, que sostienen la capacidad de producción del país. Esto resalta la importancia que posee el sector agropecuario, no solo por las implicancias sobre la seguridad alimentaria nacional e internacional, sino también por el uso de la dotación de recursos naturales que genera al país ventajas comparativas destacables, y además por la capacidad de ser fuente de recursos

fiscales genuinos, ya sea por el potencial de eslabonamiento con el sector de servicios y la industria; y por las exportaciones. Varios estudios de Fundación FADA señalan la importancia del sector y las políticas que podrían fomentar el desarrollo del sector agropecuario y agroindustrial como dinamizador de la economía argentina.

De acuerdo a los datos de FAO (2015), la producción del país creció siguiendo la tendencia mundial, a razón del 2% anual entre 1960-2013, y ha participado en forma creciente en las exportaciones mundiales de productos agropecuarios. Si se toma en cuenta los cereales y oleaginosas, y considerando, Argentina participó con el 1.6% y el 1.5% de la producción y el área cosechada mundial de cereales; y con el 4.1% y el 4.3% de la producción y área cosechada mundial de oleaginosas. Es destacable que mientras en el mismo período el crecimiento promedio de la producción mundial de cereales fue 2.3%, Argentina creció en 4.2%; y en el caso de las oleaginosas, mientras el mundo creció al 4.1%, Argentina al 7.1% (FAO, 2015) (Cuadro 1-3).

Cuadro 1-3. Cambio promedio en la producción y el área cosechada de cereales y oleaginosas, 1960 a 2013

Cultivo y Período	Producción (%)			Área Cosechada (%)		
	Argentina / Mundo	Crecimiento Argentina	Crecimiento Mundo	Argentina / Mundo	Crecimiento Argentina	Crecimiento Mundo
<b>Cereales</b>						
1960/2013	1.6	4.2	2.3	1.5	0.8	0.2
2000/2013	1.7	5.3	2.2	1.4	1.1	0.5
<b>Oleaginosas</b>						
1960/2013	4.1	7.1	4.1	4.3	4.7	1.9
2000/2013	5.8	5.2	4.4	7.0	3.7	2.0

Fuente: Elaborado con base a FAO, 2015

Similarmente, en cuanto a los principales cultivos también se advierte que el país mejoró el rendimiento por hectárea acercándose a niveles de los principales competidores (Figura 1-1). A lo largo de las últimas décadas, el país avanzó en el procesamiento de las oleaginosas, creciendo el sector de aceites como también otros derivados industriales, los

cuales se exportan en su mayor parte (Figura 1-2). Si se considera el sector de carne bovina, éste disminuyó su participación mundial, pero aun así mostró una mayor productividad individual por animal (Figura 1-3). La producción ganadera históricamente se basó en pasturas y pastizales, sin embargo a medida que se trasladó a zonas marginales la productividad por hectárea mejoró gracias a la suplementación con grano y el engorde a corral. A principios del siglo XX, el valor agregado agropecuario representaba alrededor del 11% del Producto Bruto Interno (PBI), con especial participación del sector agrícola (46%) respecto al ganadero (37%) (Ferrerres, 2010) (Cuadro 1-4, Figura 1-4). Sin embargo hacia fines del siglo XX y principios del XXI, la participación del sector en el PBI fue de aproximadamente el 5%, con una mayor importancia del agrícola (62%) respecto al ganadero (28%). Si bien la tendencia del crecimiento del valor neto de la producción agropecuaria fue creciente (con alguna caída alrededor del 2009), fue el sector agrícola el que lideró tal cambio.

Cuadro 1-4. Evolución del PBI, exportaciones e importaciones del sector agropecuario en Argentina, 1913-2010

Período	Producto Interno Bruto (PBI) (millones de pesos de 1993)			Exportaciones (millones de US\$ corrientes)			Importaciones Totales
	Total	Agropecuario	PBI Agropecuario (%)	Total	Agropecuario	Exportaciones agropecuarias (%)	
1913-1940	37,856	4,223	11.2	628	626	99.4	519
1941-1960	79,492	5,939	7.5	972	972	100.0	947
1961-1990	170,826	9,173	5.4	4,842	3,294	66.0	3,547
1991-2010	298,813	15,407	5.2	39,227	22,136	57.0	33,065

Fuente: Elaboración con base a Ferrerres, 2010

Figura 1-1. Comparación de rinde de trigo, maíz, soja, y girasol (en toneladas/hectárea) (1)

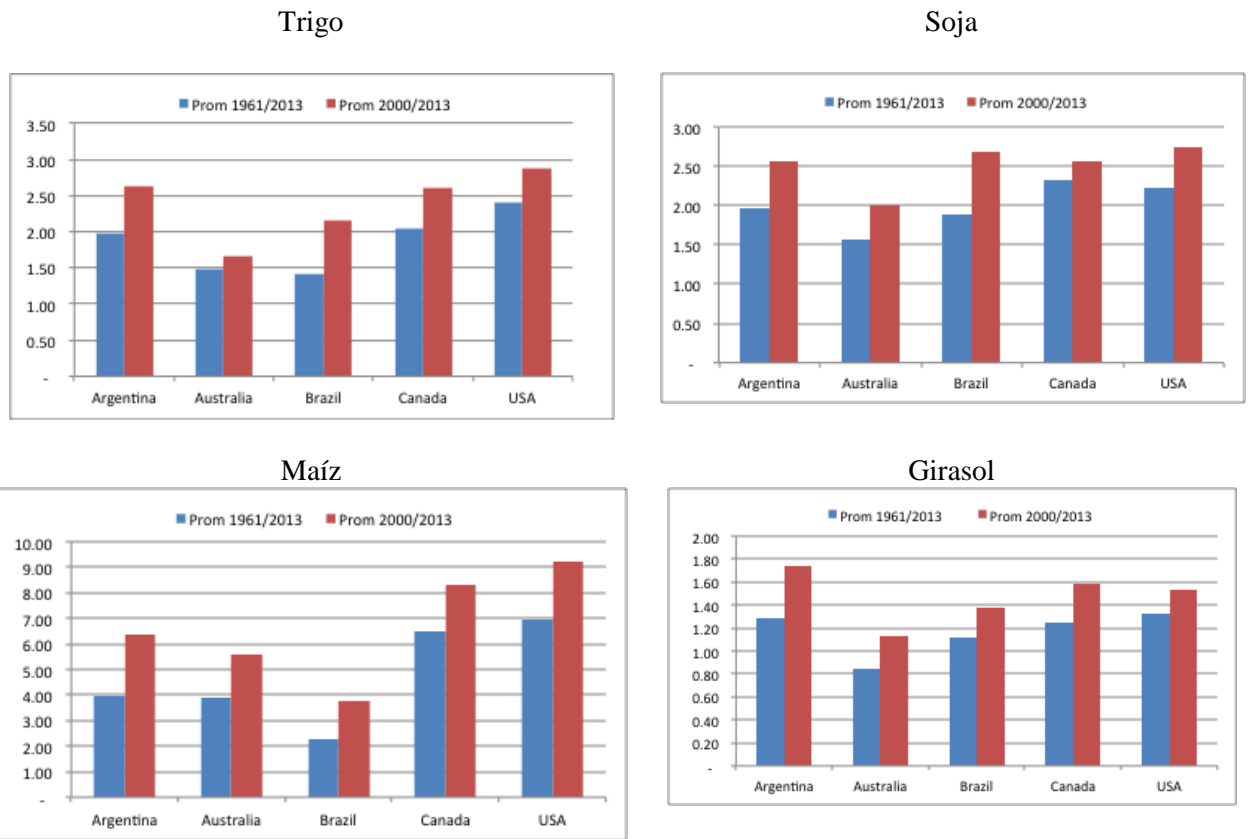


Figura 1-2. Producción de aceites y otros derivados de cultivos oleaginosos (2)

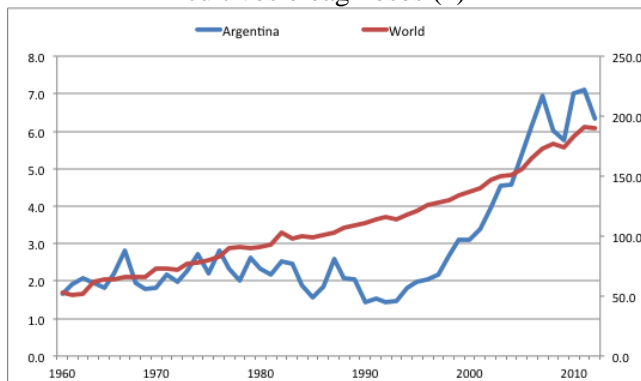
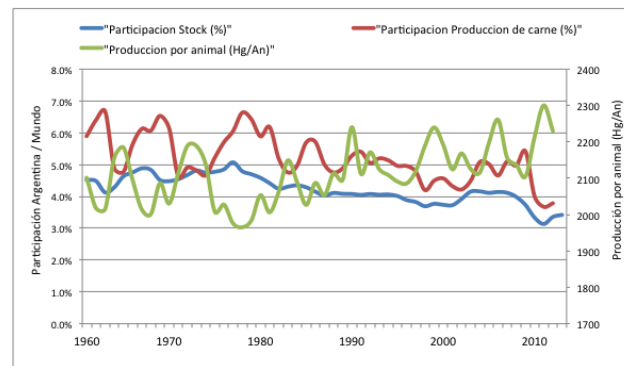
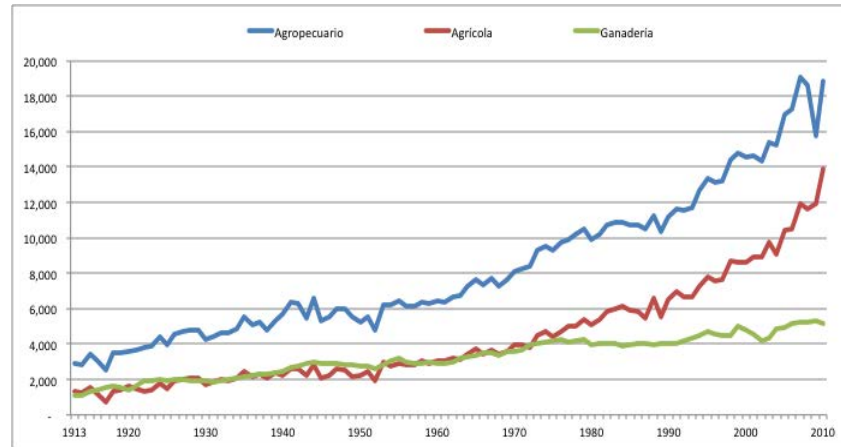


Figura 1-3. Stock y producción de carne bovina



Fuente: Elaboración con base a FAO, 2015. Nota: (1) En los ejes verticales se presenta el rinde en (en toneladas/hectárea). (2) En eje vertical con producción de aceites y otros derivados en millones de toneladas.

Figura 1-4. Producto Bruto Interno (PBI) del sector agropecuario y subsectores (millones de pesos de 1993), 1913-2010



Fuente: Elaborado con base a Ferreres, 2010

Ludena (2010) cita que la mayor parte de los estudios de PTF refieren a grupos de países y de series de tiempo anteriores al 2000, y solo uno hasta el 2007. Especialmente en ALC existen pocas referencias de estudios específicos por país, por ejemplo en Argentina (Lence, 2010; Lema y Brescia, 2001; Lema y Parellada, 2000; Lema y Battaglia, 1998), en Brasil (Rada, Buccola y Fuglie, 2011; Pereira y otros., 2002; Gasques y Conceição, 2001), en Chile (Olavarría, Bravo-Ureta y Cocchi, 2004), en México (Fernández Cornejo y Shumway, 1997), en Uruguay (Arancet y Calvete, 2003), y otro trabajo en Región Andina (Pfeiffer, 2003) y en países de América del Sur (Bharati y Fulginiti, 2007).

Con relación a los trabajos realizados sobre fuentes factoriales y no factoriales del crecimiento del producto del sector agropecuario argentino, se destacan varios autores que la analizan en diferentes momentos de la historia nacional. Ballesteros (1957), Díaz Alejandro (1975), Cavallo y Mundlak (1982), y Elías (1992) realizan estudios históricos de la evolución del producto, el uso de los factores y la PTF, destacando como ésta última fue afectada por el ambiente internacional y nacional institucional, organizacional y

tecnológico. Por ejemplo, Fulginiti y Perrin (1990), demostraron como las intervenciones de gobierno durante 1940-1980 redujeron significativamente la tasa de crecimiento del sector entre 25% a 30%. Mientras que Lence (2010) observa una rápida recuperación a partir de 1990, sugiriendo que el sector es extremadamente sensible a los cambios de política económica, y que tiene amplia capacidad de respuesta para generar recursos al Estado. Especialmente, la adopción de nuevas tecnologías, la expansión de la frontera agrícola, la intensificación del uso de la tierra, y la aparición de nuevas formas de organización de la producción, fueron testigo de la mejora sustancial en la productividad del sector en general. Esto coincide con lo hallado por Ludena (2010) y Dias Avila, Romano y Garagorry (2010), estudios que son los más actualizados en ALC. El primer autor realiza un extenso estudio sobre el crecimiento de la productividad en la región entre 1960-2007, y sugiere que este desempeño está vinculado al cambio tecnológico más que a mejoras en eficiencia, dado por la inclusión de tecnologías que ahorran costo (cultivos genéticamente modificados, labranza-cero, el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) para fertilización y cosecha, y los procesos de transferencia tecnológica. Elías (1978, 1992) destaca que en la década del 70 existió crecimiento del sector basado en el mayor uso de capital, aunque no de la mano de obra (migración rural); estableciendo que la participación de la PTF en el crecimiento del producto agropecuario fue solo del 21%, y su tasa anual acumulada entre 1950-1980 del 0.44%. Sin embargo, Lence (2010) cita a Lanteri (1994) que indagó sobre las fuentes de crecimiento y la innovación entre 1950-1992; estimó una tasa de cambio técnico de 1.9% y un aporte del 20% de los insumos al producto. Por otro lado, Lema (1999) encontró que entre 1968-2008, el crecimiento del producto se debió a la contribución del factor tierra (20%), trabajo (0,2%), capital (6,4%), fertilizantes

(4,8%), y en un 69% a la PTF. Y dentro de esta última, el cambio tecnológico habría sido clave: la mejora en la calidad de los insumos, maquinarias, nuevas prácticas de cultivo, formas de organización de la producción, y mayor calidad del capital humano, entre otros. A partir de la década del 90, la mejora en productividad experimentada se debió en gran parte a la modernización de los paquetes tecnológicos basados en la importación de insumos claves, la introducción de materiales genéticamente modificados en soja, maíz, algodón resistentes a herbicidas y plagas (Chudnovsky y López, 2005; Trigo y Cap, 2006), a la modernización de la maquinaria agrícola (siembra directa) (Parellada y Ekboir, 2002, Alapin, 2008); como así también a la mejora de la capacidad de almacenaje y la gestión logística de la producción. Por otro lado, Coremberg (2008, 2009) examina las fuentes de crecimiento de la PTF en Argentina de modo de identificar el perfil de crecimiento entre 1990-2004. El autor establece que la variación está vinculada al uso y acumulación de factores de producción, la productividad de la mano de obra, la organización del proceso de producción, las TIC's, y los recursos naturales, como también el sector de servicios. Otros estudios se enfocaron en el uso de indicadores técnicos y económicos de las actividades productivas, encontrando que la máxima PTF fue del trigo (5% anual), seguido por soja (entre 2.4%-2.8%), girasol (1%-3%) y maíz (alrededor 1%) (Gallagher, 1999).

Con base a la bibliografía revisada y teniendo en cuenta los últimos 100 años de la historia del país, puede decirse que existió un crecimiento sostenido del producto agropecuario pero con gran heterogeneidad en cuanto a las razones de sus principales fuentes factoriales y no factoriales de variación. En este sentido, la actualización de la evolución de las mismas puede ser un tema crucial para conocer la capacidad nacional de incrementar el producto agropecuario, pero con base a mayores ganancias de productividad.

### 1.3 Objetivo

El objetivo principal de esta investigación es generar nueva evidencia de la evolución de la Productividad Total de los Factores (PTF) del sector agropecuario argentino en los últimos 100 años, con especial referencia a las fuentes factoriales y no factoriales de crecimiento del producto; y las razones de su variación.

### 1.4 Hipótesis planteadas

La revisión de antecedentes sobre las razones de la variación de la PTF del sector agropecuario abre un extenso debate. La investigación intentará responder algunas de las siguientes preguntas:

*¿La PTF se ha mantenido con tendencia uniforme a lo largo del tiempo?, y si no se mantuvo, ¿cual/les han sido los momentos de cambio de tendencia?, ¿cuáles serían las posibles razones de los cambios de tendencia?, las políticas de economía abierta han favorecido el crecimiento de la PTF? ¿cuáles han sido los perfiles de crecimiento del sector agropecuario argentino?, ¿se podrían mantener tales perfiles en el largo plazo, o de que dependen?, ¿con el/los actuales patrones de crecimiento de productividad, Argentina podría seguir abasteciendo la demanda interna a la vez que mantener su posición competitiva en los mercados internacionales?; o ¿qué otras implicancias generaría la variación de la PTF?. ¿Existen cuestiones metodológicas que estén afectando el cálculo?.*

De esta forma, la investigación indagará dos hipótesis principales:



***Hipótesis 1: La PTF del sector agropecuario en Argentina ha evolucionado en forma positiva en los últimos años, manifestando diferencias entre sub períodos.***

Con esta hipótesis se desea ahondar sobre la evolución de la PTF a lo largo del tiempo realizando una nueva estimación, e intentando identificar cambios de tendencia a lo largo del período bajo estudio. Si la tendencia de la evolución no es uniforme, entonces deben existir momentos a lo largo de la serie de tiempo en donde las fuentes factoriales u otras vinculaciones con el ambiente la hayan afectado.

***Hipótesis 2: La PTF por sector productivo ha evolucionado de manera diferente, y las razones de ello pueden atribuirse a cambios en el contexto tecnológico, organizacional e institucional a lo largo del tiempo.***

Con esta hipótesis se desea, por un lado conocer la evolución de la PTF del sector agrícola y ganadero; intentando identificar si existen cambios de tendencia que coinciden o no con las del sector agropecuario. Si la tendencia de cada una de estas no es continua, deben existir otros factores que la hayan afectado.

## 2 CAPITULO 2. MATERIALES Y METODOS

El capítulo está organizado de la siguiente manera. Primero se presenta el marco conceptual de la productividad y las distintas aproximaciones para su estimación. Esto incluye el número índice de Tornqvist, que fue utilizada en el trabajo; el cálculo de las tasas de crecimiento del producto, los factores y la PTF. Segundo, se presenta una sección sobre el ajuste de precios a moneda constante de 1993. Y tercero, se presenta por sector (agropecuario, agrícola y ganadero) un detalle de las variables utilizadas, sus empalmes y fuentes de datos.

### 2.1 Marco conceptual

La Productividad Total de los Factores (PTF) es la relación (o diferencia) entre la producción agregada y los insumos agregados utilizados. Entre los primeros antecedentes se encuentran los estudios de Cobb and Douglas (1928), en donde definen a la función de producción con dos insumos (capital y trabajo). La función es:  $Y = AL^\beta K^\alpha$  donde  $Y$  es el producto,  $K$  es el stock de capital,  $L$  es el trabajo,  $A$  representa la PTF, y  $\alpha$  y  $\beta$  son la elasticidad producto del capital y el trabajo, es decir miden el cambio en el producto ante variaciones de estos factores. Otro de los antecedentes destacables fue el realizado por Solow (1956). Según este, la PTF es la porción del crecimiento del producto no atribuible al aumento del uso de insumos, y por tanto se la reconoce como un residuo (residuo de Solow). La estimación de la productividad es simple cuando se trata de un solo producto e insumo (productividad parcial); sin embargo, es más compleja cuando intervienen múltiples productos e insumos (productividad total). Coelli y otros (2005) señalan que en general se han aplicado cuatro métodos para la estimación de la PTF, ellos son: modelos

econométricos (LS), el Índice de Productividad Total de los Factores (PTF) (Índice de Tornqvist), el análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis, DEA), y fronteras estocásticas (SF). Un resumen de los mismos se puede apreciar en el Cuadro 9-3 y Cuadro 9-4 del Apéndice II.

En este trabajo, al tenerse en cuenta una serie larga de tiempo de 100 años y variables agregadas de precios y cantidades, se decidió estimar la PTF a través del número índice de Tornqvist. Este índice captura la variación de precios y de cantidades que se produce por el cambio en la composición de insumos y productos en las actividades. Este efecto de cambio estructural es característico de la producción agropecuaria y especialmente en series largas de tiempo, pues la decisión por parte de los productores de que producir y que recursos asignar está estrechamente vinculada a la relación de precios esperados de cada año en particular. Se analizó la evolución del producto, el uso de factores y la PTF para el período 1913-2010, tanto para el sector agropecuario como para el sector agrícola y ganadero. Se estimó el Índice de Tornqvist sobre los promedios móviles de tres años de las variables antes mencionadas. Para ello se utilizó el software “TFP Version 1 Index Program” desarrollado por el Centro de Análisis de Eficiencia y Productividad (CEPA, 2014) del Departamento de Econometría de la Universidad de New England.

La estimación de la PTF a partir del Índice de Tornqvist se realiza a partir del siguiente cálculo:

$$\ln \text{PTF}_{st} = \ln \text{Índice Producto}_{st} - \ln \text{Índice Insumo}_{st} \quad (1)$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n [w_{is} + w_{it}] [\ln y_{it} - \ln y_{is}] - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k [v_{js} + v_{jt}] [\ln x_{jt} - \ln x_{js}] \quad (2)$$

Siendo:

*s y t* dos períodos diferentes de tiempo

- $y$       *el vector producto*
- $w$       *los ponderadores de productos en cada período*
- $x$       *el vector de insumos o factores*
- $v$       *los ponderadores de los insumos parciales*
- $i$  y  $j$     *i commodities y j insumos*

Adicionalmente a los métodos, existen otras cuestiones a tener en cuenta desde el punto de vista del tratamiento de los datos y la interpretación de resultados:

- (i) Cuando se desea estimar la PTF en series largas de tiempo, uno de los principales problemas está relacionado a la falta de datos y/o a la calidad de los mismos; por lo que se utilizan otros métodos diferentes al índice de Tornqvist que no requieren datos de precios (como por ejemplo el uso del índice de Malmquist o funciones distancia) (Trindade, 2012).
- (ii) Para el método de estimación utilizado, se consideró que las firmas son técnicamente eficientes (Coelli y otros, 2005). Es decir que las firmas se encuentran en la frontera de producción, y maximizan el producto con la misma combinación de insumos. Es un supuesto de los números índices, pues implica que no voy a medir la eficiencia técnica de las firmas con esta metodología.
- (iii) Tanto los productos como los insumos no son homogéneos en series largas de tiempo, tanto en calidad como en tipo, lo cual podría causar un sesgo en el análisis. Por ejemplo, a lo largo del tiempo las semillas han mejorado genéticamente y poseen actualmente mayor cantidad de atributos que hace 100 años atrás (atributos como tolerar plagas y enfermedades, resistir herbicidas o eventos climáticos extremos como las sequías, entre otros). Similarmente, puede aplicarse esto tanto a

otros insumos (agroquímicos, fertilizantes) como a nuevos productos (granos con mayor contenido de aceite y/o proteína).

### 2.1.1 Estimación de las tasas de crecimiento por subperíodos

Una vez estimado el Índice de Tornqvist para el producto, los factores y la PTF, se calcularon las tasas de crecimiento de cada uno de estos a través de modelos econométricos y con base al uso de variables dummies de quiebre estructural, que permitieran el análisis por subperíodos. Para este último análisis se utilizó el software STATA 13.

Todas las tasas de crecimiento se obtuvieron como resultado de estimar el parámetro “ $\delta$ ” en regresiones log-lineales para el producto, los factores y la PTF. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Log } Y_t = \alpha + (\beta \cdot t) + \sum_{n=1}^9 (\gamma_i * D_i) + \sum_{n=1}^9 \delta_i (D_i * t) + \mu_i$$

*Y<sub>t</sub>*: representa a la variable dependiente producto, factores (tierra, capital, trabajo, fertilizantes) y la PTF

*t* tendencia

*D<sub>i</sub>* variable dummy que se identifica para cada década (por ejemplo D1 = 1921-1930, D2 = 1931-1940, y sucesivamente hasta el 2010). La década base es 1913-1920.

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , y  $\delta$  Parámetros a estimar

La tasa de crecimiento de cada década se estimó como “*g*”, siendo”

$$g = \beta + \delta_i$$

Un detalle de estas estimaciones se encuentran en el Apéndice III. Adicionalmente, se realizaron numerosas iteraciones considerando la evolución de los índices simples (sin medias móviles), y con medias móviles de tres y cinco años. Estas se estimaron en forma

anual y con diferentes sub-períodos, por ejemplo se probaron subperíodos semejantes al cambio de tendencia de la PTF, pero posteriormente se decidió trabajar por décadas.

## 2.2 Precios

Los precios se expresan todos en pesos constantes de 1993, y fueron deflactados con el Índice de Precios Mayorista Nivel General. Se utilizó el índice de precio mayorista de INDEC publicado por Ferreres (2010) para los precios anuales, y el índice de precio mayorista de Frank (2014) para los precios mensuales. Todos los valores son expresados anualmente. Se tomó como base el año 1993 = 100, dado que en este análisis histórico se utilizaron las series de cuentas nacionales publicadas por Ferreres (2010), las cuales corresponden a las series del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (MECON). De este modo, toda la información obtenida y estimada se presenta en pesos constantes de 1993 para poder realizar los empalmes correctamente.

En el caso de la determinación del precio de la tierra y el capital, fue necesario realizar análisis adicionales que se detallan en las respectivas sub secciones siguientes. Es importante mencionar que en enero de 2007 el INDEC fue intervenido por el Estado, y modificó las estimaciones de precios e inflación. De este modo, los resultados obtenidos en este trabajo deberán tener en cuenta este aspecto.

## 2.3 Datos y empalmes

Esta sección presenta la recopilación de datos históricos, empalmes y otras estimaciones para las variables producto y factores (tierra, capital, trabajo y fertilizantes) utilizados para la estimación de la PTF.

Para construir las series de tiempo de cantidades y precios de cada uno se recopilaron datos de fuentes primarias y secundarias, como así también se realizaron estimaciones a partir de

coeficientes técnicos en el caso que no existiera información primaria. Adicionalmente, se realizaron otros ajustes para expresar las cantidades en unidades homogéneas. Un resumen se presenta en el Cuadro 2-1. En el Apéndice I se presenta los datos históricos de cada una de las variables mencionadas.

Cuadro 2-1. Descripción del producto, factores y precios utilizados en el estudio

	Producto	Tierra	Trabajo	Capital	Fertilizantes
<b>AGROPECUARIO (1913-2010)</b>					
Cantidad	Suma del PBI agrícola y ganadero (pesos de 1993)	Superficie cultivada, en hectáreas	Trabajo agropecuario total	Stock de capital agropecuario	-
Precio	Pesos de 1993	Pesos de 1993 por hectárea	Salario rural real	Tasa de retorno del capital estimado con base a la metodología de Fulginiti y Perrin (1990)	-
<b>AGRICOLA (1961-2010)</b>					
Cantidad	Producción de trigo, maíz, girasol y soja, en toneladas	Superficie total sembrada de trigo, maíz, girasol y soja, en hectáreas	Estimación con base a horas hombre por hectárea (2)	Stock de capital agrícola	Consumo de fertilizantes
Precio	Precio granos en pesos de 1993	Pesos de 1993 por hectárea	Salario rural real	Tasa de retorno del capital estimado con base a la metodología de Fulginiti y Perrin (1990)	Precio por tonelada en pesos de 1993
<b>GANADERO (1960-2010)</b>					
Cantidad	PBI ganadero	Superficie de praderas y pastizales en hectáreas (3)	Estimación con base a coeficientes del MAGyP	Valor del stock animal por categoría, en pesos de 1993	-
Precio	Pesos de 1993	Pesos de 1993	Salario rural real	Tasa de retorno del capital estimado con base a la metodología de Fulginiti y Perrin (1990)	-

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Todos los precios utilizados fueron deflactados con el Índice de Precios Mayorista Nivel General del INDEC base 1993 (Ferrerres, 2010), y se expresan en pesos constantes de 1993. (2) No se considera el trabajo informal. (3) Se consideró la superficie de praderas y pastizales en hectáreas.

### 2.3.1 Sector agropecuario

Esta sección presenta un detalle de las variables utilizadas y los empalmes respectivos, para estimar la PTF del sector agropecuario (Cuadro 8-1).

### **Producción Agropecuaria**

La producción agropecuaria es la suma del PBI agrícola y ganadero, expresado en pesos constantes de 1993. La serie abarca desde 1913 al 2010 y se construyó del siguiente modo:

- i) De 1913 a 2008 se tomó de Ferreres (2010) la serie de cuentas nacionales expresada en millones de pesos de 1993. La apertura seleccionada fue: “Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura”, subdividida luego en cultivos agrícolas (sector agrícola) y cría de animales (sector ganadero). La sección Caza y Silvicultura no se consideró, para restringir el estudio solo a los sectores agrícola y ganadero.
- ii) De 2009 a 2010 se tomó las series de cuentas nacionales de MECON para el sector agrícola y ganadero.

El empalme de ambas series se realizó aplicando las tasas de cambio de los datos de MECON en la serie de Ferreres (2010).

### **Tierra Agropecuaria**

Se utilizó el valor de la superficie cultivada expresada en pesos de 1993 para la serie 1913-2010. Esta se construyó a partir de la superficie cultivada expresada en hectáreas, para la misma serie de tiempo. Es importante mencionar que en este caso se tomó en cuenta sólo la superficie cultivada y no la superficie en pastizales, ya que esta última no se encuentra disponible para la serie de tiempo utilizada. FAO publica esta información para el período 1960-2010, y sin mayor variación significativa entre años. De este modo, se decidió trabajar con la superficie cultivada como aproximación de superficie para el sector agropecuario, capturando los cambios de tendencia más importantes que provienen especialmente del área agrícola. Los empalmes realizados fueron los siguientes:



- i) De 1913 a 1984 se utilizó la serie de superficie cultivada provista por IEERAL (1986);
- ii) De 1985 a 2010 se aplicó la tasa de cambio de superficie cultivada (en hectáreas) de la base de datos de Frank (2014)<sup>1</sup>.

A la superficie cultivada se la multiplicó por el precio de la tierra por hectárea y en pesos constantes de 1993. La serie de precios del período 1913-2010 se construyó realizando los siguientes empalmes:

- i) De 1913 a 1915 se tomó un índice de precios de la tierra de Cortes Conde (1979), los cuales se deflactaron y transformaron a precios constantes de 1993;
- ii) De 1916 a 1978, se tomó el promedio simple de precios por hectárea de la zona triguera, maicera, de cría e invernada de Ras y Levis (1982), los cuales fueron deflactados a pesos constantes de 1993;
- iii) De 1977 a 2010 se tomaron los precios mensuales corrientes por hectárea de trigo, maíz, cría e invernada de la base de datos de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA, 2014), sobre el que se calculó un promedio simple que fue deflactado a pesos constantes mensuales de 1993. Luego se calcularon los promedios anuales con base al mes de junio de cada año.

Al analizar la serie de precio de la tierra, se observó un crecimiento exponencial del valor, posiblemente relacionado a un efecto del mercado financiero a partir del año 2001. De esta manera, se descompuso el valor de la tierra de cualquier otro factor que lo estuviera distorsionando, a través de una regresión simple del precio de la tierra (variable endógena) y en función de una tendencia, una variable dummy de quiebre estructural en el año 2001 y

---

<sup>1</sup> Base de datos de Rodolfo Frank (2014), [http://www.anav.org.ar/sites\\_personales/5/](http://www.anav.org.ar/sites_personales/5/).

la interacción entre ambas. A partir de los errores calculados de la regresión y el coeficiente de la tendencia se construyó una nueva variable como la suma de la tendencia de largo plazo y los errores. De este modo se buscó eliminar el quiebre estructural que se observa desde el año 2001. Se proyectó la tendencia estructural, quitando el efecto del quiebre, y luego se adicionaron los errores estimados para construir el precio ajustado (Cuadro 8-2, Figura 8-1).

### **Trabajo Agropecuario**

El trabajo agropecuario es el número de trabajadores por año en el sector agropecuario, para el período 1913 al 2010, construido con base a los siguientes empalmes (Figura 8-2):

- i) De 1913 a 1984 se utilizó la serie de número de trabajadores por año de IEERAL (1986);
- ii) De 1985 a 2010 se usó la serie de población rural económicamente activa calculada por CEPAL para el período 1980-2010 y ajustada por el nivel de desempleo general.

El salario utilizado es el valor de la retribución promedio para el sector rural expresado en pesos de 1993, desde 1913 a 2010, construido a partir de las siguientes fuentes de datos:

- i) De 1913 a 1976 se tomó el salario rural de IEERAL (1986);
- ii) De 1977 a 2010 se tomó el salario rural de la base de datos de AACREA (2014).

### Capital Agropecuario

El valor del capital para el sector agropecuario se expresa en millones de pesos constantes de 1993, y la serie se extiende desde 1913 a 2010. Para su construcción se usaron las siguientes fuentes de datos:

- i) De 1913 a 1984 se tomó la serie de capital agropecuario de IEERAL (1986);
- ii) De 1985 a 1990 se realizó una regresión que tomó para el período 1970-1985 como variable dependiente el capital de IEERAL (1986), y el stock de maquinaria agropecuaria y construcciones agropecuarias de Goldberg y Ianchilovici (1988), más una serie de stock de ganado vacuno de Ferreres (2010). Luego se calcularon los valores predichos de dicha regresión para el período 1985-1990. Se utilizó la tasa de cambio anual de esa serie para ajustar el stock de capital partiendo del año 1984 hasta 1990;
- iii) De 1990 a 2010 se empalmó la serie 1900-1990 utilizando los valores de stock de capital agropecuario sin considerar el factor tierra de Coremberg (2009) y Coremberg (2011).

El precio del capital se calculó siguiendo la metodología de Fulginiti y Perrin (1990). En ella se estima la tasa de retorno del capital a partir de datos del valor agregado y su descomposición factorial, y se obtiene la tasa de retorno que se aplicó sobre el valor del stock de capital y de tierra para obtener respectivamente el flujo de remuneración de ambos factores. El cálculo se realizó con base a la siguiente fórmula:

$$VA = w *L + r*K + r*T$$

$$VA = w *L + r*(K + T)$$

$$(VA - w *L) / (K + T) = r \quad (6)$$

Siendo:

*VA: Valor Agregado*

*L: Trabajo*

*K: Capital*

*T: Tierra*

*w: salario*

*r: tasa de retorno del capital*

Los resultados para el sector agropecuario se presentan en la Figura 8-3.

### 2.3.2 Sector agrícola

La información consistió en la producción agrícola y cuatro factores (tierra, capital, trabajo y fertilizantes) para el período 1960-2010, expresadas en pesos de 1993, (Cuadro 8-3).

#### **Producción agrícola**

El producto agrícola es igual al valor bruto de la producción en pesos de 1993, para el período 1961–2010. Este se calculó a partir de las cantidades producidas y los precios de los cuatro principales granos (trigo, maíz, girasol y soja). Estos en conjunto explican más del 80% del valor bruto de producción agrícola en Argentina para dicha serie. Este dato fue obtenido de la base de datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI). El valor de producción de granos se calculó utilizando los precios domésticos vigentes en cada año de acuerdo a la base de datos de AACREA (2014) y Ferreres (2010). Se calcularon en pesos constantes del año 1993 ajustados por el Índice de Precios Mayoristas Nivel General publicado por Ferreres (2010) con base al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).

### **Tierra Agrícola**

Se usó el valor total de la superficie de trigo, maíz, girasol y soja, expresada en pesos de 1993. Esta se construyó a partir de la superficie sembrada en hectáreas de estos cultivos obtenida de la base de datos del SIIA para el período 1961–2010, y se la multiplicó por el precio por hectárea obtenido de la estimación del valor de la hectárea del sector agropecuario.

### **Trabajo Agrícola**

El valor del trabajo por cultivo (trigo, soja, girasol, maíz), expresado en pesos de 1993, se realizó a partir de la base de datos de Frank (2014). De esta base se obtuvo el coeficiente de horas hombre por hectárea para cada cultivo el cual se presenta por decenio para el período 1910-2005. El coeficiente por década se multiplicó por la superficie sembrada anual en hectáreas de cada cultivo obtenida de Ferreres (2010), para obtener la cantidad de horas hombres totales necesarias por año para los cuatro cultivos. A este total de horas hombres, se la dividió por la cantidad de horas hombre total por año<sup>2</sup> para obtener la cantidad de horas hombre por cultivo por año. Para estimar el valor del trabajo se utilizó la serie de salario rural empleada en la sección del sector agropecuario en base a IEERAL (1986) y AACREA (2014).

### **Capital Agrícola**

El valor del capital para el sector agrícola resultó de ponderar el capital del sector agropecuario (de la sección anterior) por la participación relativa del sector agrícola en el

---

<sup>2</sup> El coeficiente es igual a 2,348 que es la cantidad de horas aproximadas que un hombre trabaja al año, y surge de considerar un año de 365.25 días, donde 365.25 se obtiene de suponer un año bisiesto cada cuatro, es decir  $(3*365+366)/4=365.25$ .

PBI agropecuario total, en el período 1961-2010. Se expresa en pesos de 1993. Se utilizó la tasa de retorno empleada en la sección del sector agropecuario como el precio del capital y remuneración factorial para el sector agrícola (Figura 8-4).

### **Fertilizantes**

Para estimar el valor del uso de fertilizantes en pesos de 1993, se utilizó el consumo de fertilizantes medidos en toneladas equivalentes de nutrientes (N, P, K) para el período 1961-2010 con base a datos de FAO (2015) y de Fertilizar (2014). El precio de los fertilizantes se tomó a partir de la base de datos de AACREA (2014) en pesos constantes de 1993 ajustados por el Índice de Precios Mayoristas Nivel General de Ferreres (2010). La serie se extiende de 1960 al 2010 (Figura 8-5).

#### 2.3.3 Sector ganadero

La información consistió en la producción ganadera y tres insumos (tierra, capital, y trabajo) para el período 1960-2010, expresada en pesos de 1993 (Cuadro 8-4). En cuanto a los precios por categoría de animal, los empalmes realizados se detallan en el Cuadro 8-5.

### **Producción Ganadera**

El producto es el PBI del sector ganadero estimado en Ferreres (2010), expresada en pesos de 1993, para la serie de tiempo 1960-2010.

### **Tierra (praderas y pastizales)**

Es el valor de la tierra ganadera que se obtuvo de multiplicar la superficie de praderas y pastizales permanentes en hectáreas de FAO (2015) por el valor de la hectárea ganadera

estimada a continuación. El precio de la tierra, se expresó en pesos constantes de 1993 por hectárea y para la serie 1960-2010. El mismo fue estimado a partir del precio de la tierra calculado para el sector agropecuario y ajustado por un coeficiente (3.95) que representa la relación promedio del “valor de la hectárea de maíz y el valor de la hectárea de cría” obtenido de Ras y Levis (1982) durante el período 1960-1978 (Cuadro 8-6, Cuadro 8-7).

### **Trabajo en Ganadería**

Dado que no se obtuvieron datos censales de mano de obra en el sector ganadero, se realizó una estimación con base a un coeficiente técnico utilizado por el Ministerio de Agricultura en su publicación “Matriz de indicadores para el diseño políticas agroalimentarias” (2006). La misma indica que para estimar la demanda de mano de obra de establecimientos de cría se requiere una persona cada 700 cabezas, mientras que en los casos de invernada se requiere una persona cada 500 cabezas. De este modo, se calculó un promedio entre ambos, resultando en un valor de 600 cabezas por persona. Al stock animal anual se lo dividió por 600, obteniéndose una aproximación de la cantidad de personas necesarias. Para el salario, se utilizó la misma serie de salarios empleada en la sección del sector agropecuario.

### **Capital Ganadero**

Para construir la variable del valor del stock de capital para el sector ganadero, se valorizó el stock animal por categoría en pesos constantes de 1993, con base a datos de cantidad de animales por categoría de FAO y SENASA (2014), para el período 1960-2010. Las categorías consideradas fueron terneras y terneros, vaquillonas y vacas, novillos y novillitos y toros y toritos. En cuanto a los precios, se recopilamos precios anuales de las

categoría novillo, ternero, vacas y vaquillonas, y toros. Se realizaron empalmes entre series y estimaciones. Para la categoría de toros se consideró el valor de un toro como 5,5 veces el valor promedio de un novillo. Para la categoría de vaca y vaquillona de 1960 a 1985 se estimó a partir del valor de toros, y de 1986 a 2010 de la revista Márgenes Agropecuarios (Cuadro 8-5). El precio del capital se calculó siguiendo la metodología de Fulginiti y Perrin (1990). En ella se estima la tasa de retorno del capital a partir de datos del valor agregado ganadero y su descomposición factorial y se obtiene la tasa de retorno que se aplicó sobre el valor del stock de capital (stock animal) y de tierra ganadera para obtener respectivamente el flujo de remuneración de ambos factores. El cálculo se realizó con base a la siguiente formula:

$$VA = w *L + r*K + r*T$$

$$VA = w *L + r*(K + T)$$

$$(VA - w *L) / (K + T) = r \quad (6)$$

Siendo: *VA: Producto Bruto Interno Ganadero (PBI, en millones de pesos de 1993)*

*L: Trabajo en el sector ganadero (cantidad de personas)*

*K: Capital o valor del stock animal (en millones de pesos de 1993)*

*T: Tierra ganadera (en millones de pesos de 1993)*

*w: salario (en pesos de 1993)*

*r: tasa de retorno del capital ganadero*

Se tomó la superficie ganadera de praderas y pastizales permanentes de FAO (2015) en hectáreas y se la multiplicó por el precio de la hectárea del sector agropecuario agregado. De este modo, el valor de la tierra quedó homogeneizado al mismo valor considerado para el sector agropecuario agregado.



### 3 CAPITULO 3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de índice de Tornqvist para el producto, el uso de los factores y la PTF del sector agropecuario, agrícola y ganadero. El capítulo se estructura de la siguiente manera. Primero presentan los cambios más importantes en la evolución del producto, el uso de los factores (tierra, capital, trabajo y fertilizantes) y la PTF para el sector agropecuario, agrícola y ganadero. Luego se realiza una mención especial a la evolución de la productividad parcial de la tierra, el capital, el trabajo, el uso de los fertilizantes (solo en el sector agrícola) y algunas dotaciones factoriales (Cuadro 8-8, Cuadro 8-9, Cuadro 8-10, Apéndice I).

#### 3.1 Cambios en el producto

El producto agropecuario creció al 1.8% anual entre 1913-2010, presentando variaciones entre décadas (Cuadro 3-1). Especialmente se observa una caída del crecimiento en la década del 40 y un estancamiento durante los 80 que también se presenta a nivel sectorial. Sin embargo, los tres sectores se recuperan en las últimas dos décadas del 90 y 2000. Entre 1962-2010, el crecimiento del producto agrícola y ganadero fueron positivos, del 4% y 0.9%, respectivamente. El producto agrícola creció al 5.1% en los 70, luego muestra una caída en los 80, y se recupera durante la década del 90 y 2000, creciendo a tasas del 5.8% y 4.5%, respectivamente. El producto ganadero presenta una evolución semejante, creciendo muy poco durante los 60 y 70, cae en los 80 al 0.1%, y se recupera en las últimas dos décadas al 2.2% y 2.6%. Según las estimaciones realizadas y para las series completas de tiempo, la PTF explicó el 86% del crecimiento del producto agropecuario, el 48% del producto agrícola, y el 71% del producto ganadero (Cuadro 3-2).

Cuadro 3-1. Fuentes de crecimiento del sector agropecuario, agrícola y ganadero

Década	Tasa de crecimiento anual (%)			Crecimiento de los factores (%)			
	Producto	Factores	PTF	Trabajo	Capital	Tierra	Fertilizantes
<i>Sector agropecuario</i>							
1913-2010	1.8	0.3	1.5	-0.5	0.8	1.4	
1913-1920	2.0	0.5	1.5	0.0	1.1	1.5	
1921-1930	2.6	2.1	0.5	1.8	2.1	4.6	
1931-1940	3.4	0.4	2.9	0.3	0.6	0.9	
1941-1950	-0.2	0.1	-0.3	0.1	-0.2	1.9	
1951-1960	1.9	0.4	1.4	-2.4	1.6	6.8	
1961-1970	2.1	1.6	0.5	1.1	1.0	3.4	
1971-1980	2.4	-0.8	3.2	-1.8	1.5	-0.1	
1981-1990	0.7	-1.8	2.4	-0.6	-1.1	-3.7	
1991-2000	2.7	4.0	-1.3	-0.9	2.2	10.4	
2001-2010	2.8	2.1	0.8	1.4	1.8	2.6	
<i>Sector agrícola</i>							
1962-2010	4.0	2.1	1.9	-0.5	1.4	2.7	8.6
1962-1970	0.3	2.7	-2.4	2.9	0.9	5.0	20.1
1971-1980	5.1	1.3	3.7	-0.1	2.4	-0.5	5.3
1981-1990	0.5	-1.1	1.6	-0.2	-0.7	-2.0	5.0
1991-2000	5.8	6.9	-1.1	2.4	2.7	11.5	17.2
2001-2010	4.5	2.3	2.3	2.0	1.0	3.3	3.9
<i>Sector ganadero</i>							
1962-2010	0.9	0.3	0.7	0.3	0.6	0.3	
1962-1970	0.9	1.0	-0.1	0.6	0.6	1.3	
1971-1980	0.9	-3.9	4.9	1.3	-3.3	-4.9	
1981-1990	0.1	-3.1	3.1	-0.4	-0.4	-4.5	
1991-2000	2.2	5.9	-3.7	-0.6	2.3	8.7	
2001-2010	2.6	1.5	1.1	0.2	3.8	1.1	

Fuente: Estimación propia. En el Apéndice III se detalla la estimación de las tasas de crecimiento.

Nota: Los porcentajes de crecimiento provienen de las estimaciones con STATA citadas en el Apéndice III y responden a promedios de tres años.

Cuadro 3-2. Contribución de las fuentes factoriales y no factoriales (PTF) al crecimiento del producto agropecuario, agrícola y ganadero

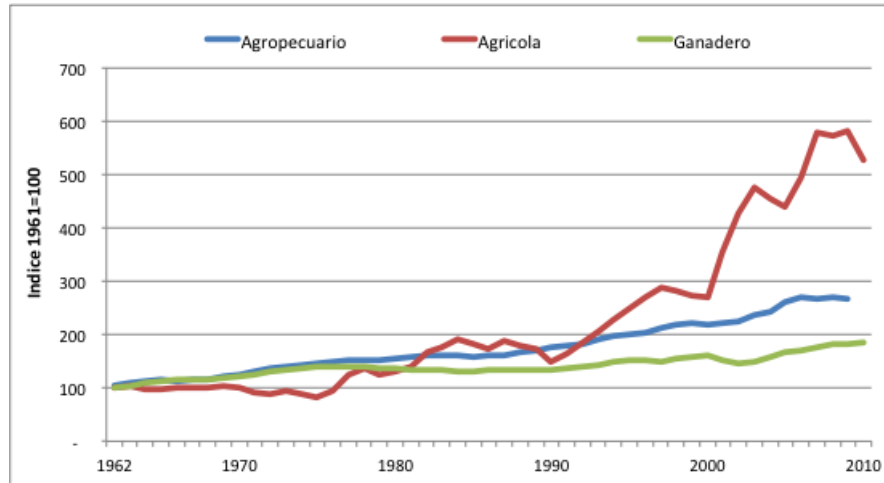
Período	Contribución al crecimiento del producto (%)						Participación en el total de factores (%)				
	Factores Total	L	K	T	Fert.	PTF	Total	L	K	T	Fert.
	<i>Sector agropecuario</i>										
1913-2010	14	6	5	3	-	86	100	45	33	23	-
	<i>Sector agrícola</i>										
1962-2010	52	1	28	20	2	48	100	2	54	39	5
	<i>Sector ganadero</i>										
1962-2010	29	4	6	19	-	71	100	16	20	65	-

Fuente: Estimación propia. Notas: L: Trabajo, K: Capital, T: Tierra, Fert.: Fertilizantes, PTF: Productividad Total de los Factores

Es decir, según las estimaciones realizadas, podría decirse que desde la década del 60 al 2010, el sector agrícola aportó relativamente mayor dinamismo al producto del sector agropecuario, pero con base a mayor uso de factores que de ganancias en productividad. En cambio, la ganadería mostró una evolución diferente, con menor tasa de crecimiento del producto y mayores ganancias en productividad. Es importante destacar la evolución comparada de los tres sectores en las últimas dos décadas del 90 y 2000, con relación a los otros períodos. El crecimiento del sector agropecuario, agrícola y ganadero durante los 90 parece haber seguido un patrón similar: alto crecimiento del producto con base a mayor nivel de uso de los factores y por ende productividad negativa. A partir del cambio de política económica de los 90 (economía abierta), el sector agropecuario accedió a semillas, fertilizantes, agroquímicos y otras tecnologías, que permitió el aumento del uso de factores como la tierra y el capital, y el aumento del producto. Por el contrario, durante la década del 2000 los tres sectores si bien siguen creciendo, lo hacen con menor nivel de uso de factores y por ende ganancias en productividad.

Una comparación de la evolución del crecimiento del producto de los tres sectores se presenta en la Figura 3-1. En ella se observa como el crecimiento del producto fue mucho mayor en los sectores especialmente a partir de la década del 90.

Figura 3-1. Evolución comparada del crecimiento del producto, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

### 3.2 Cambios en el uso de los factores

En el sector agropecuario el uso de los factores creció al 0.3% entre 1913-2010, presentando dos décadas con crecimiento negativo (la del 70 y del 80), y explicó el 14% del crecimiento del producto (trabajo 6%, capital 5% y tierra 3%) (Cuadro 3-1, Cuadro 3-2, y Figura 3-3).

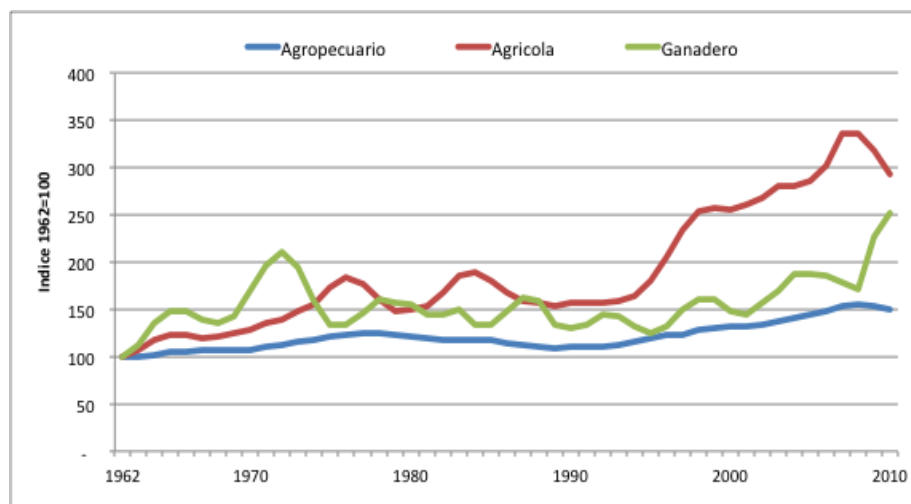
En el sector agrícola, el uso de los factores creció al 2.1% anual entre 1962-2010, mostrando una caída solo en la década del 80 (del -1.1%), y contribuyó con el 52% del crecimiento del producto sectorial.

En el sector ganadero el uso de los factores fue menor, creció al 0.3% anual entre 1962-2010, presentando dos décadas con crecimiento negativo (en el 70 y 80), y contribuyó con

el 29% del crecimiento del producto sectorial. En los últimos 50 años la evolución del uso de la tierra, el capital, el trabajo y los fertilizantes para los tres sectores, fue cambiando anualmente y entre décadas, y por tanto su participación relativa en el total de uso de los factores (Figura 3-2).

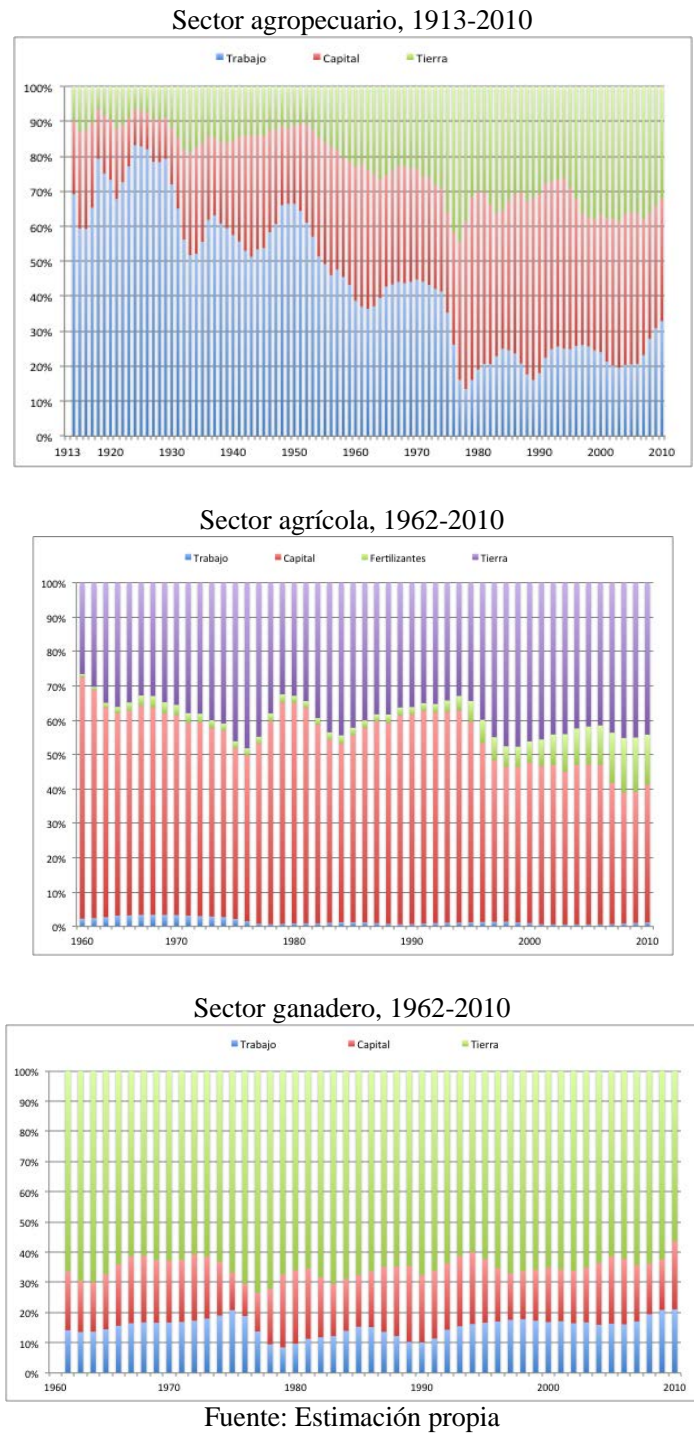
El factor capital y tierra manifestaron una participación relativa creciente en los tres sectores, al igual que los fertilizantes solo en el sector agrícola. Sin embargo, el factor trabajo manifestó una caída en participación relativa, excepto en el sector ganadero y hacia el 2000.

Figura 3-2. Evolución comparada del uso de los factores, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

Figura 3-3. Participación de la tierra, el trabajo, el capital y los fertilizantes en el total de uso de los factores

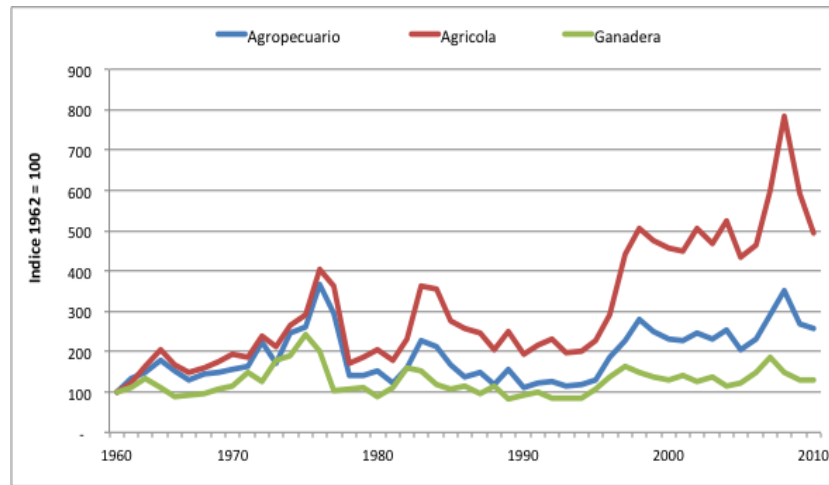


## Tierra

Este factor contribuyó con el 3%, 20% y 19% al crecimiento en el producto agropecuario, agrícola y ganadero, respectivamente; y en forma similar representó el 23%, 39% y 65% del total de los factores utilizados en cada sector. En el sector agropecuario entre 1913-2010, el factor tierra creció al 1.4% anual, presentando dos décadas con crecimiento negativo (del 70 y 80). A partir del 90, la superficie se expande a una tasa anual del 10.4% para luego seguir creciendo al 2.6% en el 2000. El sector agrícola y ganadero siguieron una tendencia semejante.

En el sector agrícola, el crecimiento del uso de la tierra fue del 2.7% entre 1962-2010, presentando también las mismas dos décadas de crecimiento negativo del 70 y 80. Sin embargo, hacia la década del 90 se incrementa el uso al 11.5%, y luego al 3.3% en el 2000. En el sector ganadero y para el mismo período 1962-2010, el crecimiento del uso de la tierra fue menor (del 0.3%) y también presenta tasas de crecimiento negativas durante el 70 y el 80. Sin embargo, se observa una recuperación en los 90 y 2000, del 8.7% y 1.1%, respectivamente. En la Figura 3-4 se distingue que el índice de crecimiento de las tierras dedicadas al sector agrícola fue mayor que el resto. Esto último probablemente vinculado a la mayor demanda de tierras agrícolas y la volatilidad de precio, como por ejemplo la caída en la década del 80, luego se incrementa nuevamente en los 90 con las nuevas políticas económicas, pero sin embargo se mantiene estable probablemente dado el efecto del Plan de Convertibilidad; y finalmente en la última década (post-convertibilidad) se observa un nuevo incremento, probablemente ligado a la demanda de oleaginosas y el aumento del valor de la tierra agrícola. Este proceso no se observó en el sector ganadero, el cual muestra una tendencia de evolución del factor tierra más estable.

Figura 3-4. Evolución comparada del uso de la tierra, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

### Capital<sup>3</sup>

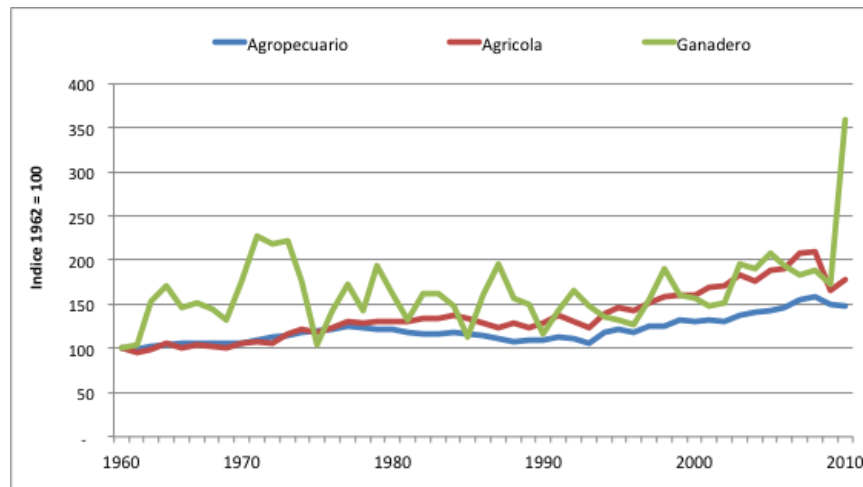
El capital contribuyó con el 5%, 28% y 6% al crecimiento en el producto agropecuario, agrícola y ganadero, respectivamente; y en forma similar representó el 33%, 54% y 20% del total de los factores utilizados en cada sector. Entre 1913-2010 el uso del capital creció al 0.8% en el sector agropecuario, presentando crecimiento negativo en la década del 40 y 80 (del -0.2% y -1.1% respectivamente). En el sector agrícola y entre 1962-2010, el capital creció al 1.4%, aunque durante los 80 se contrajo al -0.7%. En el sector ganadero el capital creció a una tasa menor (0.6%), presentando crecimiento negativo en el 70 y el 80 (con -3.3% y -0.4%, respectivamente). Si es distintivo que en los tres sectores, el uso de capital se recupera en las décadas del 90 y 2000, y a mayores tasas. La Figura 3-5 presenta la evolución del uso del capital, señalando que el sector agropecuario y agrícola siguieron una

<sup>3</sup> Es importante hacer notar que en este análisis, el valor del capital posee una componente precio, que hace que no necesariamente se esté evaluando capital físico (especialmente en el caso del stock de ganado para el sector ganadero).



tendencia semejante, y diferente a la ganadería (probablemente relacionados a los ciclos de retención y liquidación del stock animal).

Figura 3-5. Evolución comparada del uso del capital, 1962-2010

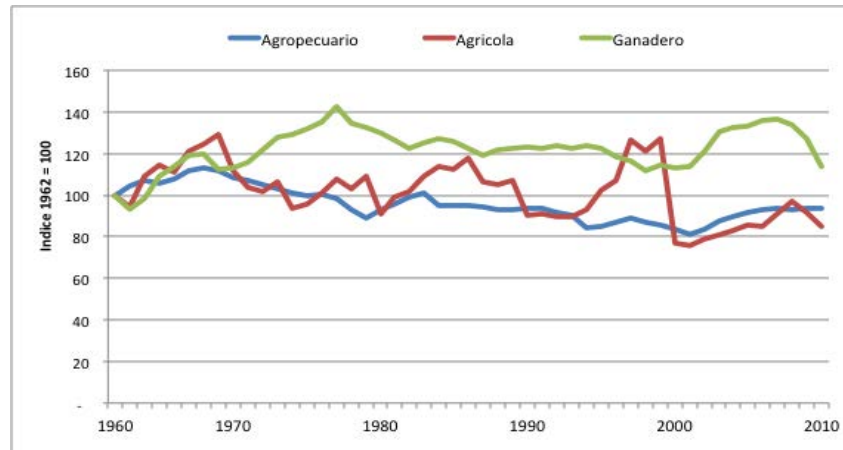


Fuente: Estimación propia

## Trabajo

El trabajo contribuyó con el 6%, 1% y 4% al crecimiento en el producto agropecuario, agrícola y ganadero, respectivamente; y en forma similar representó el 45%, 2% y 16% del total de los factores utilizados en cada sector. En el sector agropecuario entre 1913-2010, el trabajo presentó un decrecimiento continuo del -0.5%, aunque entre décadas existió crecimiento positivo (en el 20, 40 y el 2000). En el sector agrícola entre 1962-2010, la tendencia del crecimiento anual fue también negativa del -0.5%, y se recupera hacia la década del 90 y 2000, creciendo al 2.4% y 2%, respectivamente. Sin embargo, en el caso del sector ganadero, la tendencia de crecimiento del trabajo fue positiva del 0.3%, con dos etapas de decrecimiento en el 80 y el 90 (con -0.4% y -0.6%, respectivamente). La Figura 3-6 se presenta en forma comparada la evolución de este factor a nivel sectorial.

Figura 3-6. Evolución comparada del trabajo, 1962-2010

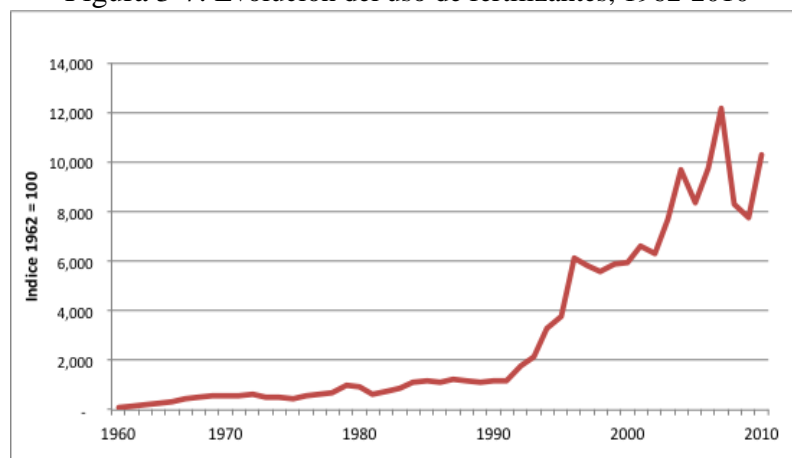


Fuente: Estimación propia

### Fertilizantes

En el caso de los fertilizantes, la tendencia de crecimiento entre 1962-2010 fue del 8.6%, con variaciones a lo largo del ciclo. Por ejemplo, durante la década del 60 el crecimiento de uso de fertilizantes llegó al 20.1% anual, y aunque disminuyó durante los 70 y 80 a tasas de 5.3% y 5%, respectivamente; mantuvo una tasa de crecimiento en los 90 y 2000, del 17.2% y 3.9%, respectivamente. Este factor contribuyó solo con el 2% al crecimiento del producto agrícola y representó el 5% del total de uso de los factores. En la Figura 3-7 puede observarse la evolución del uso de fertilizantes en el período 1962-2010.

Figura 3-7. Evolución del uso de fertilizantes, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

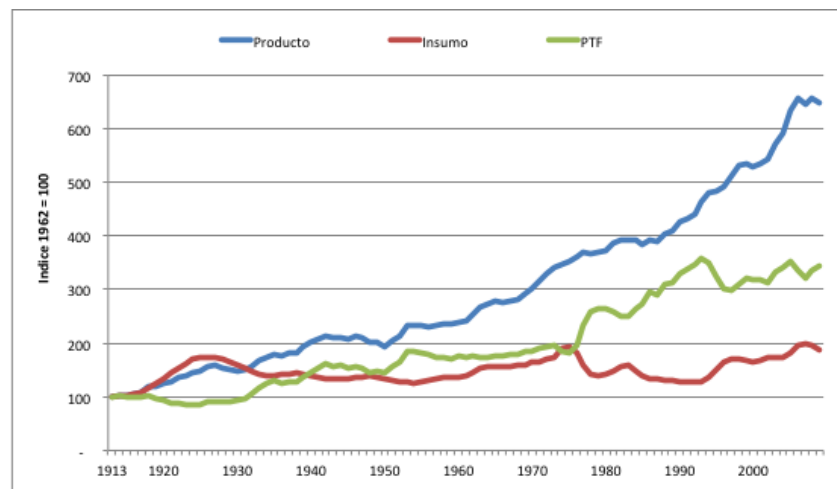
### 3.3 Cambios en la productividad total de los factores (PTF)

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la estimación de la PTF para el sector agropecuario en el período 1913-2010, y para el sector agrícola y ganadero durante 1962-2010 (Cuadro 3-1, Cuadro 3-2).

#### 3.3.1 Sector agropecuario, 1913-2010

Durante 1913-2010 la PTF explicó aproximadamente el 86% de la variación del producto del sector agropecuario, y creció a una tasa anual promedio del 1.5%, mientras que el producto y los factores crecieron al 1.8% y 0.3%, respectivamente (Figura 3-8). La evolución del crecimiento de la PTF no fue constante y presentó variaciones a lo largo del tiempo, cayendo en la década del 40 y del 90 al -0.3% y -1.3%, respectivamente; dado una disminución en el crecimiento del producto en el primer caso (-0.2%), y un aumento importante del uso de los factores en el segundo (4%). Es decir, el cambio de la política económica de los 90, favoreció el uso de factores más que la productividad.

Figura 3-8. Evolución del producto, el uso de factores y la PTF del sector agropecuario, 1913-2010



Fuente: Estimación propia

A inicios del 1900 y hasta 1940, el producto creció a tasas del 2% y 3.4% (la mayor de los últimos 100 años). En dicha época, la PTF crecía al 1.5% promedio anual entre 1913-20 y al 2.9% entre 1930-40. En el proceso productivo el trabajo representaba en promedio casi el 69% del total de factores utilizados. Es importante notar que en la década del 30, el aumento del producto agropecuario fue aun con menor tasa de uso de factores (0.4%) y la productividad llegó al 2.9%. Sin embargo, en la década siguiente, el modelo de crecimiento parece haber cambiado y por tanto modificado la tendencia. La tasa anual promedio de crecimiento de la PTF disminuyó al -0.3%, dado por una caída fuerte en el producto (del 3.4% al -0.2%) y en menor medida de los factores (del 0.4% al 0.1%). Especialmente se afectó al expansión del capital que pasó de crecer del 0.6% (durante el 40) al -0.2%, y en menor medida el trabajo (de 0.3% al 0.1%). Se observa que existió una expansión en el uso de la tierra que creció al 1.9%. Podría decirse que durante la década del 40, el sector inició una etapa de estancamiento, dado la caída en el crecimiento del producto (-0.2%). Sin embargo, a partir del 50, la PTF se recupera al 1.4% anual, llegando a explicar casi el 78% de tal incremento de la producción agropecuaria, que crecía al 1.9%. En esta etapa, la contribución de los factores al crecimiento del producto fue del 22%, explicado por el menor uso del trabajo (-2.4%), pero mayor inversión en capital (1.6%) y en expansión en tierra (6.8%). El producto agropecuario siguió creciendo a una tasa del 2.1% en el 60, pero con base a un mayor nivel de uso de factores (tasa del 1.6%) y por tanto la PTF disminuyó su crecimiento anual al 0.5%, comparado a la década anterior. En esta década el factor que parece haber tenido más impacto fue el trabajo, pues las estimaciones muestran que el mismo aumentó al 1.1%, mientras que tanto el capital y la tierra disminuyeron a una tasa del 1% y 3.4%, respectivamente, pero de todas formas contribuyeron en forma positiva. Si

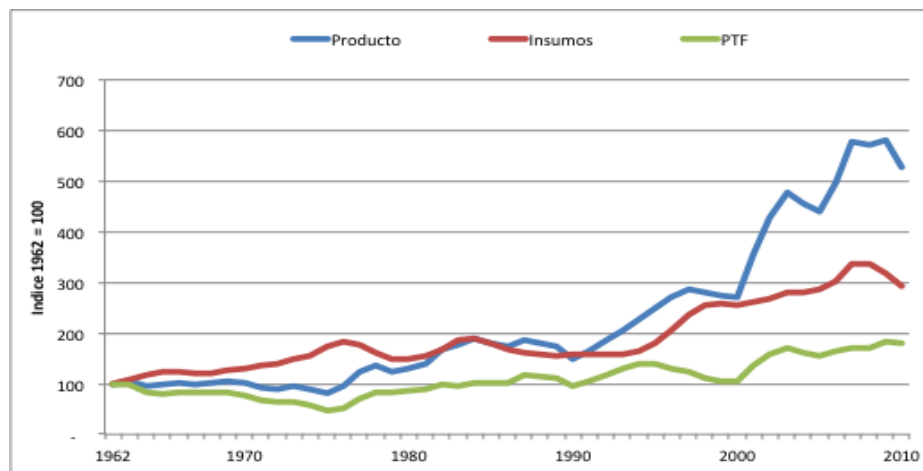
bien el producto agropecuario siguió creciendo en los 70 alcanzando una tasa del 2.4% anual, se observa que el uso de los factores disminuye (al -0.8%) y por tanto la PTF aumentó su crecimiento al 3.2% anual (el mayor crecimiento del período completo). Entre los factores, el menor crecimiento del trabajo (caída del -1.8% anual) y de la tierra (de -0.1%) afectaron, evidentemente, más que proporcionalmente al aumento registrado en el capital que fue del 1.5% anual. En la década del 80, el producto agropecuario creció a una tasa del 0.7%, menor que el período anterior, y es notable como esta caída está fuertemente vinculada (de acuerdo a las estimaciones realizadas) a un menor uso de tierra la tierra (crecimiento del -3.7%), del capital (-1.1%) y del trabajo (-0.6%). En las décadas siguientes (90 y 2000), el comportamiento de la producción agropecuaria mejora nuevamente pero con base a dos modelos de crecimiento diferentes: en los 90 existió un mayor uso de factores, mientras que en la década del 2000 el crecimiento estuvo explicado por mayores ganancias en PTF. En ambas décadas, el producto agropecuario comienza a recuperarse a tasas del 2.7% y del 2.8%, respectivamente, y una tendencia similar siguió el uso de los factores, haciendo que el crecimiento de la PTF sea negativa durante los 90 en -1.3%, y del 0.8% durante el 2000. El mayor uso de los factores durante estas décadas, fue dado por la tierra, en donde existió una expansión del 10.4% y 2.6%; seguido por el crecimiento del capital en 2.2% y 1.8%, mientras que el recurso trabajo cayó durante los 90 al -0.9%, pero aumentó al 1.4% en el 2000. Hacia esta última década, el crecimiento del producto agropecuario fue explicado en un 27% por mejoras en la PTF y un 73% por el uso de factores, tierra, capital y trabajo, en orden de importancia. Es decir, en la última década existió menor uso de factores respecto a la anterior, que hizo que la PTF del sector en su conjunto crezca al 0.8%.

### 3.3.2 Sector agrícola, 1962-2010

Durante 1962-2010 la PTF explicó aproximadamente el 48% de la variación del producto sectorial, y creció a una tasa anual promedio del 1.9%, mientras que el producto y los factores crecieron al 4% y 2.1%, respectivamente (Figura 3-9). Al analizarse la evolución entre décadas, se observan diferencias entre períodos y en los tres índices. La tendencia general es que existió un aumento de la producción agrícola continua pero con base a un fuerte uso de los factores (excepto en la década del 80), aunque también productividad. En la década del 60, la PTF del sector agrícola decreció al -2.4%, dado que el producto aumentaba muy poco o estaba casi estancado (tasa del 0.3%) y el uso de los factores era muy alto (tasa del 2,7%). Especialmente se destaca un alto nivel de consumo de fertilizantes (tasa del 20.1%), tierra (del 5%), trabajo (del 2.9%), y en menor medida del capital (0.9%). Sin embargo, en las dos décadas siguientes del 70 y 80, la PTF se recupera a una tasa promedio anual acumulada del 3.7% y 1.6%, respectivamente; pero con base a dos modelos de crecimiento diferentes. En la década del 70, el producto agrícola creció al 5.1% y el uso de los factores al 1.3%; mientras que el 80, tanto el producto agrícola y el uso de factores vuelven a caer, al 0.5% y -1.1%, respectivamente. Esta etapa de estancamiento del sector agrícola de los 80, es revertida en los 90 y 2000. Durante la década del 90, si bien la producción sectorial aumentó al 5.8% (la mayor tasa de todo el período), el mismo se debió a un alto nivel de uso de factores que llegó al 6.9% anual, cayendo la PTF al -1.1% anual. En esta etapa, la expansión de la agricultura fue con base a un mayor uso del factor trabajo que creció al 2.4%, del capital (al 2.7%), de la tierra (al 11.5%), y los fertilizantes (al 17.2%). En la década siguiente del 2000, la PTF se recupera aumentando al 2.3% anual, ya que si bien el producto sectorial crecía al 4.5%, el uso de los factores siguió la misma

tendencia pero a una menor tasa (del 2.3%). En esta etapa, las tasas de crecimiento de los factores trabajo, capital, tierra y fertilizantes son positivas pero menores a las de la década anterior. Es decir, existió una menor asignación de factores a la producción y por tanto mayores ganancias en productividad, con respecto al período anterior.

Figura 3-9. Evolución del producto, el uso de los factores y la PTF del sector agrícola, 1962-2010



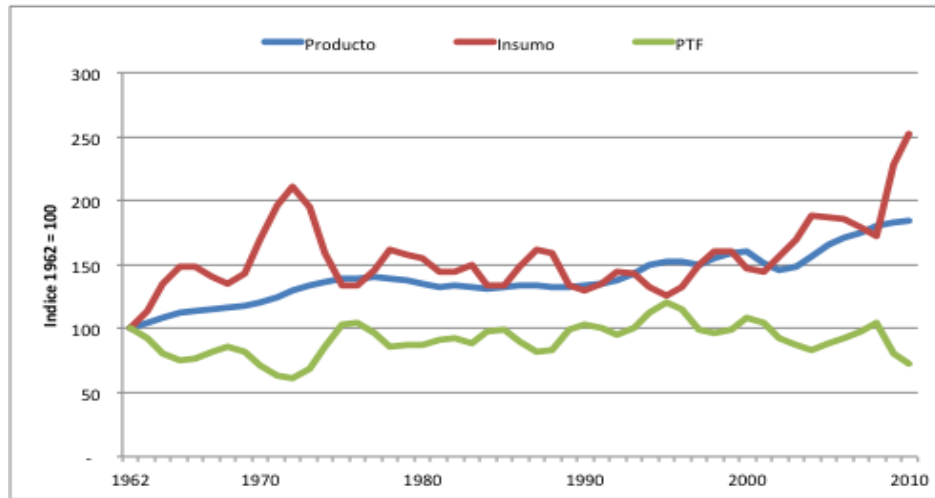
Fuente: Estimación propia

### 3.3.3 Sector ganadero, 1962-2010

Durante 1962-2010 la PTF explicó aproximadamente el 71% de la variación del producto sectorial, y creció a una tasa anual promedio del 0.7%, mientras que el producto y los factores crecieron al 0.9% y 0.3%, respectivamente (Figura 3-10). Al analizarse la evolución de la PTF por décadas se observa que no fue constante, y existen dos décadas con crecimiento negativo (en el 60 y el 90). En el primer caso, dado por un menor crecimiento del producto respecto al uso de factores, y en el segundo caso, por un mayor uso de estos últimos. La PTF en el sector ganadero se recupera durante los 70 y 80, alcanzando tasas del 4.9% y 3.1% anual. Sin embargo, en ambas etapas, si bien producto sectorial crecía poco al 0.9% y 0.1%, respectivamente; el uso de los factores también decrecía al -3.9% y -3.1%. En la década siguiente del 90, la PTF decrece al -3.7%, dado

que si bien el producto sectorial se incrementó al 2.2% anual, el uso de los factores siguió la misma tendencia alcanzando una tasa del 5.9%. En esta etapa, se observa una importante expansión en el factor tierra (8.7%) y del capital (del 2.3%). La tendencia de la PTF se revierte hacia la década del 2000, en donde crece nuevamente al 1.1%, pero con base a menor uso de los factores (tasa del 1.5% anual).

Figura 3-10. Evolución del producto, el uso de los factores y la PTF del sector ganadero, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

### 3.4 Cambio en la productividad parcial del uso de los factores<sup>4</sup>

En capítulos anteriores se mencionó que el producto posee dos fuentes de crecimiento: la no factorial (representada por la PTF) y la factorial (tierra, capital y trabajo). En esta sección se realiza una descripción de las productividades parciales de los factores tierra, capital y trabajo, y a nivel sectorial (Cuadro 3-3, Cuadro 3-4 y Figura 3-11).

<sup>4</sup> Es necesario tener en cuenta que en el cálculo de la productividad parcial tanto el producto como los factores están en valor, excepto en el caso del factor trabajo que es en unidades.



Cuadro 3-3. Tasa de crecimiento de la productividad parcial del trabajo, tierra, y capital en el sector agropecuario entre 1913-2010  
(Índice 1914=100) (en %)

Período	Crecimiento de los Índices						Productividades:			Cocientes Factoriales:		
	P	F	PTF	L	K	T	P/L	P/T	P/K	T/L	K/L	T/K
1913-2010	1.8	0.3	1.5	-0.5	0.8	1.4	2.1	0.4	1	1.7	1	0.7
1913-1920	2	0.5	1.5	0	1.1	1.5	0.2	-0.7	0.5	0.9	-0.2	1.2
1921-1930	2.6	2.1	0.5	1.8	2.1	4.6	-0.4	-2.6	-1	2.3	0.6	1.7
1931-1940	3.4	0.4	2.9	0.3	0.6	0.9	4	5.6	2.8	-1.5	1.1	-2.6
1941-1950	-0.2	0.1	-0.3	0.1	-0.2	1.9	-0.8	-2.4	-0.4	1.7	-0.4	2.1
1951-1960	1.9	0.4	1.4	-2.4	1.6	6.8	4.1	-4.4	-0.4	8.9	4.5	4.2
1961-1970	2.1	1.6	0.5	1.1	1	3.4	2	-1	1.9	3.1	0.2	2.9
1971-1980	2.4	-0.8	3.2	-1.8	1.5	-0.1	3.5	2.8	0.7	0.7	2.8	-2
1981-1990	0.7	-1.8	2.4	-0.6	-1.1	-3.7	1.5	2.3	2.2	-0.8	-0.7	-0.1
1991-2000	2.7	4	-1.3	-0.9	2.2	10.4	3.6	-4.9	0.7	8.9	2.8	5.9
2001-2010	2.8	2.1	0.8	1.4	1.8	2.6	1.7	2	2.1	-0.3	-0.4	0.1

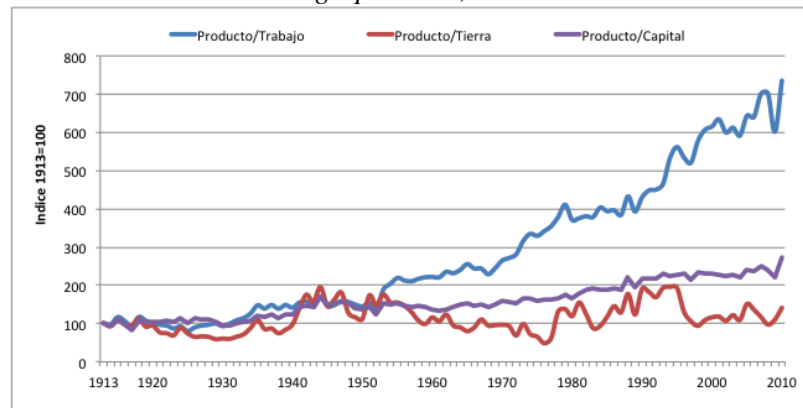
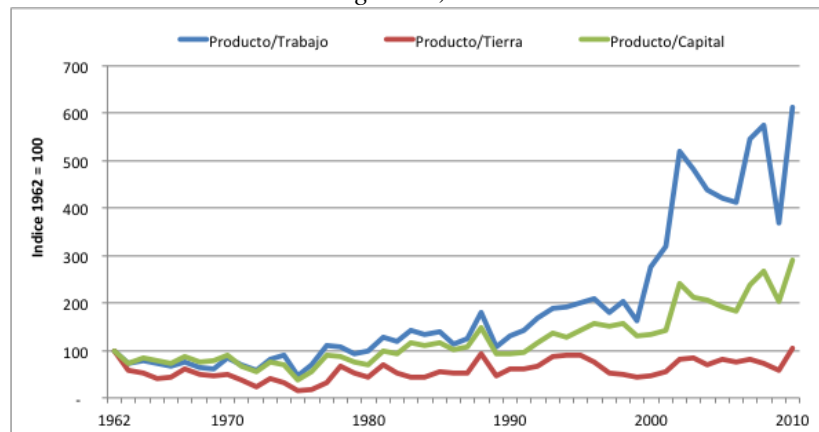
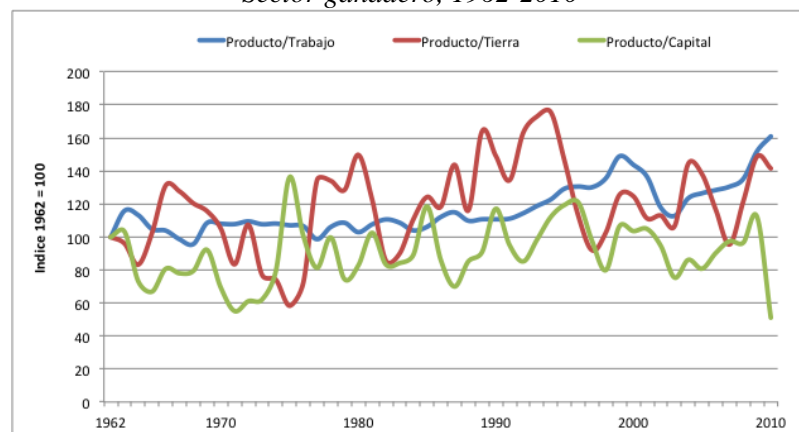
Fuente: Elaboración propia. Notas: P (Producto), F (factores), PTF (Productividad Total de los Factores), L (trabajo), K (Capital), T (Tierra), P/L (Productividad del trabajo), P/T (Productividad de la Tierra), y P/K (Productividad del capital).

Cuadro 3-4. Tasa de crecimiento de la productividad parcial del trabajo, tierra, y capital en el sector agropecuario, agrícola y ganadero, entre 1962-2010 (Índice 1962=100) (en %)

Período	Índices			Crecimiento de los factores				Productividades:			Cocientes Factoriales:				
	P	F	PTF	L	K	T	Fe	P/L	P/T	P/K	T/L	K/L	T/K	Fe/T	P/Fe
<i>Agropecuario</i>															
1962-2010	2.1	0.8	1.2	-0.1	0.8	2		2.4	0.3	1.4	2.1	1	1.2		
1962-1970	1.1	0.4	0.7	0.5	0.4	2.6		1.5	-3	1.7	4.6	-0.2	4.9		
1971-1980	2.3	1.1	1.2	-1.6	1.2	-0.9		3.5	2.8	0.7	0.7	2.8	-2		
1981-1990	1.1	-0.8	1.9	-0.2	-0.9	-1		1.5	2.3	2.2	-0.8	-0.7	-0.1		
1991-2000	2.6	1.9	0.6	-1.3	1.5	7.5		3.6	-4.9	0.7	8.9	2.8	5.9		
2001-2010	2.3	1.4	0.9	1.6	1.2	1.3		1.7	2	2.1	-0.3	-0.4	0.1		
<i>Agrícola</i>															
1962-2010	4	2.1	1.9	-0.5	1.4	2.7	8.6	3.8	0.1	2.3	3.7	1.6	2.1	6.5	-6
1962-1970	0.3	2.7	-2.4	2.9	0.9	5	20.1	-2	-8.4	-1.4	7	-0.6	7.7	14	-19.7
1971-1980	5.1	1.3	3.7	-0.1	2.4	-0.5	5.3	4.2	1.5	0.5	2.6	3.7	-1	4.1	-2.5
1981-1990	0.5	-1.1	1.6	-0.2	-0.7	-2	5	0.2	-1.5	-0.6	1.8	0.9	0.9	6.6	-7.7
1991-2000	5.8	6.9	-1.1	2.4	2.7	11.5	17.2	7.5	-3	3.7	10.8	3.6	6.9	9.9	-11.7
2001-2010	4.5	2.3	2.3	2	1	3.3	3.9	7.5	7.7	8.2	-0.2	-0.6	0.4	3.8	3.7
<i>Ganadero</i>															
1962-2010	0.9	0.3	0.7	0.3	0.6	0.3		1	0.7	-1.4	0.3	2.4	-2.1		
1962-1970	0.9	1	-0.1	0.6	0.6	1.3		0.9	0.6	-4	0.3	5.1	-4.5		
1971-1980	0.9	-3.9	4.9	1.3	-3.3	-4.9		-0.5	6.7	4.6	-6.8	-4.9	-2		
1981-1990	0.1	-3.1	3.1	-0.4	-0.4	-4.5		0.3	2.2	1.5	-1.8	-1.2	-0.7		
1991-2000	2.2	5.9	-3.7	-0.6	2.3	8.7		2.9	-0.8	1	3.8	1.9	1.8		
2001-2010	2.6	1.5	1.1	0.2	3.8	1.1		1.9	2.7	-7.7	-0.8	10.3	-10.1		

Fuente: Elaboración propia. Notas: P (Producto), F (Factores total), PTF (Productividad Total de los Factores), L (Trabajo), K (Capital), T (Tierra), Fe (Fertilizantes)

Figura 3-11. Productividad parcial a nivel sectorial

*Sector agropecuario, 1913-2010**Sector agrícola, 1962-2010**Sector ganadero, 1962-2010*

Fuente: Estimación propia

### 3.4.1 Sector agropecuario, 1913-2010

En el sector agropecuario y entre 1913-2010, la productividad del trabajo creció más que la productividad de la tierra y el capital, presentando solo dos décadas con crecimiento negativo (la del 20 y 40) asociadas con incrementos del uso del factor trabajo (del 1.8%) en el primer caso, y en el segundo más vinculado a una caída del crecimiento del producto (-0.2%). Esta productividad se recupera a partir del 50 en adelante, no solo el menor uso del factor trabajo sino también por incrementos en el producto.

La productividad del capital creció al 1% promedio anual durante la misma etapa, y presentó crecimiento negativo en la década del 20, 40 y el 50, dado especialmente al aumento del capital agropecuario durante el 20 y el 50 en 2.1% y 1.6%, respectivamente; mientras que en el 40 debido a una caída conjunta tanto del producto como del factor capital (-0.2% cada uno). A partir del 60, la productividad parcial del capital se incrementa, ya sea por un mayor nivel de producto logrado respecto al capital invertido, excepto en los 80, en donde el producto creció menos (0.7%) y el capital disminuyó su crecimiento (al -1.1%).

En el caso de la productividad de la tierra, esta creció al 0.4% durante el mismo período, y evidenció mayor variación, denotando un desempeño negativo en las décadas en donde existió incrementos del uso de este factor más que proporcionales al aumento del producto (por ejemplo en el 10, 20, 40, 50, 60, y 90). Es decir, a medida que se expandió la superficie agropecuaria o disminuyó el crecimiento del producto, la productividad parcial de la tierra disminuyó y hasta se hizo negativa; y/o la expansión tuvo lugar sobre tierras no tan productivas, especialmente en el 90.

En el Cuadro 3-3 también pueden observarse el comportamiento de las dotaciones factoriales tierra-trabajo, capital-trabajo y tierra-capital, que crecieron al 1.7%, 1% y

0.7%, respectivamente. La dotación factorial tierra-trabajo fue negativa en el 30, 80 y 2000, ya que se presentaron disminuciones del crecimiento del uso de la tierra (en el 80) o aumentos del trabajo (en el 2000). En el caso del cociente capital-trabajo (es decir el capital por unidad de mano de obra) presentó un crecimiento negativo en el 10, 40, 80 y el 2000, mientras que crece en el resto de los períodos. En el último caso, el cociente tierra-capital, solo presenta crecimiento negativo durante la década del 30, 70 y 80.

El crecimiento de la productividad del trabajo puede ser descompuesto en dos componentes: la productividad de la tierra y el cociente de dotación factorial tierra-trabajo<sup>5</sup>. En el Cuadro 3-4 se observan los resultados de esta descomposición por sector. El crecimiento de la productividad del trabajo en el sector agropecuario llegó al 1.7% anual en el 2000 (comparado con el 1.5% en los 60), y dicho aumento parece ser resultado de la mayor productividad de la tierra (2%) más que por el cociente factorial tierra-trabajo (-0.3%). Una tendencia similar presentó el sector agrícola, en donde la productividad del trabajo llegó al 7.5% en el 2000 (comparado con el crecimiento negativo del -2% de los 60), aumento que parece ser resultado de la mayor productividad de la tierra (7.7%) más que por el cociente factorial tierra-trabajo (-0.2%). En este caso, una mayor productividad del uso de fertilizantes parece haber favorecido al sector agrícola. El sector ganadero siguió una tendencia semejante. En la última década la productividad de la tierra parece tener mayor impacto positivo sobre la productividad del trabajo que la cantidad de superficie por trabajador. Hacia el 2000, el cociente factorial tierra-trabajo presentó un crecimiento negativo en los tres sectores, comparado con la década del 60. En el sector agropecuario, el crecimiento fue del -0.3%, afectado por un desempeño negativo de la relación capital-trabajo (-0.4%), y similar tendencia presentó el sector agrícola. Mientras que en el sector ganadero el

---

<sup>5</sup> Según Nin-Prat y otros (2005), La productividad parcial del trabajo (Producto/Trabajo) es igual a la multiplicación entre la productividad parcial de la tierra (Producto/Tierra) por el coeficiente Tierra/Trabajo:  

$$[\text{Producto/Trabajo} = (\text{Producto/Tierra}) * (\text{Tierra/Trabajo})]$$

desempeño negativo de este cociente (en -0.8%) parece estar más relacionado una caída del cociente tierra-capital del -10.1%, es decir de la cantidad de hectáreas por animal.

#### 3.4.2 Sector agrícola, 1962-2010

En el sector agrícola la productividad del trabajo (3.8%) fue mayor que la productividad de capital (2.3%) y la tierra (0.1%). La productividad del trabajo presentó un crecimiento negativo en los 60, pero se recuperó posteriormente dado la caída en el uso del factor trabajo y aumento del crecimiento del producto agrícola. En los 70 la productividad del trabajo se incrementa alcanzando un 4.2% anual y llegando al 7.5% en el 2000. Se estima que la caída de esta productividad en los 80 está más relacionada a la caída del producto. Con relación a la productividad del capital, la tendencia de crecimiento fue en general positiva, con dos décadas con crecimiento negativo (el 60 y el 80) y con un estancamiento en el 70 en donde crece al 0.5%. Sin embargo se recupera en el 90 y 2000 al 3.7% y 8.2%, respectivamente; no solo por la mayor inversión en capital agrícola sino también por el aumento importante del producto. La productividad de la tierra muestra desempeño negativo en los 60, 80 y 90 pero por diferentes causas. Por ejemplo, en el 60 y el 90 se destacó el mayor crecimiento del área agrícola (5% y 11.5%, respectivamente), mientras en el 80, si bien disminuye el crecimiento del factor tierra, el producto estaba casi estancado (0.5%). La productividad de la tierra se recuperó hacia el 2000 en donde creció a una tasa anual del 7.7%, debido especialmente al crecimiento más que proporcional del producto (4.5%). En cuanto a la evolución de las dotaciones factoriales, en orden de importancia el mayor crecimiento anual fue del cociente fertilizante-tierra (6.5%), tierra/trabajo (3.7%), tierra-capital (2.1%) y capital-trabajo (1.6%). En el caso del cociente fertilizante-tierra, puede observarse que el crecimiento del uso de fertilizantes fue mayor al del factor tierra, y por tanto se presentan valores de crecimiento positivo en toda la serie.

### 3.4.3 Sector ganadero, 1962-2010

En el sector ganadero la productividad del trabajo (1%) fue mayor que la de la tierra (0.7%) y el capital (-1.4%). La productividad del trabajo presentó un crecimiento negativo en los 70, pero se recuperó en las décadas siguientes dado la caída en el uso del factor y aumento del producto, alcanzando un crecimiento del 2.9% en los 90<sup>6</sup>. La productividad de la tierra mostró desempeño negativo en el 90, dado que la superficie se expandió al 8.7%, mientras que el producto al 2.2%. Con relación a la productividad del capital (stock animal), la tendencia de crecimiento general fue negativa (-1.4%), especialmente en la década del 60 y 2000, en donde el producto obtenido por unidad de capital invertido en el sector fue muy bajo en el primer caso; y el aumento en stock animal (del 3.8%) fue más que proporcional al aumento del producto ganadero en el 2000. Sin embargo, existieron períodos con desempeño positivo como en el 70, 80 y 90.

En síntesis, como puede observarse en Figura 3-12, la evolución de las productividades parciales y la PTF en los últimos 50 años siguió diferentes patrones según el sector. En este sentido, puede argumentarse que a lo largo de 1962-2010, en el sector agropecuario la declinación en la productividad de la tierra haya sido compensada por el crecimiento de la productividad del trabajo y el capital, en orden de importancia; y por tanto también haya afectado a la PTF. Esta misma tendencia coincide con lo expuesto por Fuglie (2010) para el caso de tendencia mundial. Mientras que en el sector agropecuario la productividad del trabajo creció al 2.4%, en el sector agrícola fue al 3.8% y en el ganadero al 1%, muy probablemente ligado al impacto del mayor uso de la maquinaria agrícola.

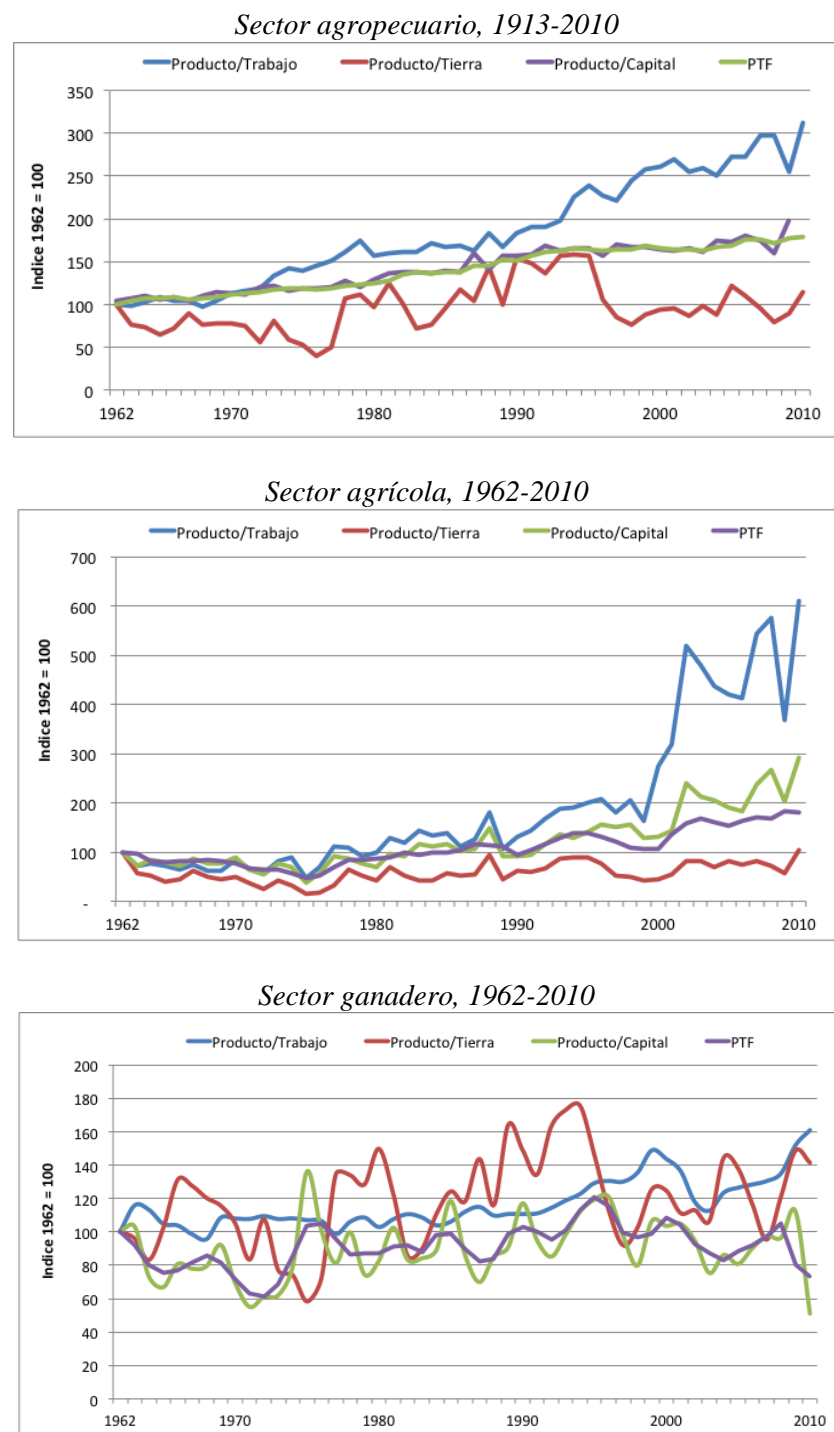
---

<sup>6</sup> Alston y otros (Capítulo 3, 2010) han encontrado a nivel global tendencias semejantes a las halladas en este trabajo para el caso de la productividad del trabajo y la tierra. En general existió una tendencia de menores tasas de crecimiento de ambas productividades en las últimas décadas a partir del 90, con relación a décadas anteriores.

En cuanto a la productividad del capital, el sector agropecuario tuvo crecimiento positivo, aunque parece haberse estancado durante el 70 y 90 en donde el crecimiento fue muy bajo (0.7%). En cambio, la agricultura y ganadería siguieron diferente patrón de crecimiento: la agricultura creció al 2.3% mientras que la ganadería presentó una tendencia opuesta y tuvo crecimiento negativo del -1.4%. En cuanto a la productividad de la tierra, ésta creció a una menor tasa en el sector agropecuario (0.3%), agrícola (0.1%) y ganadero (0.7%). Fue la menor de las productividades parciales. Durante el 60, la productividad de la tierra era muy baja, pero se recuperó en la década siguiente probablemente en coincidencia con el mayor uso de semillas mejoradas y del reemplazo de pastizales naturales por pasturas. Algunas cuestiones que se desprenden de este análisis y que deberán ser analizados en detalle en futuros estudios, es que el impacto de los cambios tecnológicos como el desarrollo de la maquinaria agrícola y material genético vegetal, haya favorecido más a la agricultura que a la ganadería, especialmente durante el 70 (Reca, 1980). Y en posteriores décadas (especialmente las dos últimas), la expansión territorial en Argentina podría indicar que la misma haya sido sobre tierras no muy productivas o sujetas a variabilidad climática, y que también la adopción de tecnología no haya sido lo suficientemente uniforme entre sectores, generando mayor variabilidad en la productividad parcial y total, e indicando que aun podría existir un amplio margen en donde las políticas y la inversión podrían impactar positivamente.



Figura 3-12. PTF y productividad parcial del trabajo, la tierra y el capital



Fuente: Estimación propia

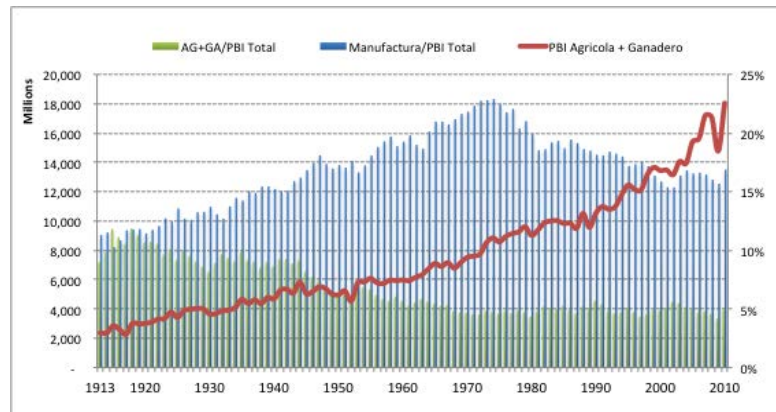
#### 4 CAPITULO 4. DISCUSION

Este capítulo presenta una discusión de los resultados de la sección anterior y a la vez los complementa con información histórica y de otros estudios en el tema. Primero se describe una síntesis del cambio de participación del sector agropecuario en la economía argentina; segundo, se intenta responder las hipótesis I y II; y finalmente se describen cuestiones del contexto tecnológico, organizacional, institucional e internacional que probablemente hayan afectado a la variación de la productividad.

##### 4.1 Evolución del sector agropecuario en la economía argentina

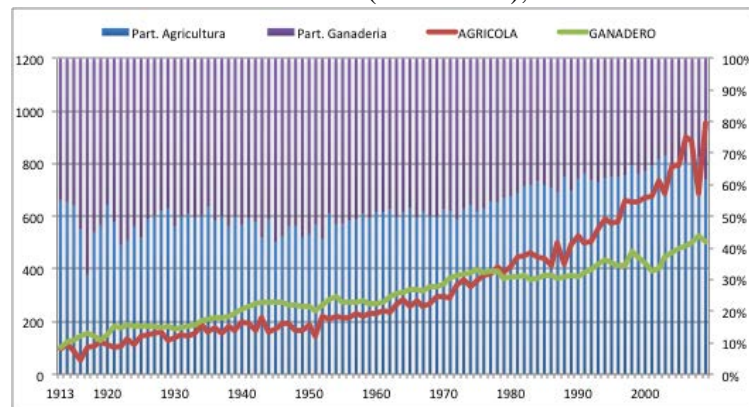
Aunque la tendencia general del crecimiento del producto agropecuario entre 1913-2010 fue positiva, su participación relativa en la economía argentina fue decreciendo a lo largo del tiempo pasando del 9% al 5%, mientras que el sector manufacturero siguió la tendencia opuesta, y creció del 11% al 17% (Ferrerres, 2010). Dentro del sector agropecuario, el sector agrícola y ganadero siguieron dinámicas diferentes, siendo que al 2010 la relación entre ambos es 70% y 30%, mientras que a principio de siglo pasado era 55% y 45%, respectivamente (Figura 4-1, Figura 4-2). Este desempeño fue especialmente debido a la importancia relativa que adquirieron las oleaginosas (que en la actualidad representan el 63% del total de la producción de granos, Figura 4-3); y además como consecuencia del crecimiento diferenciado que tuvo el sector agrícola comparado con el ganadero, como puede observarse en las productividades comparadas de la Figura 3-12 del capítulo anterior.

Figura 4-1. Evolución del PBI agropecuario (millones de pesos y como porcentaje del total), 1913-2010



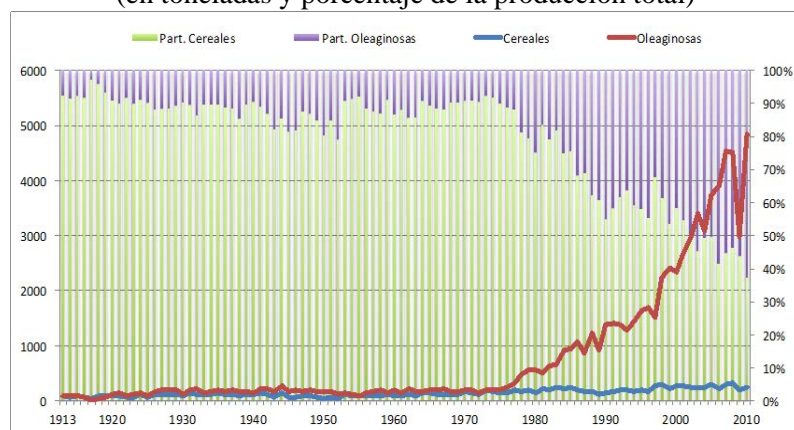
Fuente: Elaboración con base a Ferreres (2010)

Figura 4-2. Participación del sector agrícola y ganadero en el PBI agropecuario (porcentaje) e índice de crecimiento (1913 = 100), 1913-2010



Fuente: Elaboración con base a Ferreres (2010)

Figura 4-3. Evolución de la producción de cereales y oleaginosas, 1913-2010 (en toneladas y porcentaje de la producción total)



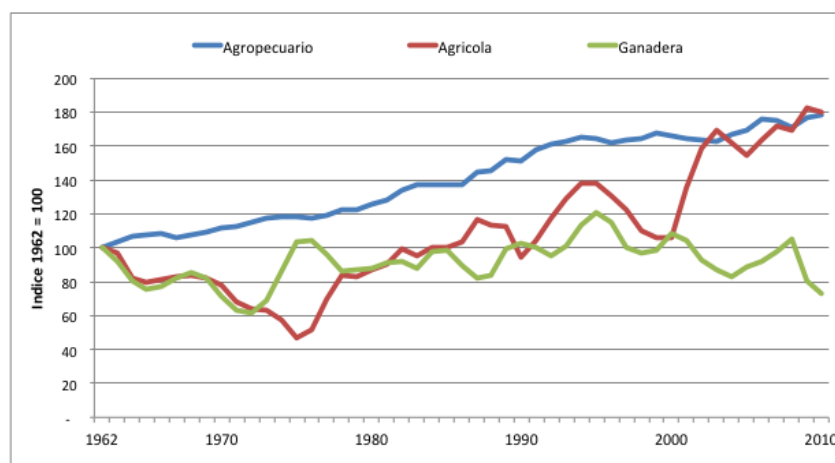
Fuente: Elaborado con base a Ferreres (2010)

4.2 Hipótesis 1: La PTF del sector agropecuario en Argentina ha evolucionado en forma positiva en los últimos años, manifestando diferencias entre sub períodos.

Como fuera presentado en el capítulo anterior, la PTF para el sector agropecuario si bien fue positiva a lo largo del período 1913-2010, presentó variaciones entre décadas vinculadas ya sea debido a caídas en el producto o incremento en el uso de los factores. Para poder realizar la comparación de la evolución de la PTF en los tres sectores, se tomó el período 1962-2010. En dichos últimos 50 años, la PTF del sector agropecuario creció al 1.2%, mientras que en el sector agrícola al 1.9% y el sector ganadero al 0.7% anual (Figura 4-4). Si se considera solo el sector agropecuario, la PTF mostró una tendencia positiva de crecimiento excepto en los 90. En los 60, la PTF crecía al 0.5%, para ir creciendo al 3.2% en los 70, luego 2.4% en los 80 dado la caída del uso de los factores al -1.8%, especialmente por el menor uso de tierra (que cayó al -3.7% anual), del capital (-1.1%) y del trabajo (-0.6%). Sin embargo, la PTF disminuyó a medida que se incrementó el uso de los factores, como en la década del 90 (tasa del -1.3%) y del 2000 (del 0.8%). Esta misma tendencia se refleja a nivel sectorial. Por ejemplo, en la década del 60 y 90, la PTF disminuye tanto en el sector agrícola al -2.4% y -1.1%, ambas relacionadas a la expansión del uso del factor tierra. En el sector ganadero se presenta la misma tendencia y para las mismas décadas. En el 80, y en el caso del sector agrícola, la mayor PTF del 1.6% puede estar relacionada a que aun teniendo una caída en el uso de los factores tierra (-2%), capital (-0.7%) y trabajo (-0.2%), existió un mayor uso de fertilizantes, insumo que en dicha etapa creció al 5% anual y debe haber favorecido al producto. En el caso de la ganadería, la tendencia es semejante, pues el crecimiento del producto ganadero se estanca en un 0.1%, debido a una fuerte caída del uso de tierra (-4.5%), capital y trabajo en un -0.4% cada uno, presentando la PTF una

tasa de crecimiento del 3.1%. En la década del 90 y 2000, la agricultura fue el sector más dinámico, en donde el producto creció a una tasa anual del 5.8% y 4.5%, respectivamente; mientras que el uso de los factores al 6.9% (la mayor tasa de los 100 años) y 2.3% anual. Esto deriva de una mayor inversión en capital (cuya tasa de crecimiento fue del 2.7%), del uso de fertilizantes (que creció al 17.2%), de la expansión territorial (que llegó al 11.5% anual) y la mayor demanda de mano de obra y/o también del impacto de la regularización (formalización) del trabajo rural. Esta tendencia se observa tanto en el sector agrícola como ganadero. Este mayor uso de factores impactó negativamente en el crecimiento de la PTF en el sector agrícola y ganadero, decreciendo ambos al -1.1% y -3.7% respectivamente, en la década del 90. En cambio, durante la década del 2000, se observa que el menor uso de los factores impactó positivamente en un mayor crecimiento de la PTF sectorial. En síntesis, la PTF del sector agropecuario creció en forma positiva si se toma el período completo de 1913-2010, pero existieron variaciones entre décadas. Si se considera solo los últimos 50 años, si se observa que tuvo crecimiento positivo aunque decreciente.

Figura 4-4. Evolución comparada de la PTF por sector, 1962- 2010

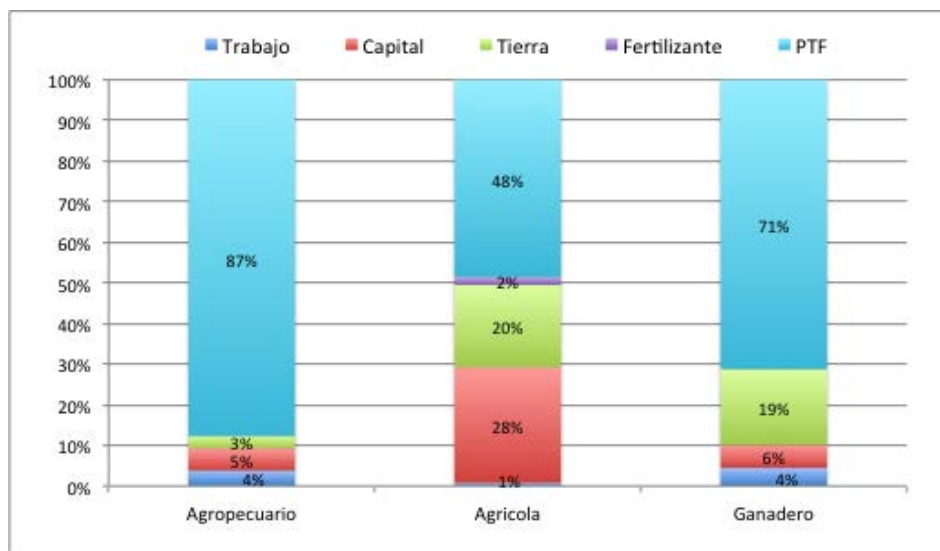


Fuente: Estimación propia

4.3 Hipótesis 2: La PTF por sector productivo ha evolucionado de manera diferente, y las razones de ello pueden atribuirse a cambios en el contexto tecnológico, organizacional e institucional a lo largo del tiempo.

En los últimos 50 años, la PTF participó con el 87%, 48% y 71% del crecimiento del producto agropecuario, agrícola y ganadero, respectivamente; aportando las fuentes factoriales la diferencia (Figura 4-5). Si bien la PTF y el uso de los factores variaron a lo largo del tiempo, con base a los resultados obtenidos podría decirse que a nivel del sector agrícola, el modelo de crecimiento estuvo centrado en fertilizantes, tierra, y capital; la mientras que en el sector ganadero, prevaleció la ganancia en productividad, en orden de importancia, además de la tierra y el stock animal (factor capital en este trabajo).

Figura 4-5. Contribución de los factores y la PTF al crecimiento del producto



Fuente: Estimación propia. Nota: sector agropecuario para el período 1913-2010, y para el sector agrícola y ganadero para el período 1962-2010

A continuación se presenta una discusión de los resultados hallados en el contexto de hechos históricos del ambiente internacional, institucional, tecnológico y organizacional

que posiblemente hayan afectado a lo largo del tiempo a la PTF, como así también de información proveniente de otros estudios relacionados al tema.

#### 4.3.1 Sector agropecuario, 1913-2010

A inicios del 1900 y durante las primeras décadas y hasta 1940, el país tenía un claro perfil agroexportador basado en agricultura (trigo, maíz y lino) y ganadería extensiva, y con un modelo de crecimiento que se basaba especialmente en el uso de factores (tierra, el capital y la trabajo) (Díaz Alejandro, 1975, Ballesteros, 1957). El producto creció en esos primeros 30 años a tasas del 2%, 2.6% y el 3.4% (la mayor de los 100 años), respectivamente. En dicha época, la PTF creció del 1.5% promedio anual entre 1913-20 y al 2.9% entre 1930-40, llegando a explicar casi el 87% del crecimiento del producto. El proceso productivo se realizaba con escasa maquinaria y la mano de obra representaba en promedio casi el 69% del total de factores utilizados. El país había logrado estabilidad política, que sumado a la disminución de costos de transporte de ultramar y mayor demanda mundial de alimentos, mejoró las posibilidades de exportación, los ingresos al país y la llegada de capital extranjero (Krueger, Valdes, Schiff, 1991). Este capital se tradujo en mejoras de infraestructura (puertos, ferrocarriles y energía eléctrica) que favoreció el crecimiento alto y sostenido de la economía. Es importante notar que en la década del 30, el aumento del producto agropecuario fue aun con menor tasa de uso de factores (0.4%) y mayores ganancias en productividad. Sin embargo, durante la década del 40 se sucedieron varios procesos políticos en el ámbito nacional e internacional (Segunda Guerra Mundial), que afectaron a tal modelo de crecimiento y por tanto a la productividad del sector, modificando su tendencia. La tasa anual promedio de crecimiento de la PTF pasó a ser de -0.3%, dado por una caída fuerte en el producto (del 3.4% al -0.2%) y en menor medida de los factores (del 0.4% al 0.1%). Especialmente se afectó a la expansión del capital que pasó de un 0.6% (en el

40) al -0.2%, y en menor medida del trabajo (de 0.3% al 0.1%). Sin embargo, se observa que existió una expansión en el uso de la tierra, cuya tasa de crecimiento anual llegó al 1.9%. Podría decirse que durante la década del 40, en el sector existió una etapa de estancamiento, similar a lo mencionado por Díaz Alejandro (1975) y Ballesteros (1957), quienes señalan como causas de este proceso a políticas erróneas que afectaron directamente a los precios relativos de los principales granos, la contratación de la mano de obra, la importación de bienes de capital (sustitución de importaciones), conjuntamente con un fuerte proceso de migración rural inducido por diferencias salariales derivadas de la protección industrial. Otros factores del mercado que afectaron durante la década del 40 fueron los contratos de alquiler de tierra, el transporte, y el salario rural; los cuales fueron sujeto de una nueva regulación. Por ejemplo, en 1947 se introdujo la Comisión del Trabajador Rural que establecía los salarios mínimos de los trabajadores como también las condiciones de trabajo estacional. Los productores solo podían contratar personal a través del sindicato del distrito y a un valor de salario pre establecido por ellos, estando inhabilitados de utilizar la mano de obra de su propia familia. Si un productor poseía una cosechadora, solo podía utilizarla en su predio y no en un predio vecino, excepto que contrate a un trabajador del sindicato. Esto contribuyó al incremento de los costos de cosecha, que entonces requería más mano de obra, lo cual muy probablemente afectó a los niveles de eficiencia de la década. Se puede decir que la discriminación de precios durante esta época fue parte de la causa del estancamiento pero no la única, ya que el sector rural de postguerra enfrentó costos salariales mayores, menores precios reales de granos, y que junto con las políticas de restricción a la importación de insumos, disminuyeron el beneficio esperado por el productor, y por ende determinaron una menor producción. Sturzenegger (1990) señala que la discriminación contra los precios de los principales



granos entre 1960 y fines de los 80 fue del 40 al 50%, e incrementándose entre décadas. A partir de la década del 50 las nuevas semillas mejoradas disponibles y la introducción de nuevas razas de ganado revirtieron la tendencia, indicando la rápida respuesta de los productores a nuevas oportunidades de rentabilidad (Díaz Alejandro, 1975). La producción agropecuaria se recupera a un tasa del 1.9% y también la PTF en un 1.4% anual, que llega a explicar el 78% de tal incremento. Similar tendencia encuentra Reca (1980). La contribución de los factores al crecimiento del producto fue del 22%, explicado por el menor uso de mano de obra (-2.4%), pero mayor inversión en capital (1.6%) y en tierra (6.8%). La crisis generada en el 40 había producido una importante migración rural, lo cual coincide con la alta tasa negativa de la mano de obra para esa década. Sin embargo, en el caso de los otros dos factores, tierra y capital, el crecimiento fue mayor si se compara con la década anterior. A partir del 50 en adelante, la productividad del trabajo creció ya sea por mayor productividad de la tierra como por una mejor relación tierra-trabajo. Esto coincide con Díaz Alejandro (1975) quien menciona que a partir de 1945 la emigración rural fue importante en el sector agrícola y que existió un aumento de salarios que afectó negativamente incrementando los costos. La actividad agrícola siguió siendo intensiva en mano de obra hasta después del 50, en donde la mecanización toma más fuerza. Reca (1980) también encuentra que el incremento en productividad del trabajo está relacionada a la sustitución de mano de obra por maquinaria y a un proceso de migración rural. En la década siguiente del 60, el producto agropecuario siguió creciendo a una tasa del 2.1%, pero con base a un mayor nivel de uso de factores (tasa del 1.6%) y por tanto la PTF disminuyó al 0.5% anual, comparado a la década anterior. Esta tendencia también es descripta por Reca (1980). En esta década el factor que parece haber tenido más impacto fue el trabajo que creció al 1.1%, mientras que tanto el capital y la tierra disminuyeron su crecimiento a una tasa

anual del 1% y 3.4%, respectivamente, pero de todas formas contribuyeron en forma positiva. En la década del 70, el producto agropecuario alcanzó una tasa del 2.4% anual. Sin embargo, al disminuir el uso de los factores (al -0.8%), la PTF aumentó al 3.2% anual (el mayor crecimiento del período completo). Entre los factores, el menor crecimiento del trabajo (caída del -1.8% anual) y de la tierra (de -0.1%) afectaron, evidentemente, más que proporcionalmente al aumento registrado en el capital que fue del 1.5% anual. Hacia los 80, el producto agropecuario creció más lentamente que en el período anterior (a una tasa del 0.7%) y es notable como esta caída está fuertemente vinculada a un menor uso de la tierra (que decreció al -3.7%), del capital (al -1.1%) y del trabajo (al -0.6%). Esta misma tendencia se refleja a nivel sectorial, tanto para la agricultura como para la ganadería, generando en todos los casos tasas de crecimiento positivas de la PTF. En el caso del sector agrícola, la mayor PTF del 1.6% puede estar relacionada a que aun teniendo una caída en el uso de los factores tierra (-2%), capital (-0.7%) y mano de obra (-0.2%), existió un mayor uso de fertilizantes, insumo que en dicha etapa creció al 5% anual. En el caso de la ganadería, la tendencia es semejante, pues el crecimiento del producto ganadero se estanca en un 0.1%, debido a una fuerte caída del uso de tierra (-4.5%), capital y mano de obra en un -0.4% cada uno, presentando una tasa de crecimiento de la PTF del 3.1%.

En las décadas siguientes del 90 y 2000, el comportamiento de la producción agropecuaria mejora nuevamente pero con base a dos modelos de crecimiento diferentes: en los 90 existió un mayor uso de los factores, mientras que en la década del 2000 el crecimiento estuvo explicado por mayores ganancias en PTF. Durante los 90, el país eliminó muchas regulaciones y distorsiones establecidas por políticas anteriores sobre la comercialización de materias primas, adoptando un modelo de economía más abierta e integrada al mundo (Lence, 2010, Gallacher, 1999). A raíz de este cambio, en

la década del 90 y del 2000, el producto agregado comienza a recuperarse a tasas del 2.7% y del 2.8%, respectivamente. Desde el punto de vista sectorial, la agricultura fue el sector más dinámico durante los 90, creciendo a una tasa del 5.8%, con la utilización total de factores creciendo al 6.9% anual, la mayor tasa de los 100 años. Esto se deriva de una mayor inversión en capital (cuya tasa de crecimiento fue del 2.7%) que promovió la mecanización, la incorporación de nuevos insumos claves como los fertilizantes (que crecieron al 17.2% anual), la expansión territorial (la tasa de crecimiento de la tierra llega al 11.5% anual) y la mayor demanda de mano de obra. Esta tendencia se observa tanto en el sector agrícola como ganadero. El registro de una mayor demanda de mano de obra posiblemente se debe a que en 1999 se sancionó la Ley 25.191, que creó la Libreta del Trabajador Rural, aplicable a todos los trabajadores (permanentes o temporales) en carácter obligatorio, creándose el Registro Nacional de Trabajadores Rurales y Empleadores (RENATRE). Este instó a formalizar el trabajo agropecuario, haciendo que las estadísticas recuperen mayor información sobre la cantidad real de trabajadores en el sector. Por otro lado, durante la década del 2000, se expande y generaliza el uso del “contratista de labores”, un agente que con maquinaria propia realiza a terceros las labores necesarias para la producción agrícola (siembra, pulverización y cosecha) y ganadera (siembra y control de pasturas, y confección de reservas). En el caso del uso de la tierra, existió una expansión a nivel agregado del 10.4%, y similarmente en la agricultura y la ganadería que manifestaron crecimientos importantes, del 11.5% y 8.7% respectivamente. Existió una sustitución del uso de las mejores tierras ganaderas y/o dedicadas a lechería hacia la agricultura, y por tanto la ganadería se trasladó a otras zonas, algunas veces fuera de la región Pampeana.

La política económica más abierta a partir de la década del 90 facilitó el acceso a insumos claves para la agricultura como los fertilizantes, cuya tasa de crecimiento anual

llegó al 17.2%, y otros agroquímicos. Esto coincide con lo mencionado por Gallacher (1999) quien señala que la liberalización del comercio favoreció la importación de insumos como agroquímicos y maquinaria agrícola, favoreciendo el cambio tecnológico. En cierta forma, el Estado y el sector privado ejercieron un rol facilitador que promovió la importación de estos insumos. La adopción de semillas mejoradas genéticamente fue uno de los principales cambios tecnológicos que impulsó el sector, especialmente en soja resistente a glifosato y maíz resistente a plagas, como también el doble cultivo trigo-soja. Esto permitió producir en nuevas áreas, expandiendo el potencial de producción. Se incorporó la “siembra directa”, innovación que si bien se desarrolló alrededor de la década del 70, no fue hasta partir del 90 en donde su uso se masificó, gracias a la posibilidad de utilizar otros insumos claves (Barsky y Gelman, 2009). Esta tecnología se expandió, en el manejo técnico de otros cultivos como maíz, trigo y girasol. Desde el ambiente institucional, durante la década del 90 se implementaron políticas que tuvieron gran impacto sobre el sector agropecuario. Por ejemplo, la eliminación de las restricciones cuantitativas a las exportaciones, la reducción de tarifas de importación de los principales insumos y maquinarias, la eliminación de las juntas de comercio (a través de las cuales el Estado intervenía en la comercialización), la mejora en transporte y puertos (que redujo ineficiencias logísticas), y las mayores inversiones públicas y privadas en infraestructura de almacenamiento, entre otros. Estas modificaciones institucionales mejoraron la relación de precios relativos, incentivaron el uso de los factores y por tanto la expansión de la producción (Lence, 2010, Lema, 2010). Coremberg (2007) destaca que el modelo de crecimiento de la economía argentina se basó en la acumulación de factores más que en un desplazamiento de la función de producción, y que por tanto el modelo de crecimiento fue extensivo durante 1990-2004, con acumulación de capital y trabajo

(especialmente después de la devaluación del 2002), lo cual es similar a lo hallado en la presente investigación respecto al sector agropecuario en la década del 90. En síntesis, en esta etapa se produjo un proceso de expansión pero con intensificación del sector agropecuario, en donde los avances tecnológicos generados en décadas anteriores, permitieron un importante crecimiento de la producción, facilitado por el ambiente institucional.

Sin embargo, entre el 2001-2010, el modelo económico estuvo más orientado al mercado interno y con distorsiones en los valores locales a raíz del incremento en los precios internacionales de los principales granos y la energía. A partir del 2000, el producto agropecuario creció al 2.8% anual, y tal desempeño fue explicado en un 27% por mejoras en la PTF y un 73% por el uso de factores, tierra, capital y mano de obra, en orden de importancia, según estimaciones logradas en este trabajo. Es decir, en la última década existió menor uso de factores respecto al anterior, y probablemente una mejor combinación de ganancias de eficiencia y cambio tecnológico que se iniciaron en los años anteriores, e hicieron que la PTF del sector en su conjunto crezca al 0.8%. En esta década del 2000, se registra un aumento en el trabajo del 1.4% anual (probablemente ligado a la nueva normativa de formalización del trabajo), un aumento del 1.8% del capital y del 2.6% del uso de la tierra, es decir el modelo de crecimiento estaba basado en menor uso relativo de factores, comparado con la década anterior (excepto por el trabajo). Si es importante destacar que hacia el 2004, el contexto internacional de aumento de los precios de los granos y de la energía, hizo que el gobierno tomara de medidas orientadas a evitar que dicho escenario creara un aumento de los precios internos de los alimentos. De este modo, se establecieron retenciones a las exportaciones para los granos y la carne, entre otras medidas (Nogués y Porto, 2007). Gallacher y Lema (2014) estimaron que como consecuencia de las políticas

comerciales y fiscales aplicadas entre 2007 y 2012, el sector agropecuario transfirió aproximadamente 10 mil millones de dólares por año al fisco y a los consumidores. Hacia el final del 2000, el producto crecía al 2.8% y el uso de los factores al 2.1% anual, la PTF había descendido al 0.8% anual, es decir aun teniendo tasas de crecimiento del producto altas, el modelo de crecimiento del sector agropecuario parece estar más basado en la acumulación y uso de factores que en ganancias de productividad total.

#### 4.3.2 Sector agrícola, 1962-2010

Durante 1962-2010, la producción agrícola alcanzó una tasa de crecimiento del 4% anual, mientras que la del uso de los factores un 2.1% y la PTF un 1.9%, siendo que estos últimos explicaron el crecimiento del producto agrícola en un 52% y 48%, respectivamente. Los factores que más se utilizaron fueron fertilizantes, tierra y capital (maquinarias especialmente), mientras que la mano de obra mostró una tendencia decreciente, probablemente ligada al efecto de la mecanización. En la década del 60, el producto agrícola crecía muy poco (al 0.3%), aun con un alto nivel de uso de los factores (del 2,7%), especialmente dado por los fertilizantes, tierra, trabajo y en menor medida capital; y por tanto el crecimiento de la PTF era negativo (del -2.4%). Tal como cita Bragachini y otros (2009), en esta época el tractor adquiría mayor difusión en la realización de las tareas de campo, y también comenzaba a existir mayor especialización en el desarrollo del resto de la maquinaria, especialmente en sembradoras, pulverizadoras y cosechadoras (la mayoría eran importadas). Podría decirse que en esta época, se inicia la cosecha a granel con descarga a tolva, abandonándose la forma de tradicional de trilla y embolsado que había prevalecido hasta entonces. La aparición de las cosechadoras promovió la cosecha temprana de los granos, y también el desarrollo de las secadoras. En cierta forma, la mecanización

agrícola mejoró la productividad parcial del trabajo hacia la década del 70, pero con base a la liberación de mano de obra. También existió mayor uso de semillas híbridas (maíz) lo cual afectaba positivamente a la productividad de la tierra y el producto. En esta década llega a Argentina el cultivo de soja, sembrándose aproximadamente unas 10.000 hectáreas.

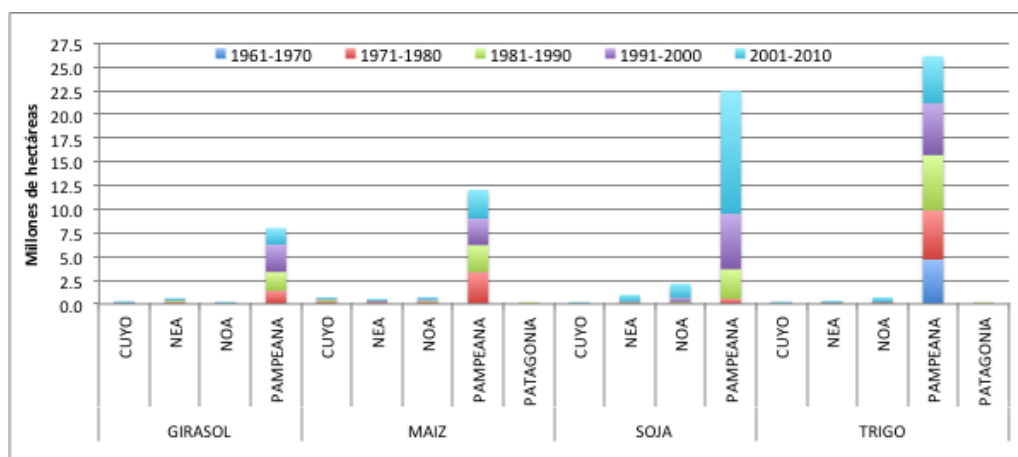
En esta década del 70, la producción y la PTF se recuperan a una tasa promedio anual acumulada del 5.1% y 3.7%, respectivamente; mientras que el uso de los factores aumenta a una tasa menor que la década anterior (1.3%) dado por el la disminución del factor trabajo (-0.1%), la tierra (-0.5%) y los fertilizantes (5.3%), aunque se incrementó el capital al 2.4% anual. En esta década existen mejoras en los rendimientos por mayor uso de semillas mejoradas de maíz, girasol, trigo, según (Barsky y otros, 2008; Trigo, 2011); y en el uso de maquinaria más especializada (ancho de trabajo y autonomía, tractores con sistema de dirección de potencia e hidráulico, de sembradoras para siembra directa, pulverizadoras, cosechadoras, sistemas de riego por aspersión y capacidad de acopio) (Bragachini y otros, 2009). Como muestran las estimaciones de este trabajo, en los 70 la producción agrícola creció y también la PTF, esta última gracias a los avances en innovaciones tecnológicas que el sector había promovido desde décadas anteriores en cuanto a mecanización, uso de semillas híbridas, y especialmente la formación de técnicos más especializados en donde el INTA jugó un rol clave. Sin embargo, a esta década de crecimiento, le sigue un período en donde el sector agrícola parece estancarse. Tal como se observa en el Cuadro 3-1, en la década del 80 el producto pasa a crecer al 0.5%, el uso de los factores cae al -1.1%, y la PTF aumenta más lentamente que en el período anterior (al 1.6%). Esta etapa de menor crecimiento es revertida en la década del 90, en donde se produce un crecimiento anual del producto agrícola del 5.8%, la mayor tasa de todo el período. Este aumento se debe a un alto

nivel de uso de factores (que llega al 6.9% anual), y de por tanto la PTF cae al -1.1%. Es decir, en esta etapa se produce una expansión de la agricultura pero con base al uso factorial más que de ganancias en productividad: el trabajo crece al 2.4%, capital al 2.7%, tierra al 11.5%, y fertilizantes al 17.2%. Esto coincide con lo hallado por Lema (1999), quien manifiesta que en la década del 90 el sector agrícola se recupera, creciendo el producto al igual que la productividad de la tierra (en un 2.6% anual acumulado de los rendimientos por hectárea), destacando que en esa época existió una relación favorable entre los precios de productos (incremento real del precio de los granos) y de los factores (que habían bajado). Es importante resaltar que esto último coincide con lo expresado por Yamada y Ruttan (1980) respecto al beneficio que genera una relación equilibrada de precios de insumos y productos respecto de la adopción tecnológica. Siguiendo a la descripción sobre la evolución de las tecnologías en el sector realizada por Bragachini y otros (2009) y Trigo (2011), en esta década del 90 se intensificó el mejoramiento genético en trigo, maíz, soja y girasol, y también en otros cultivos. El mismo autor señala como hechos destacables el registro de la primera soja transgénica en 1996, con resistencia al herbicida glifosato y también se desarrolló los grupos de madurez corta. La capacidad de acopio alcanzó las 33 millones de toneladas hacia 1994, y también se comenzaban con las primeras prácticas con el “silo bolsa” de granos a campo. El parque maquinaria continuó con la especialización en tractores, siembra directa, el banderillero satelital, la fertilización, el riego por aspersión y ferti-irrigación, y la cosecha. Surgen los primeros mapas de rendimiento satelital, uso de sensores de cultivo (Green Seeker) y se promueve así el concepto de agricultura inteligente y de siembra de precisión, fertilización y cosecha, que sería desarrollado especialmente a través del INTA.



Existió en estos años un fuerte desarrollo tecnológico con base a la integración de conocimientos desde distintas ciencias. Sin duda, el cambio en la política económica descrito en la sección anterior, tuvo un impacto favorable sobre la posibilidad de desarrollar, innovar y adoptar nueva tecnología. En esta década se produce una importante expansión territorial de la agricultura, incluso fuera de la región Pampeana, gracias a la disponibilidad de nueva tecnología y conocimientos gerenciales, lo que impactó en la reasignación de actividades productivas por región como puede observarse en la Figura 4-6. Si bien la región Pampeana es la que mayor superficie asignó a la agricultura, hacia la década del 90 y 2000 también se observa una expansión en otras regiones. Este entorno tecnológico, organizacional e institucional favoreció el aumento de la escala de operaciones, gracias al surgimiento del contratista de servicios y a la mayor disponibilidad de capital y liquidez de los productores, en algunos casos extra-sector agropecuario.

Figura 4-6. Evolución de la superficie sembrada de cultivos, por región, entre 1960-2010



Fuente: Elaboración propia con base a SIIA, 2015.

Nota: Solo se consideraron los cultivos de trigo, maíz, soja y girasol

El contratista se transformó en un actor clave de este crecimiento, pues con un parque de maquinaria moderno ofrece servicios de labores en diversas regiones del país, brindando mayor flexibilidad al gerenciamiento y riesgo productivo (SAGPyA, 2009).

También es importante destacar aspectos vinculados a la comercialización de granos. A medida que el productor accede a mayores conocimientos gerenciales, planifican sus siembras con base a precios estimados a cosecha provenientes de las Bolsas de Cereales y/o de operaciones en mercados internacionales, fijando los precios a cosecha de antemano y así asegurándose de rentabilidad.

Hacia el 2000, se sigue con la tendencia positiva del crecimiento anual del producto agrícola (4.5%), pero con menor uso factorial (cuya tasa anual de crecimiento pasa al 2.3%, comparado con el 6.9% de la década anterior), y por tanto la PTF crece al 2.3%. Si bien en la etapa las tasas de crecimiento de los factores trabajo, capital, tierra y fertilizantes son positivas, son menores a las de la década del 90. Es decir, existió una menor asignación de factores a la producción y por tanto mayores ganancias en productividad.

De esta manera, podría pensarse que todos los conocimientos e innovaciones tecnológicas e organizacionales desarrolladas en el 90, tuvieron su efecto positivo en la década del 2000, tendiéndose a un sistema de producción agrícola más tecnificado y de mayor productividad. En esta etapa, entre los avances tecnológicos más destacados se puede citar a los relacionados con la mejora de semillas con varias características en simultáneo (como la resistencia a herbicidas y plagas, resistencia a herbicidas, la tolerancia a la sequía, el mayor contenido de aceites, mayor rendimiento, entre otros), al uso del sistema de doble cultivo trigo-soja, la siembra directa y otras maquinarias con mayor especialización, a la mayor capacidad de acopio (al 2003 de 60 millones de toneladas), al uso del silo bolsa (al 2008 existían 35 millones de toneladas de grano seco, Bragachini y otros, 2009). Sin embargo, desde el aspecto logístico si bien existió mejoras en cuanto a acopio y acondicionamiento de granos, hacia el 2008 el

movimiento de granos era mayormente en camión (91%), y el resto por trenes (8%) y barcazas (1%).

En el ámbito institucional, en el año 2001 se produce una nueva crisis económica en el país y devaluación del peso, situación que afectó la asignación de recursos a las próximas campañas agrícolas, especialmente de adopción de tecnologías que afectaron a la productividad. Hacia el año 2004, el contexto de precios internacionales crecientes indujo al gobierno a tomar de medidas orientadas a evitar un aumento de los precios internos de los alimentos. En el caso de soja, el impuesto a la exportación creció del 13% al 23.5%, luego al 27.5%, al 35% en el 2007, y al 45% en el 2008 y en forma variable de acuerdo al precio internacional del grano (Nogués y Porto, 2007). En el aspecto climático, en el 2008 se produce una de las sequías más fuertes de las últimas décadas, produciendo una disminución importante de la producción de granos lo cual también se ve reflejado en la caída de la producción. Hacia fines de la década del 2000 el crecimiento del producto era del 4.5%, y el del uso de los factores y la PTF del 2.3% cada uno, siendo esta última una de las más altas de toda la serie de 50 años. Es decir, los cambios que se produjeron en ese período en el ámbito tecnológico, organizacional e institucional, de alguno modo favorecieron el alcance de una mayor productividad, aunque aún el sector agrícola es altamente dependiente del uso de los factores.

#### 4.3.3 Sector ganadero, 1962-2010

Es importante destacar que la ganadería en Argentina se compone de dos actividades: la cría y la invernada. Dado que del stock bovino total del país la mayor parte corresponde a rodeo de cría, la productividad de esta última podría estar impactando sobre el resultado del sector general (Figura 4-7, Figura 4-8, Figura 4-9). Gallacher (1999) resalta este punto, cuando menciona que la productividad de la invernada es mayor

respecto a la de la cría, dado que en esta última el cambio tecnológico ha sido menor, y parte de la justificación de la diferente adopción tecnológica puede recaer en la relación de precios entre producto e insumos de ambas actividades.

Durante 1962-2010, la producción ganadera alcanzó un crecimiento del 0.9% anual, mientras que los factores un 0.3%, y la PTF un 0.7%, siendo que estos últimos explicaron el crecimiento del producto en un 29% y 71%, respectivamente (Figura 3-10). Los factores que más se contribuyeron al producto fueron tierra (19%), capital (6%) y trabajo (4%). Al analizarse la evolución por décadas, se observan diferencias entre períodos y en los tres índices. La tendencia general es que existió un aumento de la producción ganadera con base a la expansión territorial y con importante nivel de capital (stock animal), especialmente a partir de los 90.

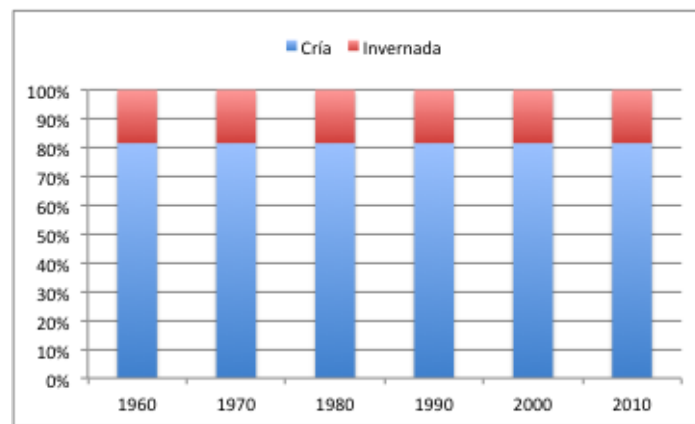
Observando la evolución del producto, podrían establecerse dos fases en la historia de la ganadería: una a desde 1960 hasta fines de los 80, en donde el crecimiento del sector estaba estancado con tasas de crecimiento del 0.9% (60 y del 70) y del 0.1% durante los 80; y otra etapa a partir de los 90 en donde el producto se recupera y crece al 2.2% anual (1991-2000) y 2.6% anual (2001-2010). Sin embargo, la PTF en cada una de estas dos etapas varía, dependiendo del uso de los factores (tierra, capital –stock ganadero-, y trabajo). En los 60, el producto ganadero y el uso factorial crecieron muy poco (0.9% y 1% respectivamente) especialmente en tierra (1.3%), capital (0.6%) y trabajo (0.6%). La PTF era negativa (-0.1%) lo que indica que el modelo de crecimiento de la ganadería era con base al uso de los factores, especialmente tierra.

En el período siguiente (del 70), el producto se mantenía estancado, pero cayó el uso de factores (al -3.9%), especialmente tierra (-4.9%) y capital (-3.3%), haciendo que la PTF aumentara al 4.9% anual. Similarmente, durante la década del 80, el producto creció muy poco (al 0.1%), el uso factorial cayó (al -3.1%) (especialmente tierra (-4.5%),

capital y mano de obra ambos al -0.4%), mientras que la PTF creció al 3.1% anual. Reca (2006) destaca que hacia fines de los 80 cae el área ganadera como consecuencia de los efectos combinados de la crisis económica y la debilidad de la demanda externa. Hasta entonces, y dado que en Argentina la ganadería es extensiva en cuanto al uso de la tierra, lo cual la hace altamente dependiente de la estacionalidad de la producción de pastizales y pasturas, podría decirse que tecnológicamente el sector solo mejoró aspectos vinculados con la cosecha de forraje y la confección de reservas forrajeras, y la mejora genética (en menor medida) (Bragachini y otros, 2009). A partir de los 90, el sector ganadero se recupera, y pasa a crecer al 2.2% anual, pero con base al mayor uso factorial, cuya tasa de crecimiento anual fue del 5.9%.

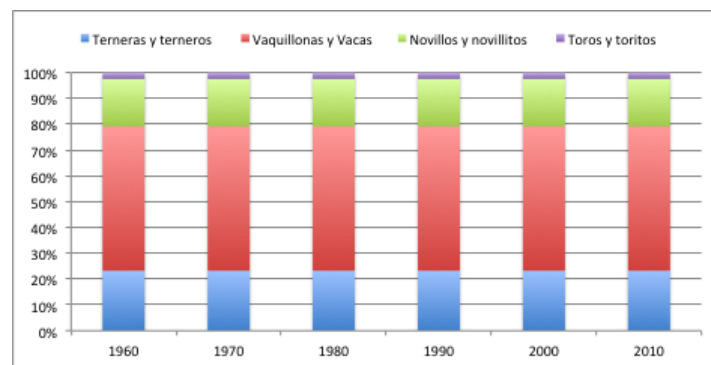
Entre los factores más importantes se halla una mayor asignación de tierra y de capital (stock animal) que crecieron al 8.7% y 2.3% anual, respectivamente; mientras que en cambio el trabajo cayó al -0.6%. En este período (y también en el siguiente) creció el uso del engorde a corral como herramienta de engorde rápido y uniforme de animales, pudiéndose considerar esta como una innovación tecnológica y organizacional. Inicialmente se utilizaba en forma estacional (cuando existía menor disponibilidad de forraje), pero se transformó en una herramienta más difundida a medida que se reasignaba tierras de pasturas a la producción de granos. De hecho, Canosa, Iriarte, y Tonelli (2009) citan que el engorde a corral mantuvo la producción de carne aun ante la disminución anual del stock de ganado y de la menor superficie ganadera (dado por su reasignación a la agricultura).

Figura 4-7. Evolución porcentual de la participación del rodeo de cría e invernada, 1960-2010.



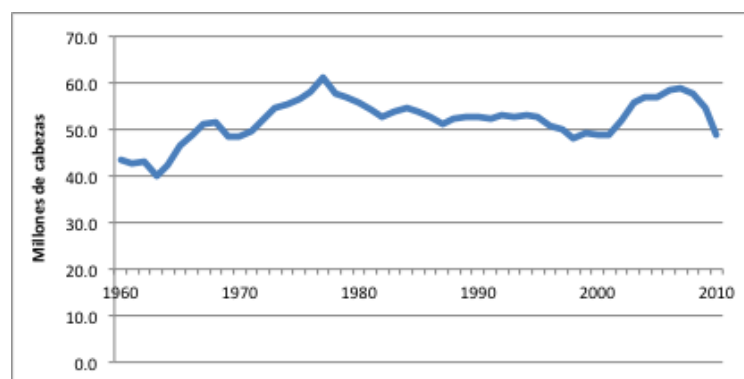
Fuente: Elaboración propia con base a SENASA, 2015.

Figura 4-8. Evolución del rodeo de cría e invernada, por categorías y en %, 1960-2010.



Fuente: Elaboración propia con base a SENASA, 2015.

Figura 4-9. Evolución del stock bovino, 1960-2010.



Fuente: Elaboración propia con base a SENASA, 2015.

No solo fue favorecido este sistema de engorde con base a la demanda de animales de calidad, sino también desde el aspecto institucional, puesto que hacia el 2007 el gobierno había establecido un sistema de “reintegros” del costo de la alimentación a los productores (Resolución 1378/2007). Desde el aspecto tecnológico, también se destaca la mayor especialización de la maquinaria destinada a procesar el forraje, henolaje empaquetado, el uso de los mixers para preparar dietas de los animales, quebradoras de grano húmedo, embolsadoras y confección de silos, en búsqueda de la mayor eficiencia del forraje conservado. Un hecho destacable fue que el país es declarado libre de aftosa con vacunación por la OIE en 1996. Este nuevo estatus sanitario permitió el acceso a mercados externos más exigentes, como el de Unión Europea y por tanto mayor posibilidad de crecimiento sectorial. El crecimiento del sector ganadero siguió en la década siguiente del 2000. Los resultados muestran que el aumento del producto fue del 2.6% anual (el más alto en esos 50 años), pero con base a un menor uso de factores ya que estos disminuyeron su crecimiento al 1.5% (comparado con el 5.9% del período anterior). El factor tierra creció al 1.1% (menos que la década anterior) pero el capital aumentó al 3.8% anual (más que la década anterior), y el trabajo se recuperó al 0.2% anual. De esta forma, la PTF pasa a crecer en este período al 1.1% anual. Desde el ambiente tecnológico, durante la década del 2000 la ganadería se modernizó aún más, con base al uso de maquinaria para la producción de silo de maíz, sorgo y pasturas (conocido como “Bunker, silo bolsa”), se acentuó el uso del engorde a corral con períodos de encierre de 3 a 6 meses para lograr engordes uniformes, el uso de genética, sanidad, y especialmente manejo de rodeo. Desde el ambiente institucional y del mercado externo, siguió siendo clave el estatus del país en cuanto a la aftosa. En el año 2000 el país es declarado libre de aftosa sin vacunación, lo cual generó mayores expectativas al mercado de exportación. Sin embargo, en el 2001 aparece un nuevo

brote que hace volver a la vacunación al stock nacional, y pasa a ser libre de aftosa con vacunación. El país implementó un sistema de identificación y trazabilidad individual de ganado a nivel nacional en el año 2004, que permitió la identificación de focos de aftosa en forma localizada a nivel regional, y así evitar que ante un foco se cierre el mercado a la totalidad del país. En el caso ganadero, el estatus sanitario es clave para mantener los mercados externos. A mediados del 2000, el contexto de precios internacionales crecientes indujo al gobierno a tomar de medidas orientadas a evitar un aumento de los precios internos de los alimentos. Las exportaciones de carne y leche fueron inicialmente sujetas a un 15% de impuestos, ya sea por prohibiciones directas u otras restricciones (Nogués y Porto, 2007), desincentivando el potencial del crecimiento del sector, y por tanto de la retención del stock. Hacia el final de la década, el producto ganadero se había incrementado al 2.6% anual, el mayor del período, mientras que el uso de los factores al 1.5% (especialmente stock animal) y la PTF en 1.1%. Este desempeño parece ser el mejor de todo el período, sin embargo la PTF creció menos que la del sector agrícola.

#### 4.4 Importancia del contexto internacional, tecnológico, organizacional e institucional sobre la productividad

Una de las principales preguntas de este trabajo fue conocer cuáles serían las posibles razones de los cambios de tendencia de la PTF, y si los mismos estarían vinculados a cambios en el contexto internacional, tecnológico, organizacional e institucional. En esta sección se recopilan antecedentes sobre otras razones que pueden haber afectado a la productividad, y de esta manera colaborar en una mejor comprensión de su evolución, futura trayectoria e implicancias de política. Para ello se presenta una síntesis de estudios de casos recientes del ámbito internacional, de América Latina y el Caribe, y luego de Argentina en donde el contexto internacional, tecnológico, organizacional, e



institucional toma importancia en el análisis de la variación de la productividad agropecuaria.

Alston, Beddow y Pardey (2010) presentaron la importancia de conocer las fuentes que generan diferente desempeño de la productividad agropecuaria entre países, debido al impacto que ésta tiene sobre la oferta de alimentos y los precios, especialmente teniendo en cuenta que la disponibilidad de recursos naturales y la variabilidad climática afecta a la localización de la producción y por ende al nivel potencial de productividad. En las últimas décadas, se han generado diferencias en productividad entre países, dependiendo del contexto tecnológico, organizacional e institucional acontecido en cada caso. Por ejemplo, la mejora en productividad experimentada en Canadá estuvo vinculada al cambio técnico, a mejoras de eficiencia técnica, de economía de escala y la especialización. Sin embargo, existió un retraso en la inversión en I+D que afectó más a la agricultura que a la ganadería (Veeman y Gray, 2010). En Reino Unido, la menor inversión pública y privada en I+D y en los servicios de extensión afectó negativamente a la productividad. Eventos internacionales como la Segunda Guerra Mundial (cuando el transporte de productos e insumos estaba restringido) y las crisis de epizootias animales (EEB y aftosa) hicieron que el sector se perciba como menos rentable, afectando a la inversión, la adopción de tecnología, y por ende la productividad (Piesse y Thirtle, 2010). Además, aun existiendo cambio tecnológico, la eficiencia promedio disminuyó debido al retraso existente entre distintas escalas de productores en adoptar la tecnología, pero la mejora posterior en los sistemas de extensión y educación revirtieron la tendencia. En el caso de EE.UU la mejora en productividad también se debió a importantes inversiones en I+D, cambios en el tipo y calidad de insumos (semillas, fertilizantes, agroquímicos), el mayor nivel de educación y experiencia de los productores, la mayor inversión en irrigación, mejoras en las comunicaciones, la

electrificación, la infraestructura y la logística. Todo ello contribuyó a mejores precios de los factores (tierra, capital y trabajo) entre regiones, lo cual contribuyó a la expansión y cambios en la composición de la producción. Sin embargo, también se destaca que la disminución de la productividad en los últimos años probablemente está ligada a la menor inversión en I+D desde los 70, comprometiendo la posición competitiva del país (Alston, Andersen, James, y Pardey, Chapter 8; 2010). En China, en cambio, las reformas políticas implementadas en el sector en los 80, impactaron positivamente sobre la productividad, con base a varios pilares: la continua inversión pública en I+D y el cambio técnico, los sistemas de extensión, y el incentivo a la diversificación (Jin, Huang y Rozelle, 2010). En el caso de India, la fuente de mejora en productividad fue especialmente el cambio tecnológico e innovaciones que facilitaron la adopción por la agricultura familiar. Otras fuentes que promovieron a la productividad fueron la inversión pública en I+D, el capital humano, la infraestructura (irrigación, electricidad), extensión, sanidad animal, y el desarrollo de mercados. El gobierno fortaleció el sistema de I+D agrícola implementando políticas que promovieron la innovación a través del uso de Tics, mejorando la transferencia tecnológica y los derechos de propiedad intelectual. India basó su modelo de crecimiento en el uso de fertilizantes y semillas, desarrolló un sistema de subsidios y créditos al productor que les permitió invertir en irrigación y maquinaria agrícola, aumentado la intensidad de cultivo y la productividad de la tierra. De esta manera, lograron mayor estabilidad de los rendimientos, reduciendo la necesidad de intervenciones del gobierno para mantener los stocks de granos, y flexibilizó el sistema de comercialización entre la producción primaria y la industria. Todo esto impactó positivamente sobre la inversión privada (Singh y Pal, 2010). También en Indonesia, la mejora tecnológica (fertilizantes, irrigación, semillas mejoradas, maquinarias, alimentación animal), la diversificación con productos de

mayor valor agregado y el capital humano (mejor educación al productor) mejoraron la productividad (Fuglie, b 2010).

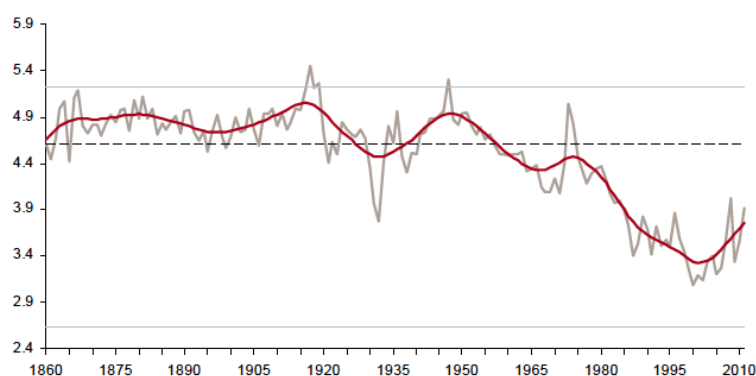
En el contexto tecnológico, la mayor y continua inversión en I+D impactan positivamente sobre la productividad agropecuaria en el largo plazo (Hayami y Ruttan, 1985; Elías, 1992; Evenson y Fuglie, 2010; Rada y Valdes, 2012; Aheran, 1998; Stads, Ruiz, De Greef, 2010). En este sentido, mantener niveles constantes de inversión en I+D es clave, dado el tiempo que existe en generar una nueva tecnología y que la misma se transforme en ganancias reales de productividad a nivel sectorial (Fuglie, a 2010; Trindade, 2012). El desempeño de la agricultura en los países en desarrollo está fuertemente correlacionado a la inversión en capital tecnológico, es decir a la habilidad del país de desarrollar tecnologías para los productores, como de sistemas de extensión agrícola y de educación en las áreas rurales (Evenson y Fuglie, 2010; Mullen, 2010). A nivel global, la fuente del crecimiento del sector agrícola parece haber estado más relacionado al uso de insumos claves como fertilizantes y semillas mejoradas, destacándose el caso de Brasil y China, países que experimentaron crecimientos de PTF superiores al promedio mundial durante 1975-2008 (Fuglie, a 2010). Sin embargo, en Brasil la PTF también creció con base al fortalecimiento del sistema de investigación agrícola, mientras que en China a partir el cambio tecnológico y de la reforma institucional. Por el contrario, se ha visto que en países con cambios institucionales que no influenciaron positivamente la inversión en capital, o en investigación o ésta ha sido desigual entre sectores, manifestaron distinta productividad, y en algunos casos los productores optaron por invertir fuera del sector agropecuario (Fuglie, a 2010).

En los últimos 30 años en América Latina y el Caribe también existieron cambios en el contexto económico y tecnológico que afecto al desempeño de la productividad agropecuaria (Nin-Pratt y otros, 2015). Entre 1950 y 1980/90, la región siguió el

modelo de sustitución de importaciones que afectó negativamente el desempeño del sector agropecuario. Por ejemplo el uso de un tipo de cambio sobrevaluado, impuestos a las importaciones y exportaciones, protección al sector industrial e intervenciones directas en el mercado; todas ellas afectaron reduciendo el ingreso del productor y por tanto la inversión. De hecho la década del 80 se la conoce como la “década perdida”. Sin embargo, la década siguiente basada en otras medidas macroeconómicas, de apertura de mercados, y mejores precios de los productos primarios (entre 2002-2008), favoreció el crecimiento del sector agropecuario, y generó un nuevo impulso en LAC especialmente en el ámbito internacional como productor y exportador de materias primas y alimentos (aun durante la recesión mundial del 2008). Estas mejoras en el contexto afectaron favorablemente al cambio tecnológico, la adopción de tecnologías apropiadas, y por ende a la productividad y la eficiencia. Paralelamente, los cambios en el contexto institucional también impactaron sobre los sistemas nacionales de investigación agrícola, los cuales mostraron una transición hacia sistemas de innovación (y no solo de investigación) (Trigo y otros, 2013). El cambio de contexto durante la década del 2000, favoreció a la productividad especialmente con base a cuatro razones: i) una mayor productividad parcial del trabajo (resultado del mayor uso de fertilizantes que a su vez condujo a un aumento de la productividad de la tierra); ii) un uso intensivo del capital en la producción agrícola que incrementó el área cultivada por trabajador; iii) la mayor diversificación productiva; y iv) un mayor nivel de factores por trabajador (capital y tierra). Complementando lo anterior, la región agroecológica, la dotación de recursos naturales, y la disponibilidad de tecnologías apropiadas que ahorran mano de obra, también fueron claves en este proceso de mejora de la productividad regional, haciendo que la diferencia con respecto a regiones desarrolladas sea menor en los últimos años (Nin-Pratt y otros, 2015). En el análisis del contexto, también es

importante tener en cuenta la evolución de los precios de los productos primarios como fuente de variación de la productividad (Nin-Prat y otros, 2015). Mejores precios relativos de los productos promueven la adopción de nuevas tecnologías y la inversión en bienes de capital que incrementan la productividad parcial del trabajo, el capital y la tierra; y por ende sobre la productividad total (Yamada y Ruttan, 1980; Lema, 1999). Si se observa la evolución de los precios internacionales de los principales granos desde la década del 20, en términos nominales existió un período de bajos precios durante la década del 20 y 30 (dado el impacto de la Gran Depresión), un crecimiento entre la década del 40 y 50 (dado las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial), una caída en los 60 en donde los precios retornaron a los mismos niveles de 1924, y un aumento después del 70 hasta alcanzar el pico del 2008<sup>7</sup>. En cambio en términos reales, la tendencia fue decreciente desde 1924 (Alston, Babcock, y Pardey; 2010) (Figura 4-10 y Figura 4-11).

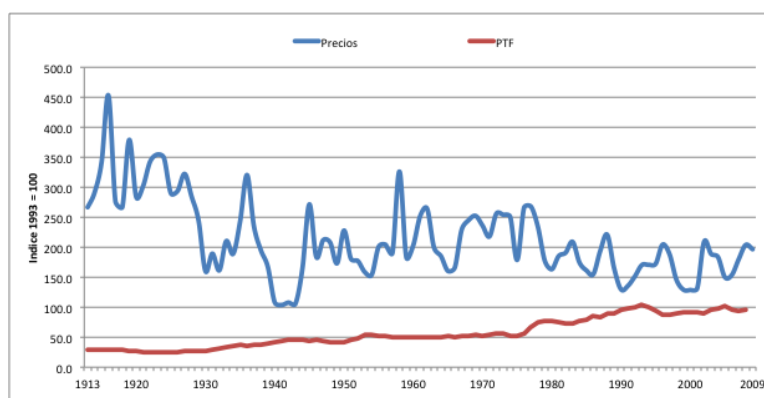
Figura 4-10. Evolución del índice de precios de los granos a nivel mundial



Fuente: Credit Suisse, 2011

<sup>7</sup> Especialmente en la última década, existió un incremento y mayor volatilidad del precio internacional de los alimentos y los granos, dado por el aumento de la demanda en biocombustibles (ocasionado por el aumento del precio del petróleo), del precio del maíz y soja para alimentación animal, y del trigo y el arroz (dado por la mayor demanda de China y eventos climáticos en Rusia y Australia, principales productores de estos granos).

Figura 4-11. Evolución del índice de precios de los granos en Argentina



Fuente: Estimación propia con base a Ferreres (2010)

Si se observa la evolución del índice de precios en Argentina, en los períodos en donde existieron conflictos externos (como la Gran Depresión del 30 y la Segunda Guerra Mundial) y cambio en las políticas internas (década del 40 al 80) como tipo de cambio sobrevaluado, impuestos a la exportación e importación, y control de precios por parte del Estado), los precios tendieron a la baja o presentaron mayor variabilidad, afectando negativamente a las expectativas de ingreso de los productores, la adopción de tecnología, la inversión de capital, y por tanto a la productividad (Díaz Alejandro, 1975; Lence, 2010; Lema, 1999, 2010; Nogués y Porto, 2007; Sturzenegger, 1990, 2007; Fulginitti y Perrin, 1990, 1998).

#### 4.5 Los cambios de contexto en Argentina

En el caso de Argentina, el sector agropecuario no solo abasteció al mercado doméstico sino también participó en forma creciente del mercado internacional de materias primas y alimentos, entre otros (Reca, 2006). Elías (1992) menciona como fuentes de mejora de la productividad al comercio internacional (que promueve la expansión de la producción), a la adopción de tecnología, y la inversión en bienes de capital, entre otros. Sin embargo, algunos hechos internacionales como la Primera y Segunda Guerra

Mundial, las crisis económicas internacionales como la Gran Depresión, y el impacto del crecimiento de los precios internacionales nominales de la última década, afectaron el acceso al mercado. En relación a la Primera y Segunda Guerra Mundial, cada uno de estos conflictos impactó diferente sobre la política económica argentina. Durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918) el país expandió su comercio externo (dada la mayor demanda de alimentos) promoviendo la producción agropecuaria y ganancias en productividad ya que los procesos productivos se realizaban con escasos insumos (especialmente mano de obra) (Cuadro 3-1, Cuadro 4-1, Figura 4-12).

Cuadro 4-1. Participación de los factores en el costo total

Período	Trabajo	Capital	Tierra	Fertilizante
<i>Sector agropecuario</i>				
1913-2010	45%	33%	23%	
1913-1920	69%	21%	10%	
1921-1930	77%	13%	9%	
1931-1940	58%	25%	16%	
1941-1950	58%	29%	13%	
1951-1960	50%	33%	17%	
1961-1970	41%	35%	24%	
1971-1980	30%	37%	33%	
1981-1990	21%	47%	32%	
1991-2000	25%	43%	32%	
2001-2010	24%	40%	36%	
<i>Sector Agrícola</i>				
1962-2010	2%	54%	39%	5%
1962-1970	3%	62%	33%	2%
1971-1980	2%	56%	40%	2%
1981-1990	1%	58%	39%	2%
1991-2000	1%	54%	40%	5%
2001-2010	1%	43%	44%	12%
<i>Sector Ganadero</i>				
1962-2010	16%	20%	65%	
1962-1970	16%	20%	65%	
1971-1980	15%	19%	67%	
1981-1990	13%	20%	67%	
1991-2000	17%	19%	64%	
2001-2010	18%	20%	62%	

Fuente: Estimaciones propias. Nota: Los porcentajes son los promedios simples por período de la participación de cada factor (precio \* cantidad) en el costo total.

En cambio durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), el conflicto no permitía la comercialización externa de productos, se incrementaron los stocks internacionales de granos, disminuyeron los precios, cayó la importación de capital (maquinaria agrícola) y otros insumos claves, y disminuyó tanto la productividad como la producción. Los

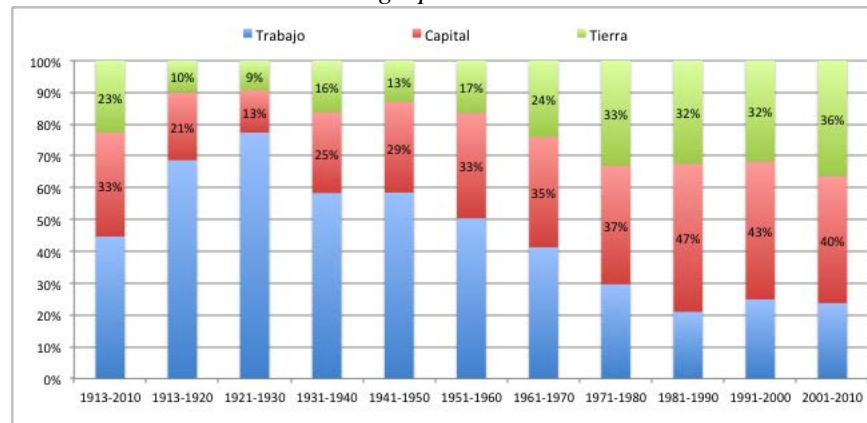
factores económicos, políticos y sociales afectan a las decisiones que toman los productores (Alston, Babcock, y Pardey; 2010). Varios autores como Dias Alejandro (1975), Elías (1992), Reca (1980, 2006) señalan como las políticas que afectan al tipo de cambio, los precios relativos de productos e insumos de la actividad agropecuaria, la accesibilidad a los factores (tierra, capital y trabajo), la baja eficiencia en la administración y los servicios públicos (infraestructura y comercialización), entre otros, afectan negativamente a la productividad.

En Argentina, la política de sustitución de importaciones (1935-1980) tuvo por objetivo proteger y hacer crecer a la industria nacional sobre la base de las ganancias generadas en el sector agropecuario. En ese contexto, el sector estuvo sujeto a una serie de impuestos a las exportaciones y limitaciones a la importación de capital, que restringió fuertemente las mejoras en productividad y el crecimiento del producto agropecuario. La transferencia de recursos fue a través de distintos mecanismos como tipo de cambio diferenciales y monopolio estatal del comercio de granos e impuestos (Reca, 2006; Díaz Alejandro, 1975).

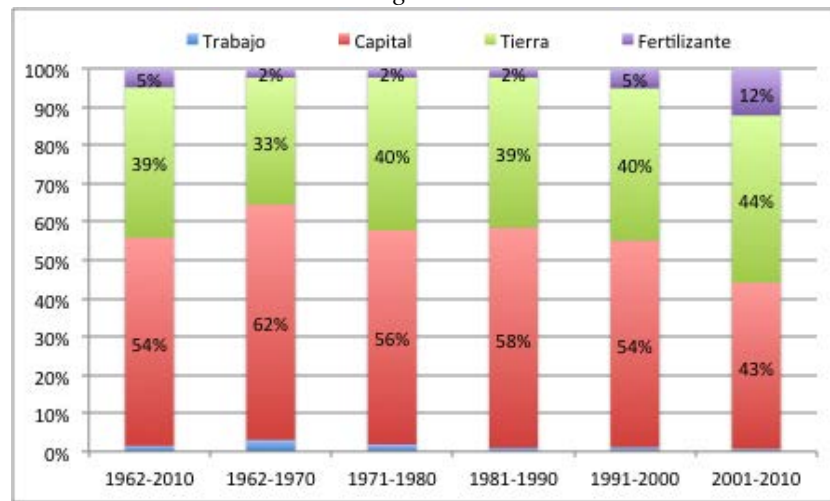
Las políticas aplicadas al sector agropecuario (retenciones a las exportaciones, aranceles de importación y otros esquemas impositivos distorsivos) tuvieron un impacto negativo sobre el precio relativo de los productos, el acceso al capital e insumos claves, y por tanto sobre la modernización, la productividad parcial y la PTF. Esto ha sido ampliamente estudiado en el ámbito nacional e internacional, por Reca (1980), Fulginiti y Perrin (1990), Sturzenegger (1990, 2007), Elías, (1992), Lence, (2010) y Lema (1999).



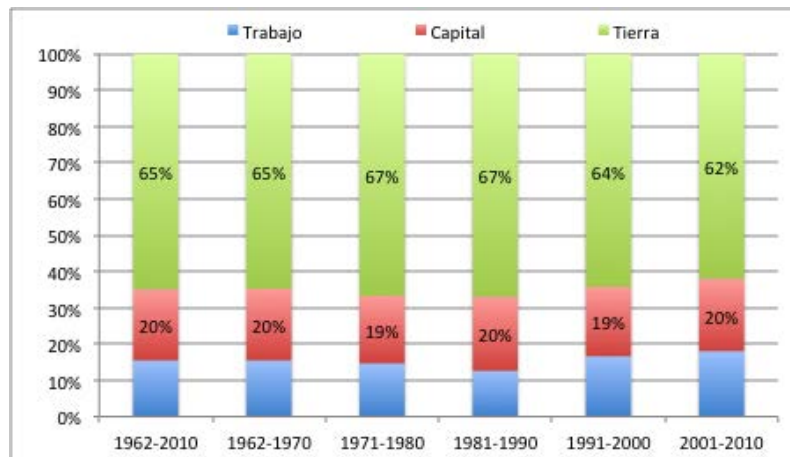
Figura 4-12. Participación de los factores en el costo total  
*Agropecuario*



*Agrícola*



*Ganadero*



Fuente: Estimación propia

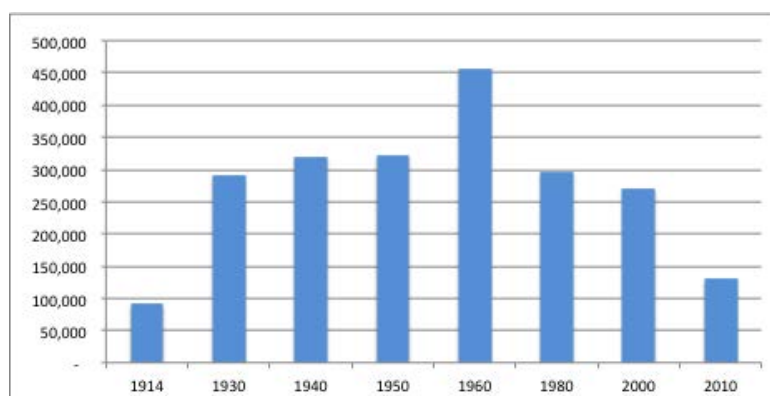
Sin embargo, políticas que flexibilizan el mercado, no fijan precios ni cuotas, y no intervienen en la comercialización (situación de los 90) generaron un contexto que promovió la inversión de capital, la modernización, el cambio tecnológico, la adopción de tecnologías, el acceso a insumos de mejor calidad, y de acuerdo a las estimaciones logradas en esta investigación se favoreció de algún modo a la mejora en la productividad parcial del trabajo, el capital, la tierra, el cociente factorial capital-trabajo, y por tanto la PTF y el producto. Esto coincide con lo mencionado por Díaz Alejandro (1975); Reza (2006); Lence (2010). También es importante destacar el desarrollo de la infraestructura en Argentina pudo haber tenido un impacto positivo sobre la productividad. La mejora en las comunicaciones, la electrificación, y las rutas pavimentadas favorecen el acceso a insumos y los mercados, a la adopción de tecnologías, y por tanto a mayores ganancias en productividad (Kiprono y Matsumoto, 2014) y que ello genera mayor impacto en el desarrollo de los territorios (Ahearn, 1998; Rada y otros 2011; Rada y Valdes, 2012; Rada, 2013; Antle, 1993; Zepeda, 2001). Visto en perspectiva histórica, en Argentina existió una etapa en donde se fomentó el desarrollo creciente de la inversión extranjera en ferrocarriles (principio del siglo XIX), que facilitó el traslado de la producción primaria desde el interior a los principales puertos del país. Y posteriormente, una etapa en donde la inversión extranjera disminuyó (a partir de la Gran Depresión) haciendo que el Estado financie la infraestructura de transporte (Díaz Alejandro, 1975), modelo que prevaleció hasta fines de los 80, y a partir de entonces, con el cambio de política macroeconómica se incrementó la inversión pública y privada en infraestructura de rutas, transporte, acceso a puertos y terminales, entre otros, generando un impacto positivo sobre la productividad y la producción agropecuaria de las últimas dos décadas.

El contexto tecnológico en Argentina también fue cambiando a lo largo del tiempo, pero especialmente en las últimas dos décadas, y ha sido promotor de las mejoras de productividad. A lo largo de los últimos 100 años, se observa que en aquellos períodos en donde existió cierto retraso tecnológico (década del 40 y 80), la tasa de crecimiento del producto fue negativa o se estancó, independientemente de cualquier efecto climático (Díaz Alejandro, 1975 y Ballesteros, 1957). Podría decirse que si bien entre 1930-1950 la I+D no constituía una prioridad de Estado, a partir del 50 surgen la mayoría de las agencias actualmente dedicadas a investigación y extensión, como por ejemplo el INTA, AACREA y otras instituciones públicas y privadas proveedoras de insumos y maquinarias. Sin embargo, durante el período de sustitución de importaciones, al estar restringido el acceso al capital e insumos del exterior (fertilizantes, fungicidas pagaban aranceles de 40% y 60%), no existía modernización tecnológica (Díaz Alejandro, 1975). Posteriormente (del 60 al 70), se adoptaron semillas mejoradas (maíz y sorgo) y se incrementaron los rendimientos, haciendo más competitivos estos cultivos dado el eslabonamiento con el sector ganadero (alimentación animal) (Reca, 1980). En otros períodos de economía más abierta (década del 90) la incorporación de nuevas tecnologías (insumos, maquinarias), conocimientos y la gestión de la información, fomentaron la productividad parcial de la tierra, la productividad total, y el crecimiento del producto (Reca, 2006; Lence, 2010; Lema, 1999, 2010), como también la escala de las operaciones, lo que disminuyó los costos unitarios y mejoró las expectativas de rentabilidad del productor. La Figura 4-13, Figura 4-14, y Figura 4-15 describen la evolución del stock de maquinarias, semillas mejoradas y gasto público en I+D a lo largo de los años. En forma semejante, el contexto organizacional, la capacidad de eslabonamiento y la nueva relocalización de la producción agropecuaria afectaron al desempeño creciente de la productividad a lo

largo del tiempo (Ahearn y otros, 2002; Nogués y Porto, 2007; Lence, 2010; Coremberg, 2009). Desde 1913 a la fecha, la producción de cereales y oleaginosas pasó de 14.6 a 88.1 millones de toneladas, y el incremento anual (promedio de década) se expandió de 0.7 a 2.6 millones de toneladas al año, entre 1913-1920 y 2000-2010. El sector ganadero expandió su stock de 25.8 a 48.9 millones de cabezas entre 1913-2010, y la faena de 0.94 a 2.6 millones de toneladas. Si bien entre las causas de este crecimiento los factores (trabajo, tierra y capital) fueron importantes, tal como se describió en el capítulo anterior y secciones previas; existieron otras razones que afectaron a la productividad más allá del cambio tecnológico. Por ejemplo la mayor capacidad de manejo del conocimiento, el aumento de escala y de gestión organizacional por parte del productor, favorecieron esa tendencia de crecimiento sectorial y del producto agropecuario. Este proceso se acentuó a partir de la década del 90, y fomentó un cambio en la estructura organizacional y social de la producción, tanto horizontal como vertical. Por ejemplo, la integración horizontal generó un aumento de la escala productiva (mayor cantidad de hectáreas en producción), disminución de costos unitarios por hectárea y por tonelada producida.

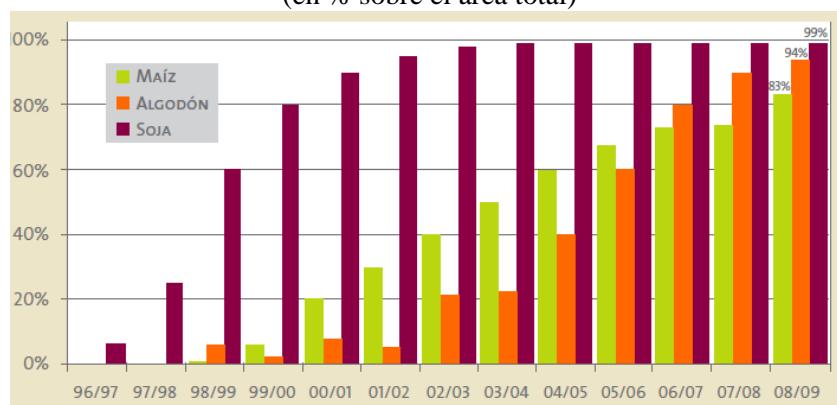
En el caso del sector agrícola prosperaron los pooles de siembra y en el caso de la ganadería el engorde a corral. Este tipo de gestión organizacional de la producción fue facilitada por el uso de los contratos, expandiéndose las actividades productivas sin necesariamente ser propietario de la tierra o de los animales (en el caso de la ganadería), diversificando el riesgo climático a través de siembras en distintas regiones.

Figura 4-13. Evolución del stock de maquinaria en uso (en unidades)



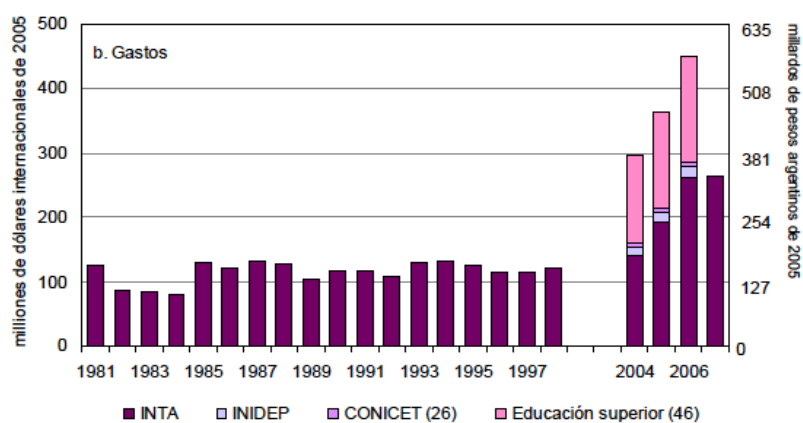
Fuente: Elaborado con base a INDEC (2015) y Frank (2014). El total representa Sembradoras, cosechadoras y tractores

Figura 4-14. Evolución de la superficie sembrada con OGM (en % sobre el área total)



Fuente: Ferrarotti, Capítulo 12. CASAFE, 2009. Nota: OGM refiere a Organismos genéticamente modificados

Figura 4-15. Composición del gasto público en I+D



Fuente: Stads, G.; Ruiz, A.; De Greef, G. (2010)

Este instrumento flexibilizó la gestión de la producción, al mismo tiempo que promovió el cambio tecnológico y la intensificación en nuevas áreas. En el caso de los productores pequeños con escaso capital, utilizaron los contratos para ceder a terceros el derecho de producción sobre su tierra, mejorando sus ingresos (SAGPyA, 2009; Lence, 2010; Reca Lema y Flood, 2010). Si bien es razonable pensar en incrementos de la productividad a partir de la década del 90 (dado la adopción de nuevas tecnologías) fue también la modernización organizacional que produjo efectos de escala y derrames de conocimientos que la afectaron positivamente (Lema, 1999), efectos que se capturan en la presente investigación en la década del 2000. Por ejemplo el surgimiento de los pools de siembra y acuerdos entre productores y otros agentes (proveedores de insumos y/o servicios de comercialización) facilitaron el aumento de la escala, disminuyeron los costos de transacción, y accedieron a un nuevo financiamiento Lence (2010). Este proceso de integración vertical o eslabonamiento insumos-producción-industria, fue conocido como industrialización de la agricultura. Un proceso semejante se manifestó en la ganadería con el surgimiento del engorde a corral, que inicialmente se utilizaba en forma estacional pero aumentó su difusión a medida que se reasignaron tierras de pasturas a la producción de granos (Canosa, Iriarte, y Tonelli, 2009).

El proceso de redistribución del uso de la tierra también puede haber impulsado el cambio organizacional. Reca, Lema y Flood (2010) mencionan que la expansión de la frontera agrícola se generó en dos direcciones: por un lado, una expansión sobre nuevas áreas más allá de la región Pampeana; y por el otro, la sustitución de las mejores tierras ganaderas con pasturas con cultivos. En las últimas décadas existió un cambio de la estructura social agraria, y se encontró que la superficie agrícola creció en 5 millones de hectáreas, de las cuales 2,3 fue en la región extra-pampeana, crecimiento dado muy

probablemente por el beneficio de la siembra directa y los nuevos paquetes tecnológicos. En el Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Entre Ríos y La Pampa, aumentó de la superficie pero con una disminución de establecimientos productivos promedio de un 21%. Las unidades que desaparecieron en general fueron las de menos de 500 hectáreas, y crecieron aquellas de tamaños entre 500 y 5000 hectáreas (Barsky, 2008, SAGPyA, 2009). Esto lleva a reflexionar respecto de las productividades parciales y las cuestiones de agregación en cuanto a la interpretación de los resultados sobre productividad total, y especialmente por región, tal como cita Alston, Beddow y Pardey (2010). Este autor destaca la importancia del análisis espacial del cambio de las actividades agropecuarias a lo largo del tiempo, para poder comprender no solo la evolución de la productividad por región productiva, sino también conocer el potencial de crecimiento de la misma. Como fuera mencionado en capítulos anteriores, a lo largo de los 100 años existió un cambio en el uso de la tierra y localización de actividades agrícolas y ganaderas. Estas, al tener distinta productividad parcial y extensión de tierra que ocupan, afectan a la productividad total agropecuaria. En este sentido, la interpretación de la variabilidad de la productividad a lo largo del tiempo puede estar relacionada a la localización de la producción, a la adopción de tecnologías y la modernización, y a las condiciones ambientales particulares (suelo, temperatura y precipitaciones).

#### 4.6 Comparación con otros estudios

Esta sección presenta una comparación entre los resultados de la estimación de la productividad alcanzados en este trabajo con otros estudios recientes. Lence (2010) y Trindade (2012) citan en sus trabajos disparidad de resultados presentados por otros estudios, concluyendo que los mismos incluso presentan tendencias opuestas aun para series de tiempo semejantes, dependiendo del método empleado y los datos utilizados.

Un resumen de los estudios que estiman la productividad para Argentina se presentó en el Cuadro 1-2.

Del análisis surge que las estimaciones de este trabajo en relación a la tasa de crecimiento de la productividad del sector agropecuario, coinciden por ejemplo con Elías (1992) solo en la década del 60 y con Ludena (2010) en la década del 70. En el resto de las décadas no hay similitud entre autores, e incluso en la década del 90, la estimación de este trabajo arroja un crecimiento negativo de la PTF de -1.34%, mientras que en el resto de los autores fue positivo. Para poder hacer una comparación más detallada, se escogieron algunos estudios del Cuadro 1-2, los cuales se presentan en el Cuadro 4-2, por autor y año.

Cuadro 4-2. Comparaciones de tasas de crecimiento de la PTF entre autores

Período	Elías (1992)	Lema (1999)	Ludena (2010)	Trindade (2012)	Saini (2015)
	Relaciones contables	Tornqvist	Malmquist	Fronteras Estocásticas	Tornqvist
1913-1920					1.5
1921-1930					0.5
1931-1940					2.9
1941-1950					-0.3
1951-1960	-0.34				1.4
1961-1970	0.49		3.7		0.5
1971-1980	1.09	2.21	3.4	1.57 <sup>(2)</sup>	3.2
1981-1990		0.34	0.9	1.13 <sup>(3)</sup>	2.4
1991-2000		1.23 <sup>(1)</sup>	0.8	2.49 <sup>(4)</sup>	-1.3
2001-2010			3.8	1.99 <sup>(5)</sup>	0.8

Fuente: Elaboración propia. Notas: (1) 1990-97, (2) 1969-1979, (3) 1980-1989, (3) 1990-1999, (5) 2000-2009.

Trindade (2012) muestra para un grupo de países que el incremento del producto agrícola durante 1969-2009 fue explicado por la acumulación de factores y también por mayor PTF. Sin embargo, señala para Argentina y el mismo período, dos resultados de PTF opuestos utilizando diferentes metodologías: la PTF es positiva cuando se utiliza fronteras estocásticas (1.794%) y mínimos cuadrados ordinarios (1.42%), y es negativa con el índice de Malmquist (-0.955%). Estos resultados muestran importantes



diferencias con las estimaciones hechas en este trabajo: por ejemplo, para el 90 encuentra un crecimiento de la PTF del 2.49% y en nuestro cálculo la PTF cae al -1.3%. Dias Avila y Evenson (2010) calcularon por el método de relaciones contables el índice de PTF y sus respectivas tasas de crecimiento, para el sector agrícola, ganadero y agropecuario de Argentina. Tales resultados son comparados con las estimaciones propias en el (Cuadro 4-3), señalando algunas contradicciones. Por ejemplo, para el período 1961-1980, existen diferencias en las tasas de crecimiento del producto, pero son positivas en ambos estudios. Sin embargo, al comparar la tasa de crecimiento del PTF, es semejante en el caso del sector agropecuario (1.6% en nuestro caso y 1.83% en Dias Avila y Evenson) y ganadero (0.1% en nuestro caso y 0.9% en Dias Avila y Evenson); y es opuesto en el caso del sector agrícola (-1.7% y 3.1% respectivamente). En el siguiente período 1981-2001, este trabajo encontró que el producto agropecuario no crece (tasa del -0.5% anual) mientras que en el trabajo de Dias Avila y Evenson crece al 2.2%.

Cuadro 4-3. Comparación de la tasa de crecimiento anual de los índices de producto, factores y PTF con Dias Avila y Evenson (2010)

Período	Saini (2016)						Dias Avila y Evenson (2010)		
	Producto	Insumos	PTF	L	K	T	Fert	Producto	PTF
<b>Sector agropecuario</b>									
1961-2010	2.0	0.3	1.7	-0.4	0.7	1.1			
1961-1980	2.4	0.8	1.6	-0.6	1.3	3.2		1.9	1.8
1981-2001	-0.5	0.6	1.3	-0.8	0.6	1.8		2.2	2.4
2002-2010	2.8	2.1	0.8	1.4	1.8	2.6			
<b>Sector Agrícola</b>									
1961-2010	4.0	2.1	1.9	-0.5	1.4	2.7	8.6		
1961-1980	1.0	2.7	-1.7	-0.5	1.8	4.0	8.4	2.9	3.1
1981-2001	3.2	2.0	1.3	0.0	1.0	2.5	12.4	4.4	3.9
2002-2010	4.5	2.3	2.3	2.0	1.0	3.3	3.9		
<b>Sector ganadero</b>									
1961-2010	0.9	0.3	0.7	0.3	0.6	0.3			
1961-1980	1.9	1.8	0.1	1.8	1.7	2.0		1.2	0.9
1981-2001	1.0	0.2	0.8	-0.5	0.1	0.5		0.9	0.4
2002-2010	3.2	1.7	1.5	-0.1	4.3	1.3			

Fuente: Estimación propia (2015) y Dias Avila y Evenson (2010). Nota: L: Trabajo, K: Capital, T: Tierra, Fert: Fertilizantes.

Sin embargo, las tendencias son más parecidas al comparar el crecimiento del producto agrícola y ganadero. Respecto a la PTF, la tendencia es positiva en ambos trabajos, pero con una diferencia grande a nivel de sector agropecuario (1.3% en este trabajo y 2.4% en Dias Avila y Evenson) y de sector agrícola (del 1.3% y 3.9%, respectivamente) y menor en el caso de la ganadería (del 0.8% y 0.4%, respectivamente). La justificación de las diferencias presentadas pueden ser explicadas por varias vías: por un lado, las relacionadas al método de medición (índice de Tornqvist versus relaciones contables) como ya fuera indicado por otros autores; por otro lado, por el tipo y fuente de dato utilizado y el nivel de agregación de los mismos (datos a nivel nacional y de FAO versus datos solo de FAO); y finalmente por la longitud del período utilizado. En este último caso, por ejemplo al tomar el período 1981-2001, se incluye parte de la década perdida del 80 con las ganancias logradas durante los 90.

Hasta aquí se ha realizado una descripción y breve discusión de posibles fuentes que afectaron al modelo de crecimiento de la producción agropecuaria de Argentina en los últimos 100 años, con especial referencia a la PTF. En función de los antecedentes y resultados encontrados en este trabajo, durante el último siglo se produjeron cambios en el contexto internacional, institucional, tecnológico y organizacional que afectaron al crecimiento del producto, el uso de los factores y especialmente a la productividad. Un resumen de estas se presenta en la Caja 1. Podría decirse que el modelo de crecimiento del sector agropecuario, agrícola y ganadero ha estado más basado en el uso de los factores que en ganancias de productividad. Pero que sin embargo, esta última ha adquirido mayor importancia en las últimas décadas, especialmente a partir del cambio de contexto tecnológico, organizacional e institucional que el país ha tenido. Que por otra parte, el país y su extensión, determina un conjunto heterogéneo de zonas

agroecológicas y climáticas, en donde el cambio tecnológico no ha sido adoptado en forma homogénea por los productores, y que haría necesario trabajar más en el desarrollo de capital tecnológico o tecnologías apropiadas y adaptadas a la “matriz sector-región-productor”. El contexto institucional y económico es también clave en generar el ambiente necesario para que la inversión pública y privada sea continua, para de esa forma disminuir el tiempo de retraso que pueda existir entre generar y adoptar eficazmente una nueva tecnología o conocimiento que favorezca a la productividad.

<b>Caja 1. Impacto de distintas fuentes al crecimiento de la productividad agropecuaria en Argentina, 1913-2010</b>	
Positivo	Negativo
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El cambio tecnológico y la innovación</li> <li>▪ Mejor servicios de extensión al productor (con especial referencia a la agricultura familiar)</li> <li>▪ Mayor y constante inversión pública y privada en I+D</li> <li>▪ Políticas de precios que favorecieron la adopción de nuevas tecnologías y el acceso a los factores</li> <li>▪ Mejor educación, derrames de conocimientos y creación de capital social</li> <li>▪ Nuevos modelos de organización productiva y eslabonamiento industrial</li> <li>▪ Mejor infraestructura que favorezca el desarrollo de los territorios</li> <li>▪ Apertura comercial, que favorezca el intercambio comercial, el agregado de valor y la participación en los mercados</li> <li>▪ Aumento de la demanda de alimentos y mejora de los precios internacionales</li> <li>▪ Innovación en esquemas de financiamiento al productor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Política macroeconómica que afecte la disponibilidad de los factores (tierra, capital y trabajo)</li> <li>▪ Políticas sectoriales que modificaron los precios relativos al productor, tanto para insumos como para productos</li> <li>▪ Estructura impositiva y arancelaria que restrinja las exportaciones e importaciones, como otros impuestos domésticos</li> <li>▪ Intervenciones del Estado en el sistema de comercialización agropecuario</li> <li>▪ Fallas en la política sanitaria del país</li> <li>▪ Falta de una política de Estado en cuanto a I+D agropecuaria, y su financiamiento</li> </ul>

## 5 CAPITULO 5. CONCLUSIONES

La productividad total de los factores (PTF) explica el crecimiento del producto no atribuible al uso de los factores, haciendo que exista un gran debate sobre el impacto de las políticas, el cambio organizacional y tecnológico sobre ella, tal como fuera señalado en la introducción. Aunque la revisión de antecedentes fue extensa a nivel mundial, son acotados los trabajos actualizados referentes a América Latina y el Caribe (ALC) y en especial a Argentina. Este estudio tuvo por objetivo presentar una aproximación de la evolución de la productividad en los últimos 100 años y de las razones de su variación, como así también de las fuentes factoriales del crecimiento del producto agropecuario. Para ello, se utilizó el número Índice de Tornqvist con base a datos nacionales e internacionales. Estos resultados fueron además contrastados con otros autores y con hechos más destacados del ambiente internacional, institucional, tecnológico y organizacional del último siglo.

El trabajo encontró que la PTF del sector agropecuario, agrícola y ganadero no fue constante a lo largo del tiempo, y su variabilidad podría estar vinculada a cambios en el contexto tecnológico, organizacional, institucional, y también internacional. Los resultados muestran que durante el período 1913-2010, la PTF del sector agropecuario creció a una tasa anual promedio acumulada del 1.5% y explicó aproximadamente el 86% de la variación del producto. Si bien se observan variaciones a lo largo del tiempo, generalmente la tendencia fue positiva excepto en la década del 40 y del 90. En el primer caso, la caída estuvo relacionada a una disminución en el crecimiento del producto y menor uso de capital, mientras que en los 90 a un mayor uso de factores (capital y tierra) y fertilizantes. Se observó que el modelo de crecimiento fue más sensible a la dotación factorial más que a ganancias de PTF, excepto en la última década del 2000-2010. Los insumos que más se utilizaron fueron fertilizantes, tierra y capital,

mientras que la mano de obra mostró una tendencia decreciente, probablemente ligada al efecto de la mecanización, las cuestiones vinculadas a la tenencia de la tierra, las diferencias salariales con el sector industrial y la regularización del trabajo.

En cuanto a los últimos 50 años (1962-2010), y en el caso de la agricultura, la PTF creció al 1.9% anual, explicando el 48% del crecimiento del producto, y la tendencia general es que existió un aumento de la producción con base a la expansión territorial y con mayor nivel de uso de los factores especialmente a partir de los 90, década en que la PTF disminuyó al -1.1%. Sin embargo, en la última década la PTF se recuperó al 2.3% anual, aun con la misma tasa de crecimiento de los factores, sugiriendo que fuentes no factoriales como la innovación tecnológica y organizacional hayan afectado positivamente al modelo de crecimiento y a la productividad. En el caso de la ganadería, la PTF fue menor que la agrícola y alcanzó una tasa de crecimiento del 0.7% anual entre 1962-2010, explicando el 71% del crecimiento del producto. La tendencia general es que existió un aumento de la producción ganadera con base al aumento de capital (stock animal), pero a partir de los 90 también con base a la expansión territorial y ganancias de PTF dada por las mejoras a nivel tecnológico y organizacional.

También se corroboró que los datos utilizados, la serie de tiempo y la metodología de estimación pueden conducir a resultados diferentes en cuanto al crecimiento de la PTF. Se comparó con los resultados de varios autores, y se observaron diferencias no solo en valor absoluto de las tasas de crecimiento, sino también en tendencia. Es necesario desarrollar más trabajos comparados entre metodologías para poder analizar las fuentes de variación de estas estimaciones.

Si bien es cierto que el cambio tecnológico fue importante como fuente de crecimiento de la productividad, por sí solo no fue suficiente. La revisión de los principales hechos históricos y los antecedentes revisados hacen considerar que el contexto internacional,

institucional y organizacional también la afectaron. Por ejemplo, un ambiente internacional y/o institucional que afecta a los precios relativos y que restringe el acceso al mercado externo, afecta en forma negativa sobre las expectativas de rentabilidad del productor, disminuyendo la adopción de tecnología, la asignación de tierra, capital y trabajo, y por tanto el crecimiento del producto y de la productividad. Por el contrario, un ambiente que fomenta la modernización y el tecnológico promueven la mayor inversión y por tanto la productividad.

El crecimiento de la demanda de alimentos y las restricciones en el uso de los recursos naturales en las próximas décadas, exige el aumento de la productividad agropecuaria (Alston y otros, 2010). A partir de la evolución de los índices y sus tasas de crecimiento, se observó que el sector agropecuario, aun no teniendo un ambiente internacional y/o institucional favorable, ha crecido en productividad gracias a las innovaciones tecnológicas y organizacionales, más que a las institucionales, y que aún es altamente dependiente de los factores y algunos insumos claves para crecer. Esto remarca la necesidad de trabajar en una política de Estado de largo plazo y de estudios sectoriales continuos, dado que cada sector productivo posee particularidades específicas a nivel regional, del componente social y del potencial encadenamiento con el sector industrial.

## 6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO E INVESTIGACIÓN FUTURA

Es importante señalar las limitaciones del trabajo. En primer lugar, hubo limitaciones en los datos utilizados. Al emplearse una serie de tiempo de casi 100 años, se tuvo que utilizar diversas fuentes de datos, por lo que fue necesario realizar empalmes de datos primarios, y otras estimaciones a partir de coeficientes técnicos en casos que el dato en la serie no estuviera disponible. Por otro lado, no hubo un ajuste en calidad de los factores tierra, capital y trabajo y otros insumos. Por ejemplo, diferenciación en el tipo de maquinaria utilizada o en la calidad del suelo de la tierra arable. Por último, dado que se trabajó a nivel sectorial, la interpretación de los resultados deben contemplar las cuestiones de agregación, tanto a nivel de regiones como de actividades.

La revisión de los antecedentes metodológicos hace destacar que el estudio ha estimado la productividad multifactorial como aproximación de la productividad total. Por un lado, el estudio se enfoca en la producción de cereales y oleaginosas y no toma en cuenta la producción de otros cultivos como frutas y vegetales, por lo que los resultados deben interpretarse acordeamente. Similar caso para la ganadería donde solo se contempló la producción bovina, y no se tomó en cuenta la producción porcina y avícola, las cuales tienen patrones distintos de producción y han visto su producción incrementarse de manera considerable en las últimas décadas.

En cuanto a recomendaciones de investigación futura, se sugiere seguir analizando la productividad a nivel de región, provincia, actividad productiva y escala de productor, a modo de matriz, de manera de generar información que sirva para la elaboración de políticas sectoriales apropiadas. Adicionalmente, dada las limitaciones en información, se recomienda la generación de información estadística que permita implementar otras metodologías de estimación, para así tener más conocimientos del efecto del cambio

tecnológico, del cambio de eficiencia, de la escala y del mix de productos e insumos sobre el modelo de crecimiento sectorial.

Por último, se recomienda un análisis cuantitativo más detallado de los factores que afectan o inciden en a la productividad total de factores en el sector agropecuario de Argentina. El capítulo 4 ha discutido como otras cuestiones del contexto afectaron o influenciaron el patrón de crecimiento de la productividad agropecuaria a nivel agregado y sectorial, por ejemplo aspectos específicos del cambio tecnológico, las políticas sectoriales de precios, la infraestructura, y la educación, entre otros.



## 7 BIBLIOGRAFIA

- Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA). 2014. Agroseries. Consultado en Diciembre 2014.
- Ahearn, M. 1998. Agricultural productivity in the US Agricultural Information Bulletin # 740. USDA. Washington DC
- Ahearn, M.; Yee, J.; Huffman, W. 2002. The Impact of Government Policies on Agricultural Productivity and Structure: Preliminary Results. American Agricultural Economics Association Meetings. Long Beach.
- Alapin, E. 2008. Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina. Editorial Teseo. Buenos Aires.
- Alauddin, M., Headey, D., y Prasada Rao, D.S. 2005. Explaining Agricultural Productivity Levels and Growth: an International perspective. Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Paper N 02/2005. School of Economics, University of Queensland. Australia.
- Alston, J.; Babcock, B.; Pardey, P. 2010. Introduction and overview. The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.
- Alston, J.; Beddow, J.; Pardey, P. 2010. Global patterns of crop yields and other partial productivity measures and prices. Chapter 3. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.
- Alston, J.; Andersen, M.; James, J.; Pardey, P. 2010. Shifting patterns of agricultural production and productivity in the United States. Chapter 8. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.

- Alston, J.; Babcock, B.; Pardey, P. 2010. Shifting patterns of global agricultural productivity: synthesis and conclusion. Chapter 1. En *The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide*. Iowa State University.
- Antle, J. 1993. Infrastructure and aggregate agricultural productivity: international evidence. *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 31, No. 3, pp. 609-619. The University of Chicago Press.
- Arancet, C., Calvete, S. 2003. Evolución, Determinantes y Contribución de la Productividad Total de Factores al Crecimiento del Producto Agropecuario Uruguayo. Trabajo de Investigación Monográfico para la obtención del Título de Licenciado en Economía, FCEyA (UDELAR). Montevideo.
- Arnade, C. 1998. Using a programming approach to measure international agricultural efficiency and productivity. *Journal of Agricultural Economics*, 67-84.
- Artana, D., Cristini, M., Pantano, J. 2001. El agro y el país: una estrategia para el futuro. Documento de trabajo 71. FIEL. Buenos Aires.
- Balk, B. M. 2001. Scale efficiency and productivity change. *Journal of Productivity Analysis*, 15, pp. 159-183.
- Ballesteros, M. 1957. Argentine Agriculture, 1908-1954: a study in growth and decline. A dissertation submitted to the faculty of the Division of the social sciences in candidacy for the degree of Doctor of Philosophy. The University of Chicago. Department of Economics, Illinois.
- Barsky, O.; Fernández, L. 2008. Cambio técnico y transformaciones sociales en el agro extra-pampeano. Editorial Teseo. Buenos Aires.
- Barsky, O.; Gelman, J. 2009. Historia del agro argentino. Desde la conquista hasta comienzos del siglo XXI. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.

- Beddow, J.; Pardey, P.; Koo, J.; Wood, S. 2010. The changing landscape of global agriculture. Chapter 2. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.
- Bharati, P., Fulginiti, L. 2007. Institutions and Agricultural Productivity in Mercosur. Presented at the XIX Seminario Internacional de Política Económica Instituciones e Desenvolvimento Económico, Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais.
- Bragachini, M.; Méndez, A.; De la torre, D.; Pozzolo, O. 2009. Historia de la mecanización agrícola del país: del arado de reja a la siembra de precisión. La Argentina 2050. La revolución tecnológica del agro. Hacia el desarrollo integral de nuestra sociedad. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). Buenos Aires.
- Bravo-Ortega, C. y D. Lederman. 2004. Agricultural Productivity and Its Determinants: Revisiting International Experiences. Estudios de Economía, 31(2), 133-163. Universidad de Chile. Santiago de Chile.
- Canosa, F., Iriarte, I., Tonelli, V. 2009. El futuro de la ganadería. Boletín de la Asociación Argentina de Angus. Buenos Aires.
- Cavallo, D.; Mundlak, Y. 1982. Agriculture and economic growth in an open economy: the case of Argentina. Research Report 36. IFPRI. Washington DC.
- Caves, D.; Christensen, L.; Diewert, W. 1982. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. Econometría, Vol. 50. N°6, 1393-1414.
- Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA). 2014. TFPIP Version 1. Computer Program for TFP Tornqvist and Fisher Index. Econometric Department, University of New England. Armidale.

- Chudnovsky, D., López, A. 2005. Productivity Performance in Developing Countries: Case Studies. Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Cobb, C. W.; Douglas, P. H. 1928. A Theory of Production. American Economic Review 18 (Supplement): 139–165.
- Coelli, T., Rao, D.S.P. 2005. Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 Countries, 1980-2000. Agricultural Economics 32, 115-134.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2014. Base de datos y estadísticas. <http://www.cepal.org/es/datos-y-estadisticas>
- Coremberg, A. 2007. Causas del crecimiento económico en Argentina (1990-2004). Otro caso de "tiranía de los números". Fundación BBVA. Buenos Aires.
- Coremberg, A. 2008. Measurement problems of TFP performance in an unstable economy: Argentina 1990-2004. A case of the tyranny of methodology. ECLAC. Buenos Aires.
- Coremberg, A. 2009. Midiendo las fuentes del crecimiento en una economía inestable: Argentina. Productividad y factores productivos por sector de actividad económica y por tipo de activo. CEPAL. Buenos Aires.
- Coremberg, A. 2011. The argentine productivity slowdown. The challenges after global financial collapse. World Economics, 2011, Vol. 12. N 3.
- Cortes Conde, R. 1979. El progreso argentino, 1880-1914. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.
- Dias Avila, A.F., Evenson R.E. 2004. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Role of Technological Capital. Unpublished manuscript. Economic Growth Center, Yale University. Connecticut.

- Días Avila, A., Romano, L., Garagorry, F. 2010. Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean and sources of growth. In Handbook of agricultural economics. Academic Press, 3713-3768. Burlington.
- Días Avila, A.; Evenson, R. 2010. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Role of Technological Capital. In Handbook of Agricultural Economics, Academic Press. Pp. 3769-3822. Burlington.
- Díaz Alejandro, C. F. 1975. Ensayos sobre la historia económica argentina. Buenos Aires. Amorrortu Editores. Buenos Aires.
- Elías, V. J. 1992. Sources of growth: a study of seven Latin American Economies. ICS Press. San Francisco.
- Elías, V. J. 1978. Sources of economic growth in Latin American countries. The review of economics and statistics. Vol. 60. N 3. Pp. 362-370.
- Evenson, R.; Fuglie, K. 2010. Technological capital: the price of admission to the growth club. Journal of Productivity Analysis, 173-190.
- FADA. 2011. Aportes para el desarrollo agroindustrial de Argentina. Rio Cuarto.
- FADA. 2013. Propuestas para desenredar la economía argentina. Una estrategia de estabilización macroeconómica, recuperación del crecimiento y creación de empleo formal y genuino. Rio Cuarto.
- FADA. 2015. Política agroalimentaria y agroindustrial. Lineamientos 2016-2019. Rio Cuarto.
- FAO. 2015. Base de datos de FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/default.aspx>
- Fernández Cornejo, J.; Shumway, C.R. 1997. Research and productivity in Mexican Agriculture. American Journal of Agricultural Economics. 79(3), 738-753.
- Ferreres, O. J. 2010. Dos siglos de economía argentina: edición bicentenario. Fundación Norte y Sur. El Ateneo. Buenos Aires.

- Frank, R. 2014. Las bases de datos de Rodolfo Frank. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. [http://www.anav.org.ar/sites\\_personales/5/](http://www.anav.org.ar/sites_personales/5/), Buenos Aires.
- Fuglie, K. 2010 (a). Total factor productivity in the global agricultural economy: evidence from FAO data. Chapter 4. En *The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide*. Iowa State University..
- Fuglie, K. 2010 (b). Indonesia: from food security to market-led agricultural growth. Chapter 12. En *The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide*. Iowa State University.
- Fulginiti, L.; Perrin, R. 1990. Argentine agricultural policy in a multiple-input, multiple-output framework. American Agricultural Economics Association. American Agricultural Economics Association. Milwaukee.
- Fulginiti, L., Perrin, R. 1998. Agricultural productivity in developing countries. Agricultural Economics Department, University of Nebraska, Lincoln.
- Fertilizar. 2014. Sección de Estadísticas. <http://www.fertilizar.org.ar>
- Gallagher, M. 1999. Cambio tecnológico a nivel desagregado en el agro argentino. CEMA. Buenos Aires.
- Gallagher M. y Lema, D. 2014. Argentine Agricultural Policy: Producer and Consumer Support Estimates 2007-2012. Anales de la Asociación Argentina de Economía Política ([www.aaep.org.ar](http://www.aaep.org.ar)).
- Gasquez, J. G., Conceicao, J. C.P.R. 2001. Transformacoes estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores. IPEA. Brasilia.
- Goldberg, S., Ianchilovici, B. 1988. El stock de capital en la Argentina. Desarrollo Económico, Vol. 28. Número 110. Instituto de Desarrollo Económico y Social. Buenos Aires.

- Hayami, Y.; Ruttan, V. 1985. *Agricultural development: an international perspective*. Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Hicks, J.R. 1961. *Measurement of Capital in Relation to the Measurement of Other Economic Aggregates*, in E.A. Lutz, D.C. Hague. *The Theory of Capital*. Macmillan. London.
- IEERAL. 1986. *Estadísticas de la evolución económica de Argentina, 1913-1984*. Estudios Año IX, Número 39. Instituto de Estudios Económicos sobre la realidad Argentina y Latinoamericana (IEERRAL). Córdoba.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). 1988. *Censo Nacional Agropecuario (CNA). Resultados Generales. Total del país*. Buenos Aires.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). 2002. *Censo Nacional Agropecuario (CNA). Resultados Generales. Total del país*. Buenos Aires.
- Jin, S.; Huang, J.; Rozelle, S. 2010. *Agricultural productivity in China*. Chapter 9. En *The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide*. Iowa State University.
- Kiprono, P.; Matsumoto, T. 2014. *Roads and farming: the effect of infrastructure improvement on agricultural input use, farm productivity and market participation in Kenya*. Paper presented at CSAE Conference 2014. *Economic Development in Africa*. The University of Oxford.
- Krueger, A., Valdes, A., Schiff, M. 1991. *Political Economy of Agricultural Pricing Policy: Latin America*. Johns Hopkins University Press Baltimore.
- Lanteri, L. N. 1994. *Sources of Economic Growth and Productivity, Induced Innovation and Technological Change Biases in the Agricultural Sector*. Asociación Argentina de Economía Política. Buenos Aires.

- Lanteri, L. N. 2004. Crecimiento y la paradoja de la productividad. Una estimación en la forma de state-space, con componentes no observables para el sector agropecuario argentino, 1955-2003. Banco Central de Argentina. Buenos Aires.
- Lema, D. Algunas Observaciones Sobre el N° de EAP's y Población Rural en los Años 90. Buenos Aires.
- Lema, D., Battaglia, S. 1998. Crecimiento y productividad en la agricultura argentina 1970-1997: inspiración o transpiración. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. La Plata.
- Lema, D. 1999. El crecimiento de la agricultura argentina: un análisis de productividad y ventajas comparativas. Instituto de Economía y Sociología. INTA. Buenos Aires.
- Lema, D., Parellada, G. 2000. Productivity and competitive advantage of the argentinean agriculture. INTA. Buenos Aires.
- Lema, D.; Brescia, V. 2001. Medición del cambio tecnológico, la productividad y la eficiencia en el sector agropecuario. Instituto de Economía y Sociología, INTA. Buenos Aires.
- Lema, D. 2010. Factores de crecimiento y productividad agrícola. El rol del cambio tecnológico. Pp. 141-160. En Reza, L., Lema, D., Flood, C. El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos. Buenos Aires.
- Lence, S. 2010. The agricultural sector in Argentina: major trends and recent developments. Chapter 14. En The Shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.



- Ludena, C. 2010. Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank. Washington, DC.
- Márgenes Agropecuarios. Informe Estadístico anual desde 1986 a 2010. Buenos Aires.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (MAGyP). 2006. Matriz de indicadores para el diseño políticas agroalimentarias. [http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/indicadores/matriz\\_indicadores.pdf](http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/indicadores/matriz_indicadores.pdf)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (MAGyP). 2014. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). <http://www.sia.gov.ar>
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación Argentina (MECON). 2014. Informe económico 2012. Secretaria de Programación Económica. Buenos Aires.
- Moorsteen, R.H. 1961. On Measuring Productive Potential and Relative Efficiency, Quarterly Journal of Economics, 75(3). 451-467.
- Mullen, J. 2010. Agricultural productivity growth in Australia and New Zealand. Chapter 5. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Iowa State University.
- Nin-Pratt, A., Arndt, C., Preckel, P.V. 2003. Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach. Journal of Development Economics 71(2). pp. 395-415.
- Nin-Pratt, A., Yu, B. 2008. Developing Countries and Total Factor Productivity Growth in Agriculture: New Evidence Using a Malmquist Index with Constrained Implicit Shadow Prices. Paper presented at the 11th Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki.

- Nin-Pratt, A., Falconi, C., Ludena, C., Martel, P. 2015. Productivity and the performance of agriculture in Latin America and the Caribbean. IDB Working Paper Series N 608. Inter-American Development Bank. Washington DC.
- Nogués, J.; Porto, A. 2007. Evaluación de Impactos Económicos y Sociales de Políticas Públicas en la Cadena Agroindustrial. Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. Buenos Aires.
- Olavarría, J. A.; Bravo-Ureta, B., E.; Cocchi, H. 2004. Productividad total de los factores en la agricultura chilena:1961-1996. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. Vol. 4,8. pp. 121-132, 2004.
- Parellada, G., Ekboir, J. 2002. Análisis del sistema argentino de investigación agropecuaria. Documento de trabajo 03-02. CIMMYT. Economía.
- Pereira, M.F.; da Silveira, J.S.T., Lanzer, E.A. y Samohy, R.W. 2002. Productivity Growth and Technological Progress in the Brazilian Agricultural Sector. *Pesquisa Operacional*, 22(2), 133-146.
- Pfeiffer, L.M. 2003. Agricultural Productivity Growth in the Andean Community. *Agr. Econ.* 85(5): 1335–1341.
- Piesse, J.; Thirtle, C. 2010. Agricultural productivity in the United Kingdom. Chapter 7. *En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide*. Iowa State University.
- Rada, N., Buccola, S., Fuglie, K. 2011. Government Policy and Agricultural Productivity in Indonesia. *The American Journal of Agricultural Economics* 93 (3). Oxford University Press, 867-884.
- Rada, N., Valdes, C. 2012. Policy, Technology, and Efficiency of Brazilian Agriculture. *Economic Research Report Number 137*. USDA-ERS. Washington, DC.

- Rada, N. 2013. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. Food Policy 38. Elsevier
- Ras, N., Levis, R. 1982. El precio de la tierra. Su evolución entre los años 1916 y 1978. Sociedad Rural Argentina, Buenos Aires.
- Reca, L. 1980. Argentina: country case study of agricultural prices and subsidies. Working Paper N 386. World Bank.
- Reca, L. 2006. Aspectos del desarrollo agropecuario argentino 1875-2005. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires.
- Reca, L., Lema, D., Flood, C. 2010. El crecimiento de la agricultura Argentina: medio siglo de logros y desafíos. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Singh, A.; Pal, S. 2010. Capítulo 1. Introduction and Overview. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. The Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center. Iowa State University.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). 2009. Elaboración de estrategias conducentes a optimizar la modalidad de producción por arrendamiento. Versión provisoria. Buenos Aires.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2014. Informe de Existencias Bovinas. Varios años. Buenos Aires.
- Sollow, R. 1956. A contribution to the theory of the economic growth. The Quarterly Journal of economics. Vol. 70, N 1. Pp. 65-94. MIT Press.
- Stads, P. J.; Ruiz, A. M.; De Greef, G. Cuaderno de país N 44. ASTI. 2010. Indicadores de ciencia y tecnología. Argentina.
- Sturzenegger, A. 1990. Capítulo 1. Argentina. En Economía política de las intervenciones de precios agrícolas en América Latina. Krueger, A.; Schiff, M.; Valdes, A. CINDE. San Francisco.

- Sturzenegger, A.; Salazni, M. 2007. Distortions to agricultural incentives in Argentina. Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.
- Trigo, E.; Cap, E. 2006. Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina. Argenbio. Buenos Aires.
- Trigo, E. 2011. Quince años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina. Argenbio. Buenos Aires.
- Trigo, E., Mateo, N., Falconi, C. 2013. Agricultural innovation in Latin America and the Caribbean: institucional escenarios and mechanism. Inter-American Development Bank. Technical Note N 528. Washington DC.
- Trindade, F. 2012. Is there a slowdown in agricultural productivity growth in South America? University of Nebraska Lincoln, Foz do Iguazu, Brazil: International Association of Agricultural Economist (IAAE).
- Trueblood, M.A. Coggins, J. 2003. Intercountry Agricultural Efficiency and Productivity: A Malmquist Index Approach. Unpublished manuscript. Department of Applied Economics, University of Minnesota.
- <http://www.apec.umn.edu/faculty/jcoggins/documents/Malmquist.pdf>.
- Veeman, T.; Gray, R. 2010. The shifting patterns of agricultural production and productivity in Canada. Chapter 6. En The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. The Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center. Iowa State University.
- Yamada, S.; Ruttan, V. 1980. International Comparisons of Productivity in Agriculture. Chapter IV. New Developments in Productivity Measurement. Kendrick, J.; Vaccara, B., University of Chicago Press, 1980, 507 - 594.

Zepeda, L. 2001. Agricultural investment and productivity in developing countries. Paper 148. Economic and Social Development. FAO.

## 8 APENDICE I. DATOS HISTORICOS

En este apéndice se presentan los datos históricos utilizados para estimar el Índice de Tornqvist, como también los resultados obtenidos de este índice con el software de CEPA (2014).

Cuadro 8-1. Datos de producto, factores y precios del sector agropecuario, 1913-2010

Año	PBI agropecuario (pesos de 1993)	Trabajo (trabajadores)	Capital (pesos de 1993)	Tierra (pesos de 1993)	Salario (en pesos de 1993)	Tasa de retorno
1913	2,400,796,971	1,034,700	23,838,889,965	10,986,794,484	1788	0.0158
1914	2,361,309,958	1,039,900	25,087,544,175	11,614,101,278	1737	0.0151
1915	2,843,114,211	1,047,800	25,805,520,346	11,899,625,478	1512	0.0334
1916	2,602,658,821	1,050,800	26,523,496,517	12,229,223,010	1169	0.0355
1917	2,263,329,093	1,052,700	27,116,607,267	10,910,878,601	1664	0.0134
1918	3,016,833,185	1,108,600	27,647,285,306	12,305,840,402	1962	0.0211
1919	2,973,778,519	1,188,200	28,011,476,117	14,736,462,524	2221	0.0078
1920	3,018,859,764	1,280,700	29,031,210,389	14,528,708,020	1518	0.0247
1921	3,109,776,094	1,379,800	29,936,484,691	18,403,523,291	1484	0.0220
1922	3,309,055,090	1,503,500	30,852,164,446	20,269,981,370	1614	0.0173
1923	3,350,547,174	1,653,700	31,767,844,200	22,157,004,789	1597	0.0132
1924	3,780,375,462	1,757,200	32,610,685,792	19,606,009,968	1704	0.0151
1925	3,422,002,471	1,829,000	33,474,338,287	21,101,244,836	1726	0.0049
1926	3,894,050,984	1,866,400	34,202,719,910	27,218,485,350	1625	0.0140
1927	3,980,428,826	1,810,900	35,201,643,278	27,320,631,105	1675	0.0151
1928	4,027,159,641	1,790,100	36,356,648,423	28,189,000,840	1827	0.0117
1929	4,010,113,903	1,724,600	37,886,249,830	30,978,832,720	1805	0.0130
1930	3,652,213,436	1,682,800	38,448,144,225	27,485,986,392	1715	0.0116
1931	3,699,931,218	1,597,100	38,260,846,093	28,182,585,756	1372	0.0227
1932	3,888,391,274	1,541,900	38,042,331,607	27,103,567,519	1456	0.0252
1933	3,925,932,279	1,477,300	37,844,628,023	24,985,544,871	1383	0.0300
1934	4,121,312,871	1,403,800	37,875,844,379	21,337,829,119	1361	0.0373
1935	4,655,264,955	1,357,600	37,917,466,186	19,461,049,008	1962	0.0347
1936	4,371,174,169	1,350,500	37,137,057,304	23,293,992,229	2018	0.0272
1937	4,622,370,976	1,338,900	37,449,220,857	24,237,912,353	2288	0.0253
1938	4,370,582,163	1,354,800	38,011,115,251	26,733,624,863	1957	0.0266
1939	4,790,429,810	1,389,200	38,063,142,510	26,087,471,632	1912	0.0333
1940	4,689,131,445	1,425,300	37,782,195,313	21,954,591,508	2052	0.0295
1941	5,287,954,223	1,466,600	36,856,110,107	17,262,668,714	2007	0.0433
1942	5,345,313,338	1,461,500	36,096,512,129	13,927,952,279	1861	0.0525
1943	5,088,979,216	1,459,700	34,993,534,243	14,893,647,450	1833	0.0484
1944	5,834,339,309	1,471,700	34,223,530,813	13,629,733,824	2007	0.0602
1945	5,045,053,430	1,486,700	33,776,096,388	15,857,778,566	1957	0.0430
1946	5,191,145,438	1,506,100	33,692,852,774	14,547,613,308	1850	0.0499
1947	5,510,124,083	1,491,400	34,827,047,015	13,897,705,424	2339	0.0415
1948	5,397,387,394	1,486,600	35,316,103,247	19,343,050,285	2361	0.0345
1949	5,015,554,280	1,444,600	35,232,859,633	19,704,735,931	2457	0.0267
1950	4,970,038,135	1,479,700	35,836,375,835	20,245,899,991	2131	0.0324
1951	5,243,491,598	1,459,200	36,304,621,164	13,798,715,661	2344	0.0364
1952	4,543,230,515	1,395,100	36,887,326,462	14,073,422,871	2103	0.0316
1953	5,804,519,414	1,321,400	37,771,789,861	15,073,001,410	2384	0.0502
1954	5,842,022,951	1,234,100	38,489,766,032	17,212,842,795	2524	0.0490
1955	6,088,122,150	1,195,800	39,301,391,269	17,948,297,458	2373	0.0568
1956	5,786,220,633	1,170,200	39,280,580,365	18,028,215,797	2361	0.0527
1957	5,743,830,902	1,173,800	39,946,529,277	20,123,776,170	2142	0.0538
1958	5,963,494,311	1,184,200	40,237,881,926	25,190,283,170	2597	0.0441
1959	5,934,563,263	1,156,500	41,059,912,615	27,402,859,538	2120	0.0509
1960	5,980,893,415	1,160,600	42,891,272,123	23,582,188,480	1906	0.0567
1961	5,936,029,107	1,156,900	44,067,088,171	25,577,669,645	1940	0.0530
1962	6,170,051,622	1,128,500	44,389,657,175	22,842,383,093	1979	0.0586
1963	6,344,627,262	1,180,000	44,098,304,526	30,583,096,596	1900	0.0549
1964	6,748,964,182	1,208,800	45,097,227,895	34,301,058,372	2238	0.0509
1965	7,108,026,295	1,197,200	46,314,665,750	40,556,594,000	2552	0.0466
1966	6,902,213,006	1,218,900	47,022,236,469	35,176,474,899	2564	0.0460
1967	7,161,095,349	1,264,300	47,157,507,342	29,620,125,834	2384	0.0540
1968	6,786,462,056	1,276,000	47,157,507,342	32,784,792,180	2406	0.0465
1969	7,174,120,750	1,260,900	47,199,129,149	34,221,364,965	2502	0.0494
1970	7,523,069,528	1,223,200	47,230,345,504	35,592,418,394	2654	0.0516
1971	7,616,924,702	1,207,800	48,572,648,780	37,343,135,152	2969	0.0469
1972	7,747,648,337	1,186,200	49,873,330,249	51,329,751,858	2794	0.0438
1973	8,524,366,521	1,162,600	51,236,444,429	39,339,571,188	2963	0.0561
1974	8,855,367,891	1,140,200	52,599,558,608	55,953,217,990	3379	0.0461
1975	8,580,045,357	1,122,200	53,317,534,779	59,555,723,250	3109	0.0451
1976	8,955,107,795	1,129,500	54,222,809,081	84,033,909,954	1720	0.0507
1977	9,149,200,500	1,111,300	55,357,003,322	67,602,680,970	1383	0.0619
1978	9,260,723,226	1,053,500	55,076,056,125	32,186,823,024	1079	0.0931
1979	9,611,375,648	1,007,900	54,139,565,467	31,899,137,164	1207	0.0976
1980	9,027,387,411	1,048,100	54,025,105,498	34,550,522,986	2041	0.0778
1981	9,398,401,576	1,077,400	52,495,504,091	27,764,207,395	1862	0.0921
1982	9,874,591,707	1,117,500	51,985,636,955	36,236,273,360	1523	0.0926
1983	10,007,542,682	1,138,600	52,089,691,472	51,904,694,988	2090	0.0734

1984	10,023,695,358	1,070,700	52,495,504,091	48,958,974,105	2598	0.0714
1985	9,838,978,960	1,075,914	51,900,383,315	38,219,463,489	2155	0.0835
1986	9,858,177,616	1,071,410	50,838,782,046	30,965,404,009	2089	0.0931
1987	9,502,930,376	1,065,351	49,742,777,710	33,661,369,258	2214	0.0857
1988	10,520,938,950	1,047,707	47,432,815,666	27,107,438,677	1571	0.1191
1989	9,573,492,190	1,049,263	48,901,627,949	35,457,671,717	1207	0.0985
1990	10,539,469,241	1,055,564	48,196,323,247	25,265,266,819	1923	0.1158
1991	10,994,611,225	1,056,538	50,294,266,111	27,585,932,104	2200	0.1113
1992	10,804,532,833	1,033,428	49,020,887,855	29,209,384,552	2809	0.1010
1993	10,985,441,287	1,017,491	47,064,895,353	25,987,606,037	2874	0.1103
1994	11,790,271,077	952,986	52,189,720,958	27,502,042,712	2913	0.1131
1995	12,459,984,783	955,686	54,151,975,976	29,465,009,656	3253	0.1118
1996	12,160,840,597	980,841	52,661,497,165	42,479,192,158	3269	0.0941
1997	12,117,783,166	1,001,809	55,811,542,720	52,249,980,210	3266	0.0819
1998	13,183,571,289	982,967	55,955,580,588	64,087,713,906	3375	0.0822
1999	13,664,222,959	970,358	58,600,449,852	57,285,455,934	3507	0.0885
2000	13,450,421,873	941,470	57,644,372,407	52,858,645,916	3373	0.0930
2001	13,478,400,990	915,854	59,105,626,144	52,150,336,154	3452	0.0927
2002	13,164,509,056	945,687	58,278,974,030	56,095,034,116	2314	0.0960
2003	14,066,637,029	990,006	61,136,768,838	52,782,632,200	2894	0.0983
2004	13,935,900,000	1,014,400	62,341,259,418	58,217,272,483	2972	0.0906
2005	15,406,500,000	1,031,431	63,506,087,396	46,614,048,567	2902	0.1127
2006	15,633,475,469	1,051,397	65,092,591,453	52,457,294,247	3079	0.1055
2007	17,211,200,000	1,058,132	68,710,710,583	66,977,937,203	3586	0.0989
2008	17,074,000,000	1,048,116	70,684,738,485	80,068,212,197	4406	0.0826
2009	14,779,742,647	1,058,019	66,334,048,095	61,166,879,279	4931	0.0750
2010	18,050,894,585	1,057,683	65,556,739,657	58,518,711,773	5281	0.1005

Fuente: Estimación propia



Cuadro 8-2. Precio de la tierra en pesos de 1993 por hectárea, entre 1913-2010

Año	Precio	Año	Precio	Año	Precio	Precio Ajustado
1913	513	1946	527	1979	1,296	
1914	535	1947	556	1980	1,363	
1915	545	1948	771	1981	1,089	
1916	582	1949	833	1982	1,351	
1917	485	1950	777	1983	1,935	
1918	560	1951	574	1984	1,854	
1919	646	1952	517	1985	1,463	
1920	669	1953	557	1986	1,319	
1921	885	1954	651	1987	1,425	
1922	936	1955	673	1988	1,169	
1923	968	1956	626	1989	1,419	
1924	890	1957	680	1990	1,019	
1925	904	1958	862	1991	1,126	
1926	1,161	1959	973	1992	1,245	
1927	1,133	1960	862	1993	1,067	
1928	1,077	1961	898	1994	1,038	
1929	1,183	1962	843	1995	1,067	
1930	1,030	1963	1,058	1996	1,338	
1931	1,097	1964	1,212	1997	1,690	
1932	1,029	1965	1,468	1998	2,034	
1933	920	1966	1,241	1999	1,823	
1934	763	1967	1,021	2000	1,671	1,671
1935	750	1968	1,067	2001	1,506	1,612
1936	832	1969	1,123	2002	2,139	1,721
1937	859	1970	1,269	2003	2,500	1,558
1938	987	1971	1,396	2004	3,143	1,677
1939	920	1972	1,805	2005	3,349	1,360
1940	788	1973	1,498	2006	3,957	1,444
1941	642	1974	2,156	2007	4,790	1,753
1942	527	1975	2,276	2008	5,722	2,161
1943	537	1976	2,937	2009	5,787	1,701
1944	510	1977	2,422	2010	6,081	1,472
1945	605	1978	1,268			

Fuente: Estimación propia

Cuadro 8-3. Datos de producto, factores y precios del sector agrícola, 1961-2010

Año	Producto (pesos 1993)	Trabajo (trabajadores)	Capital (pesos 1993)	Fertilizantes (toneladas)	Tierra (pesos 1993)	Salario (pesos 1993)	Tasa de retorno	Precio fertilizantes (pesos 1993 por tonelada)
1961	2,508,222,068	19,738	22,659,000,445	19,000	7,740,206,423	1,940	0.053	933
1962	3,325,723,045	21,974	23,162,247,780	13,900	8,092,373,679	1,979	0.059	914
1963	2,280,378,831	20,786	21,935,311,290	20,800	9,785,300,351	1,900	0.055	896
1964	2,790,643,742	23,926	23,091,483,068	27,200	13,256,944,656	2,238	0.051	888
1965	2,750,869,185	25,181	24,383,423,155	39,500	16,706,909,024	2,552	0.047	935
1966	2,412,599,542	24,362	23,280,828,877	49,500	13,453,658,538	2,564	0.046	932
1967	3,023,094,512	26,622	24,285,048,281	63,800	11,957,398,569	2,384	0.054	931
1968	2,604,701,613	27,413	23,627,814,345	67,800	12,976,717,904	2,406	0.046	931
1969	2,627,100,394	28,416	23,488,265,144	80,500	14,035,421,335	2,502	0.049	924
1970	3,173,400,825	24,576	24,640,791,945	76,600	15,582,524,183	2,654	0.052	724
1971	2,362,288,030	22,852	25,037,845,811	81,000	15,090,221,904	2,969	0.047	705
1972	1,926,893,031	22,294	24,529,168,557	90,600	19,479,024,411	2,794	0.044	675
1973	2,922,175,968	23,384	26,850,145,565	67,700	17,060,043,933	2,963	0.056	691
1974	2,806,970,831	20,557	28,152,961,035	69,800	21,454,949,389	3,379	0.046	719
1975	1,484,483,313	21,068	27,368,928,080	66,900	23,732,398,163	3,109	0.045	768
1976	2,306,637,342	22,279	28,407,833,968	75,800	32,745,148,969	1,720	0.051	755
1977	3,964,378,169	23,638	30,287,791,221	84,300	29,330,020,203	1,383	0.062	949
1978	3,712,487,182	22,644	30,002,130,997	96,000	13,816,807,300	1,079	0.093	980
1979	3,328,083,715	23,960	30,217,633,135	141,700	15,198,520,356	1,207	0.098	765
1980	2,989,718,788	20,029	30,401,588,893	129,300	16,715,796,790	2,041	0.078	673
1981	4,213,555,192	21,726	30,078,501,966	86,400	14,588,047,179	1,862	0.092	747
1982	4,062,577,495	22,377	30,895,486,157	106,700	18,877,336,860	1,523	0.093	874
1983	5,195,967,451	23,907	31,168,121,157	118,500	29,241,373,194	2,090	0.073	843
1984	5,090,678,510	25,008	32,065,558,205	158,500	28,909,655,895	2,598	0.071	690
1985	5,182,568,579	24,702	31,103,725,539	162,600	22,361,149,280	2,155	0.083	679
1986	4,422,796,501	25,939	29,946,442,900	151,100	20,983,465,602	2,089	0.093	613
1987	4,428,659,239	23,347	28,638,986,959	167,900	20,075,126,817	2,214	0.086	591
1988	6,318,303,786	23,162	29,636,282,452	162,500	16,510,148,880	1,571	0.119	720
1989	3,771,886,412	23,516	28,438,670,893	153,100	20,321,578,093	1,207	0.098	958
1990	3,939,061,315	19,894	29,793,146,002	165,500	15,654,375,430	1,923	0.116	639
1991	4,356,309,143	20,070	31,963,252,145	167,300	17,578,755,150	2,200	0.111	595
1992	5,076,864,674	19,782	30,096,896,439	248,200	18,726,460,102	2,809	0.101	555
1993	5,606,936,778	19,675	28,629,901,884	293,900	15,881,658,898	2,874	0.110	516
1994	5,933,124,972	20,472	32,327,110,855	461,000	16,258,574,283	2,913	0.113	553
1995	6,840,436,862	22,531	33,807,114,855	524,700	18,387,014,829	3,253	0.112	627
1996	7,412,804,433	23,522	32,900,659,829	855,200	23,741,924,253	3,269	0.094	604
1997	7,608,499,091	27,773	35,181,129,294	809,600	35,825,463,916	3,266	0.082	512
1998	8,251,971,096	26,656	36,948,482,586	772,900	41,047,912,802	3,375	0.082	501
1999	6,885,022,901	27,921	37,056,597,732	821,500	38,622,967,135	3,507	0.089	539
2000	7,025,923,159	16,906	37,018,461,705	823,300	37,126,440,431	3,373	0.093	528
2001	8,024,717,457	16,656	39,002,757,854	921,300	36,238,079,757	3,452	0.093	553
2002	13,637,891,589	17,382	39,631,638,697	877,300	41,031,882,627	2,314	0.096	970
2003	12,891,745,644	17,735	42,302,151,314	1,070,500	37,887,596,320	2,894	0.098	800
2004	12,077,236,462	18,214	40,813,692,590	1,346,000	42,581,084,592	2,972	0.091	837
2005	11,959,551,952	18,792	43,542,319,039	1,158,000	35,254,822,950	2,902	0.113	817
2006	11,662,980,510	18,708	44,159,977,942	1,355,500	37,495,984,176	3,079	0.105	772
2007	16,517,125,227	20,028	48,218,186,014	1,690,900	48,685,856,160	3,586	0.099	936
2008	18,610,046,932	21,362	48,591,329,735	1,157,000	63,530,358,227	4,406	0.083	1,718
2009	11,197,443,275	20,109	38,552,953,733	1,078,700	48,020,992,375	4,931	0.075	1,017
2010	17,317,744,536	18,704	41,424,379,406	1,428,200	40,015,220,128	5,281	0.100	1,009

Fuente: Estimación propia

Cuadro 8-4. Datos de producto, factores y precios del sector ganadero, 1960-2010

Año	Producto (pesos 1993)	Trabajo (# trabajadores)	Capital (pesos 1993)	Tierra (pesos 1993)	Salario (pesos 1993)	Tasa de retorno
1960	2,904,091,493	72,535	9,541,063,556	26,880,569,635	1,940	0.0240
1961	2,883,762,852	70,867	7,835,052,073	25,222,764,375	1,940	0.0260
1962	2,950,556,956	71,502	7,074,440,692	31,132,167,050	1,979	0.0220
1963	3,188,692,459	66,682	7,409,032,014	35,052,691,949	1,900	0.0210
1964	3,293,239,753	70,500	10,806,041,295	41,733,383,638	2,238	0.0180
1965	3,365,842,040	77,848	12,061,726,541	34,648,012,069	2,552	0.0210
1966	3,484,909,791	81,333	10,345,023,654	28,006,591,039	2,564	0.0270
1967	3,473,293,425	85,378	10,680,365,551	28,721,732,868	2,384	0.0260
1968	3,386,170,680	85,775	10,221,002,453	29,677,445,725	2,406	0.0250
1969	3,603,977,542	80,497	9,374,243,691	32,882,590,766	2,502	0.0240
1970	3,598,169,359	80,733	12,447,319,849	36,127,460,176	2,654	0.0220
1971	3,690,612,446	82,977	16,052,550,935	46,663,014,161	2,969	0.0170
1972	3,937,127,342	87,168	15,451,515,711	38,686,962,434	2,794	0.0220
1973	4,057,224,343	91,285	15,662,026,080	55,586,923,912	2,963	0.0160
1974	4,115,692,620	92,258	12,455,493,552	58,604,374,980	3,379	0.0160
1975	4,175,741,121	94,512	7,351,395,524	75,530,597,286	3,109	0.0130
1976	4,263,443,536	96,957	10,148,106,914	62,214,442,098	1,720	0.0160
1977	4,143,346,535	101,756	12,216,760,870	32,516,480,600	1,383	0.0280
1978	4,216,036,825	96,318	10,141,129,919	33,202,858,175	1,079	0.0290
1979	4,246,851,187	94,773	13,684,218,654	34,870,193,089	1,207	0.0270
1980	3,947,398,796	92,934	11,438,612,842	27,815,557,606	2,041	0.0310
1981	4,013,372,035	90,391	9,390,477,503	34,473,419,523	1,862	0.0260
1982	4,006,041,675	87,750	11,518,823,033	49,308,132,082	1,523	0.0190
1983	4,019,480,669	89,650	11,447,145,137	47,189,844,036	2,090	0.0190
1984	3,900,973,184	90,948	10,495,941,282	37,199,414,310	2,598	0.0230
1985	3,942,511,890	90,000	7,980,216,869	33,490,003,200	2,155	0.0270
1986	4,051,245,561	87,562	11,287,790,982	36,134,816,643	2,089	0.0250
1987	4,031,697,935	84,990	13,813,567,234	29,605,739,463	2,214	0.0290
1988	3,947,398,796	87,095	11,110,835,054	35,881,575,557	1,571	0.0250
1989	4,006,041,675	87,670	10,569,466,342	25,771,106,034	1,207	0.0350
1990	4,024,367,575	88,075	8,243,057,356	28,477,248,735	1,923	0.0320
1991	4,007,263,402	87,420	10,101,681,391	31,469,188,149	2,200	0.0280
1992	4,170,974,773	88,352	11,735,961,069	26,960,304,048	2,809	0.0330
1993	4,302,921,251	87,775	10,485,367,083	26,237,922,653	2,874	0.0350
1994	4,487,196,964	88,595	9,594,463,069	26,966,483,734	2,913	0.0360
1995	4,681,207,942	87,748	9,400,539,944	33,818,177,494	3,253	0.0310
1996	4,563,265,495	84,716	9,047,261,083	42,703,222,947	3,269	0.0240
1997	4,479,268,344	83,432	11,008,160,329	51,394,709,138	3,266	0.0200
1998	4,478,220,561	80,082	13,438,779,738	46,041,280,378	3,375	0.0220
1999	5,023,510,903	81,761	11,299,787,996	42,205,199,013	3,507	0.0270
2000	4,812,736,940	81,124	11,140,825,152	40,722,177,836	3,373	0.0260
2001	4,584,242,441	81,419	10,481,598,118	43,471,418,712	3,452	0.0240
2002	4,212,205,499	86,667	10,674,210,083	39,345,336,736	2,314	0.0240
2003	4,333,557,912	93,126	13,778,594,144	42,922,599,815	2,894	0.0220
2004	4,827,700,000	94,740	13,434,464,402	35,272,980,315	2,972	0.0300
2005	4,961,500,000	95,056	14,718,083,020	37,934,441,094	2,902	0.0280
2006	5,148,475,469	97,156	13,667,629,823	46,652,978,163	3,079	0.0240
2007	5,270,200,000	97,870	12,966,042,203	58,248,079,642	3,586	0.0200
2008	5,355,000,000	95,972	13,294,556,132	46,465,806,652	4,406	0.0250
2009	5,691,610,043	90,773	12,167,304,639	40,392,041,080	4,931	0.0310
2010	5,418,258,954	81,583	25,416,344,674	40,392,041,080	5,281	0.0270

Fuente: Estimación propia

Cuadro 8-5. Empalme para la serie de precios de categoría animal, 1962-2010

Períodos	Ternero y novillos	Vaca y vaquillonas	Toros
1960-1976	Ferreres (2010)		Estimación propia
1977- 2010	AACREA (2014)		Estimación propia
1960-1985		Estimación propia	
1986 - 2010		Márgenes Agropecuarios (varios años)	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-6. Coeficiente de ajuste del precio de la tierra para ganadería

Año	Precio de la	Precio de la	Coeficiente Maíz/Cría
	hectárea de Maíz	hectárea de Cría	
	(pesos constantes de 1993)		
1960	252	89	2.83
1961	287	126	2.29
1962	404	131	3.09
1963	688	186	3.69
1964	1,024	293	3.49
1965	1,434	462	3.10
1966	1,480	412	3.59
1967	1,533	383	4.00
1968	1,758	397	4.42
1969	1,753	446	3.93
1970	2,488	432	5.75
1971	4,002	912	4.39
1972	9,417	2,598	3.62
1973	10,704	3,500	3.06
1974	18,275	5,430	3.37
1975	74,375	10,507	7.08
1976	537,500	106,925	5.03
1977	975,000	230,833	4.22
1978	750,000	180,000	4.17
Promedio			3.95

Fuente: Elaborado con base a Ras y Levis (1982).

Cuadro 8-7. Valor de la tierra del sector ganadero, en pesos constantes de 1993, 1960-2010

Año	Pasturas y Praderas Permanentes (hectáreas)	Precio de la tierra (del sector agropecuario)	Precio de la tierra (sector ganadero) <sup>1</sup> (pesos de 1993)	Valor de la tierra (en pesos de 1993)
1960	118357000	898	227	26880569635
1961	118357000	843	213	25222764375
1962	116373000	1058	268	31132167050
1963	114389000	1212	306	35052691949
1964	112405000	1468	371	41733383638
1965	110422000	1241	314	34648012069
1966	108437000	1021	258	28006591039
1967	106454000	1067	270	28721732868
1968	104470000	1123	284	29677445725
1969	102486000	1269	321	32882590766
1970	102355000	1396	353	36127460176
1971	102223000	1805	456	46663014161
1972	102092000	1498	379	38686962434
1973	101960000	2156	545	55586923912
1974	101829000	2276	576	58604374980
1975	101697000	2937	743	75530597286
1976	101566000	2422	613	62214442098
1977	101434000	1268	321	32516480600
1978	101303000	1296	328	33202858175
1979	101171000	1363	345	34870193089
1980	101039000	1089	275	27815557606
1981	100908000	1351	342	34473419523
1982	100777000	1935	489	49308132082
1983	100646000	1854	469	47189844036
1984	100514000	1463	370	37199414310
1985	100383000	1319	334	33490003200
1986	100251000	1425	360	36134816643
1987	100120000	1169	296	29605739463
1988	99988000	1419	359	35881575557
1989	99980000	1019	258	25771106034
1990	99970000	1126	285	28477248735
1991	99960000	1245	315	31469188149
1992	99950000	1067	270	26960304048
1993	99940000	1038	263	26237922653
1994	99930000	1067	270	26966483734
1995	99920000	1338	338	33818177494
1996	99910000	1690	427	42703222947
1997	99900000	2034	514	51394709138
1998	99890000	1823	461	46041280378
1999	99880000	1671	423	42205199013
2000	99870000	1612	408	40722177836
2001	99860000	1721	435	43471418712
2002	99848000	1558	394	39345336736
2003	101200000	1677	424	42922599815
2004	102570000	1360	344	35272980315
2005	103900000	1444	365	37934441094
2006	105250000	1753	443	46652978163
2007	106600000	2161	546	58248079642
2008	108000000	1701	430	46465806652
2009	108500000	1472	372	40392041080
2010	108500000	1472	372	40392041080

Nota: <sup>1</sup> Coeficiente de ajuste = 3.95. Fuente: Estimación propia

Cuadro 8-8. Índice de Tornqvist del sector agropecuario, 1913-2010 (1914=100)

Año	Producto	Factores	PTF	Año	Producto	Factores	PTF
1914	100	100	100	1955	233	126	185
1915	103	102	101	1956	232	127	183
1916	101	102	99	1957	230	129	178
1917	104	104	99	1958	232	133	174
1918	109	109	100	1959	235	136	173
1919	118	115	103	1960	235	137	172
1920	120	124	97	1961	238	136	175
1921	124	133	93	1962	243	140	174
1922	128	145	89	1963	253	144	175
1923	137	154	89	1964	266	153	173
1924	139	163	85	1965	273	157	174
1925	146	170	86	1966	278	157	177
1926	149	173	86	1967	274	156	176
1927	156	174	90	1968	278	156	178
1928	158	172	92	1969	282	158	179
1929	154	169	91	1970	293	159	185
1930	149	165	91	1971	301	164	183
1931	148	160	92	1972	314	165	190
1932	151	155	98	1973	330	172	193
1933	157	149	106	1974	341	174	196
1934	167	142	117	1975	347	189	183
1935	173	139	124	1976	351	194	181
1936	179	139	129	1977	360	183	197
1937	176	141	125	1978	368	158	233
1938	181	143	127	1979	367	142	258
1939	182	144	127	1980	369	139	265
1940	194	143	136	1981	372	141	264
1941	201	139	145	1982	385	149	259
1942	207	136	152	1983	393	157	250
1943	214	133	161	1984	393	158	249
1944	210	133	158	1985	391	148	264
1945	211	133	159	1986	384	140	273
1946	207	134	155	1987	393	133	294
1947	212	136	156	1988	389	134	289
1948	209	137	153	1989	403	130	310
1949	202	139	146	1990	409	131	311
1950	200	137	146	1991	425	129	331
1951	194	135	144	1992	431	128	337
1952	205	131	157	1993	442	128	346
1953	213	128	166	1994	463	129	359
1954	233	127	184	1995	479	138	348
1996	483	149	324	2004	571	172	332
1997	493	163	301	2005	591	174	340
1998	512	171	300	2006	634	181	351
1999	530	171	310	2007	656	196	334
2000	534	167	320	2008	645	200	322
2001	527	166	318	2009	656	196	335
2002	535	168	319	2010	648	188	345
2003	541	173	314				

Fuente: Estimación propia

Cuadro 8-9. Índice de Tornqvist del sector agrícola, 1962-2010 (1962=100)

Año	Producto	Factores	PTF	Año	Producto	Factores	PTF
1962	100	100	100	1987	187	160	117
1963	103	106	97	1988	179	157	114
1964	96	117	82	1989	173	154	112
1965	98	123	80	1990	149	158	94
1966	101	124	81	1991	165	158	104
1967	99	120	83	1992	185	158	117
1968	102	122	84	1993	205	158	129
1969	104	126	82	1994	227	164	138
1970	101	129	78	1995	249	180	138
1971	92	136	68	1996	269	206	131
1972	89	139	64	1997	287	235	122
1973	94	149	63	1998	280	255	110
1974	89	156	57	1999	273	258	106
1975	81	173	47	2000	270	255	106
1976	96	184	52	2001	354	260	136
1977	123	177	69	2002	426	269	158
1978	136	161	84	2003	476	281	169
1979	124	149	83	2004	455	281	162
1980	130	149	87	2005	440	285	154
1981	139	154	90	2006	495	302	164
1982	166	168	99	2007	577	336	172
1983	177	186	95	2008	571	337	169
1984	191	190	100	2009	581	319	182
1985	181	181	100	2010	527	293	180
1986	173	168	103				

Fuente: Estimación propia

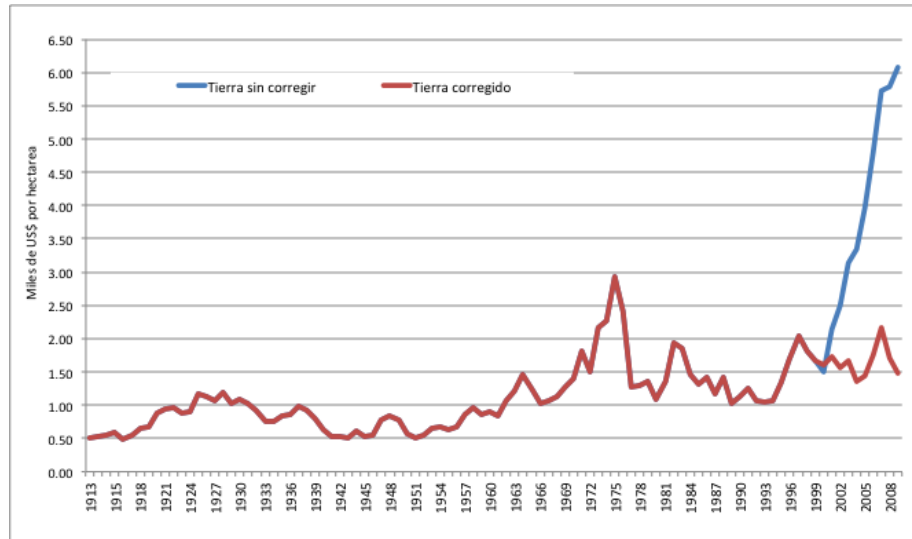
Cuadro 8-10. Índice de Tornqvist del sector ganadero, 1962-2010 (1962=100)

Año	Producto	Factores	PTF	Año	Producto	Factores	PTF
1962	100	100	100	1987	133	162	82
1963	105	113	92	1988	133	159	84
1964	109	136	80	1989	133	134	99
1965	112	149	76	1990	133	130	103
1966	114	148	77	1991	135	135	100
1967	115	140	82	1992	138	145	96
1968	116	136	85	1993	144	143	101
1969	117	144	82	1994	149	132	113
1970	121	170	71	1995	152	126	121
1971	124	197	63	1996	152	132	115
1972	130	211	61	1997	150	150	100
1973	134	195	69	1998	155	160	97
1974	137	159	86	1999	159	161	99
1975	139	134	104	2000	160	148	108
1976	139	133	105	2001	151	145	104
1977	140	146	96	2002	146	157	93
1978	140	161	87	2003	148	170	87
1979	138	158	87	2004	157	188	83
1980	135	155	87	2005	166	187	88
1981	133	145	92	2006	170	185	92
1982	133	145	92	2007	175	179	98
1983	132	150	88	2008	181	172	105
1984	131	134	98	2009	182	228	80
1985	132	133	99	2010	185	253	73
1986	133	148	90	2010	185	253	73

Fuente: Estimación propia

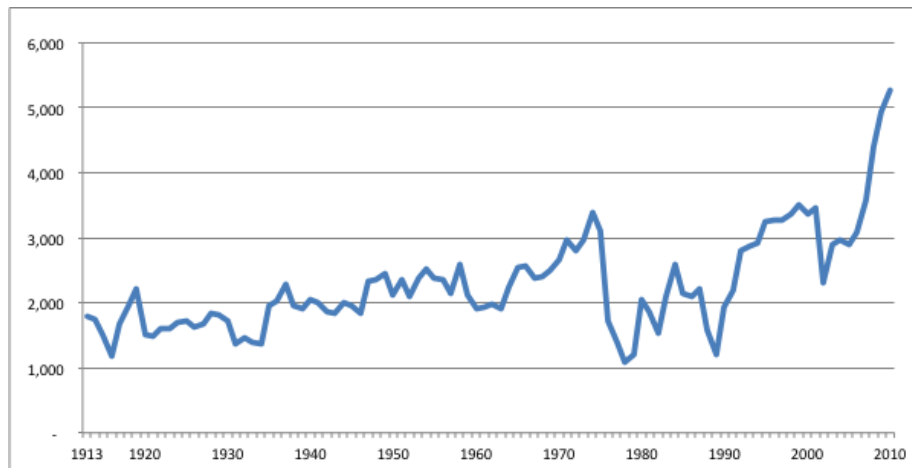


Figura 8-1. Evolución del precio de la tierra en Argentina, 1913-2010



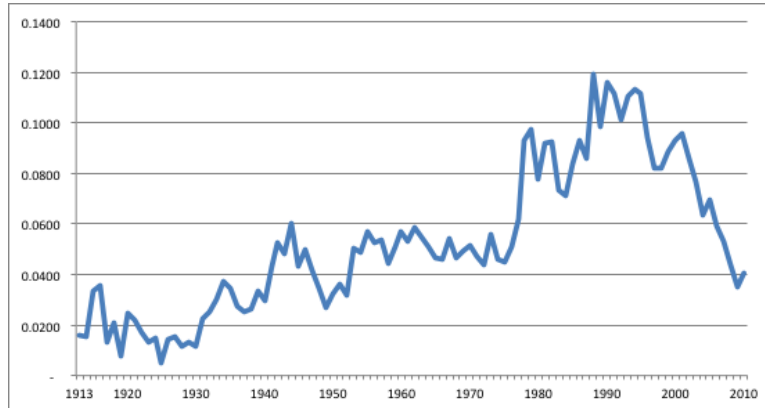
Fuente: Elaboración propia

Figura 8-2. Evolución del salario promedio anual en pesos de 1913-2010



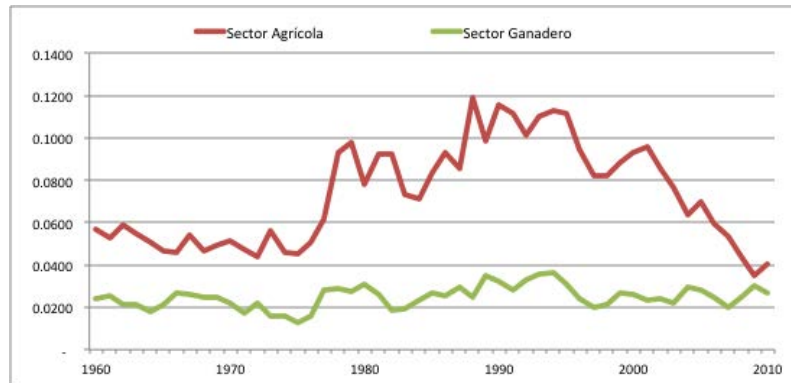
Fuente: Estimación propia

Figura 8-3. Evolución de la tasa de retorno del capital para el sector agropecuario, 1913-2010



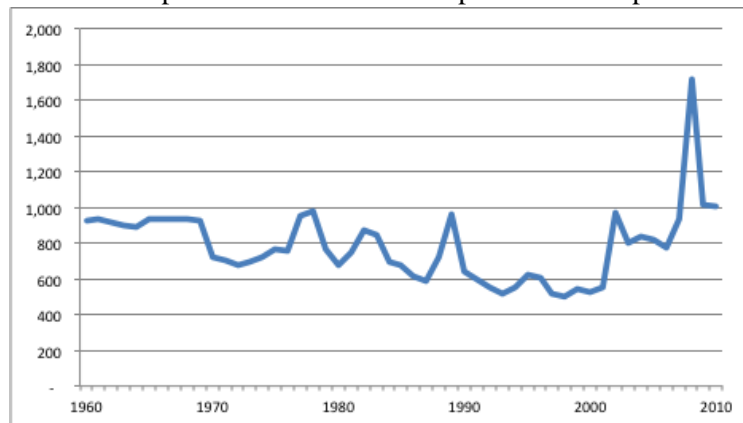
Fuente: Estimación propia

Figura 8-4. Evolución de la tasa de retorno del capital para el sector agrícola y ganadero, 1962-2010



Fuente: Estimación propia

Figura 8-5. Evolución del precio de fertilizantes en pesos de 1993 por tonelada, 1962-2010



Fuente: Elaborado con base a AACREA, 2014

## 9 APÉNDICE II. OTRAS APROXIMACIONES AL ESTUDIO DE PTF

Según Coelli y otros (2005), existen varias aproximaciones para estimar la PTF (Cuadro 9-1, Cuadro 9-2):

- i) Medir el crecimiento de la producción neta del crecimiento en insumos (Hicks - Moorsteen, 1961).
- ii) Estimar el cambio en productividad a partir del crecimiento en rentabilidad, luego de realizarse los ajustes a la variación de precios de insumos y productos en el tiempo.
- iii) Siguiendo a Caves, Christensen y Diewert (1982), que miden la productividad comparando la producción observada entre dos períodos con el máximo nivel de producción (manteniendo constante la combinación de productos), y que puede ser producido usando el mismo set de insumos y bajo la misma tecnología de referencia. Este enfoque es conocido como el índice de Malmquist. Por ejemplo, si en el momento  $t$  el sector produce 70% del máximo posible, y en  $t+1$  produce 30% por encima del máximo, entonces el cambio en productividad puede ser estimado como  $1.30/0.70 = 1.857$ .
- iv) Siguiendo a Balk (2001), quien identifica cuatro posibles fuentes de crecimiento de la productividad: el cambio técnico, el cambio de eficiencia, el cambio en eficiencia de escala, y el efecto generado por el mix de productos e insumos. Balk propone obtener el cambio en productividad a partir de la identificación y multiplicación individual de estos efectos. Esta aproximación se denomina “aproximación basada en componentes (*component-based approach*)”.

Cuadro 9-1. Números Índices de estimación de la PTF

Numero Índice	Descripción
Hicks-Moorsteen (HM TFP Index, 1961)	Este índice mide el crecimiento en producto, neto del de insumos, a través de número índice de cantidades. No permite identificar las fuentes del crecimiento de la productividad. Índice HM PTF = Crecimiento en Producto / Crecimiento Insumos = Índice de Cantidad de Producto / Índice de Cantidad de Insumo
Enfoque en rentabilidad	Este índice estima la PTF teniendo en cuenta ingresos y costos, ajustando precios. Siendo I = Ingresos y C = Costos, en dos momentos (t y s). Al estar ajustada por la variación de precios, las principales fuentes de variación del PTF entre periodos puede atribuirse al cambio técnico y al cambio de eficiencia (cambios en eficiencia técnica, alcativa y de escala). Índice PTF = $(R_{t+1} / R_t) / (C_{t+1} / C_t) = \{(R_{t+1} / R_t) / \text{Índice Precio Producto}\} / \{(C_{t+1} / C_t) / \text{Índice Precio Insumo}\}$
Caves, Christensen y Diewert (Índice de Malmquist)	Este índice utiliza la función distancia de Malmquist para productos e insumos, y nivel de tecnología de referencia. El índice se construye midiendo la distancia radial de los vectores observados de productos e insumos entre dos periodos (s y t). El cálculo de estas distancias puede realizarse bajo dos aproximaciones: desde el producto o desde el insumo, y por tanto el índice difiere según el criterio utilizado. Existen limitaciones al uso de este índice, puesto que se requiere conocer las funciones distancia, tanto como el valor de los parámetros relevantes o las tecnologías referentes en cada periodo. Solo en el caso que exista retorno constante de escala, estas dos aproximaciones de cálculo (desde el producto y desde el insumo) del índice coinciden. <u>Índice de PTF orientado a Producción:</u> Refiere al máximo nivel de producto que puede obtenerse dado un vector de insumos y tecnología. Para ello se utiliza la función distancia de producción (m). Como el índice de productividad por esta aproximación puede ser definido utilizando tanto la tecnología del periodo s o t como referencia; y el Índice de PTF de Malmquist ( $M_{ot}$ ) es la media geométrica de dos índices basados en la tecnología del momento t y s. Este índice requiere entonces el computo de cuatro funciones distancia, y por ello es necesario conocer las tecnologías de producción en cada periodo. Para el período tecnología "s": $m^s(q_s, q_t, x_s, x_t) = d(q_s, x_s) / d(q_t, x_t)$ ; y para el período tecnología "t": $m^t = d(q_t, x_t) / d(q_s, x_s)$ Entonces, Índice PTF de Malmquist es: $M_{ot} = (m^s * m^t)^{0.5}$ . <u>Índice de PTF orientado a Insumos:</u> En este caso, se refiere a la estimación de la PTF teniendo en cuenta el nivel de insumos necesarios para obtener el producto entre periodos (s y t), bajo una misma tecnología de referencia. Para el período tecnología "s": $m^s = d(q_t, x_t) / d(q_s, x_s)$ ; y Para el período tecnología "t": $m^t = d(q_t, x_s) / d(q_s, x_s)$ ; Entonces, Índice PTF de Malmquist es: $M_i = (m^s * m^t)^{0.5}$ Es posible descomponer el índice de PTF de Malmquist en cambio de eficiencia y cambio técnico: $M_o = CE * CT$ , siendo CE: cambio de eficiencia y CT: cambio técnico $m_o(q_s, q_t, x_s, x_t) = \frac{d_o^t(x_t, q_t) \left[ \frac{d_o^s(x_t, q_t)}{d_o^t(x_t, q_t)} \times \frac{d_o^s(x_s, q_s)}{d_o^t(x_s, q_s)} \right]^{0.5}}{d_o^s(x_s, q_s) \left[ \frac{d_o^t(x_t, q_t)}{d_o^s(x_t, q_t)} \times \frac{d_o^t(x_s, q_s)}{d_o^s(x_s, q_s)} \right]^{0.5}}$
Enfoque de componentes (Balk, 2001)	Calcula la PTF a partir de la estimación individual de cada una de las posibles fuentes de crecimiento: cambio técnico, cambio de eficiencia, cambio de la eficiencia de escala, y el efecto del mix de productos o insumos (mide el cambio que se produce en la productividad al cambiar la composición de productos e insumos entre periodos): TFPC= Cambio Técnico * Cambio Eficiencia Técnica * Cambio Eficiencia Escala * Efecto mix productos.

Fuente: Elaborado con base a Coelli y otros, 2005

Cuadro 9-2. Fuentes de cambio de la productividad

<p><b>Cambio Técnico (TC):</b> Existe un cambio en la tecnología que aumenta la capacidad de producción, dado un vector de insumos. El TC puede medirse con base al producto o al insumo, y a través de funciones distancia. Si el <math>TC &gt; 1</math>, existe cambio tecnológico.</p>	$TC_o^{s,t} = \frac{d_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q})}{d_o^s(\mathbf{x}, \mathbf{q})}$ $TC_o^{s,t}(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t) = \left[ \frac{d_o^t(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s)}{d_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s)} \times \frac{d_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t)}{d_o^s(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t)} \right]^{0.5}$
<p><b>Cambio de Eficiencia Técnica (TEC):</b> Se genera cuando aumenta la eficiencia, bajo la misma tecnología; y es medida como la expansión de la producción hacia la frontera de producción posible.</p>	$TEC_o^{s,t}(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t, \mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s) = \frac{d_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t)}{d_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s)}$
<p><b>Cambio en Eficiencia de Escala (SE):</b> el cambio de escala de operaciones acerca el sector a la escala óptima de producción. La SE es el cociente de eficiencia técnica (TE) entre la tecnología más importante (“cone technology”, TE*) y la del período “t”. La SE es el relación entre eficiencias de escala asociada a dos vectores insumos medidos respecto a un mismo producto. Si la relación es mayor a 1, disminuyó la cantidad de insumo en el período “t” y el sector está cerca de la escala técnicamente óptima. Sin embargo, normalmente se trabaja con períodos que poseen tecnologías y vector de producto diferentes, por lo que en este caso se toma como mejor aproximación el promedio geométrico.</p>	<p>Medida orientada al insumo en t:</p> $SE_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q}) = \frac{TE_o^*(\mathbf{x}, \mathbf{q})}{TE_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q})} = \frac{d_o^{*t}(\mathbf{x}, \mathbf{q})}{d_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q})}$ <p>Medida orientada al producto en t:</p> $SEC_o^t(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}) = \frac{SE_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q})}{SE_o^t(\mathbf{x}_s, \mathbf{q})}$ $SEC_o^{s,t}(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}_s, \mathbf{q}_t) = \left[ SEC_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}_s) \times SEC_o^t(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t) \right]^{0.5}$
<p><b>Efecto del mix de productos:</b> Captura el impacto de la composición de la producción sobre la eficiencia de escala. Este efecto depende de la tecnología entre períodos y del vector insumos (OME), de modo que se estima como promedio geométrico.</p>	$OME_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q}_s, \mathbf{q}_t) = \frac{SE_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q}_t)}{SE_o^t(\mathbf{x}, \mathbf{q}_s)}$ $OME_o^{s,t}(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_t, \mathbf{q}_s, \mathbf{q}_t) = \left[ OME_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s, \mathbf{q}_t) \times OME_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_s, \mathbf{q}_t) \right]^{0.5}$ $= \left[ \frac{SE_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_t)}{SE_o^s(\mathbf{x}_s, \mathbf{q}_s)} \times \frac{SE_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_t)}{SE_o^t(\mathbf{x}_t, \mathbf{q}_s)} \right]^{0.5}$

Fuente: Elaborado con base a Coelli y otros, 2005

Cuadro 9-3. Análisis comparado de los métodos de estimación de PTF

Atributo	Paramétrico		No Paramétrico	
	Modelos econométricos, Mínimos cuadrados (LS)	Fronteras Estocásticas (SF)	Numero Índices de Productividad Total de Factores (PTF)	Análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis, DEA)
<i>Puede utilizarse para medir:</i>				
Eficiencia Técnica	No	Si	No	Si
Eficiencia Asignativa	Si	Si	No	Si
Cambio Técnico	Si	Si	No	Si
Efecto Escala	Si	Si	No	Si
Cambio PTF	Si	Si	Si	Si
<i>Datos Utilizados:</i>				
Cross section	Si	Si	Si	Si
Serie de Tiempo	Si	No	Si	No
Panel de datos	Si	Si	Si	Si
<i>Método Básico requiere datos en:</i>				
Cantidad de insumos	Si	Si	Si	Si
Cantidad de productos	Si	Si	Si	Si
Precios de insumos	No	No	Si	No
Precio de productos	No	No	Si	No

Fuente: Elaborado con base a Coelli y otros, 2005

Cuadro 9-4. Resumen de ventajas y desventajas de métodos para medir la PTF

Método	Apropiado	Ventajas	Desventajas
Eficiencia (DEA o SF)	SF	Toma en cuenta el ruido estadístico y puede utilizarse para hacer test de hipótesis.	Necesita la forma de distribución del término de ineficiencia y la función de producción. Asume que la firma es técnicamente eficiente.
Cambio Tecnológico /PTF (OLS o Índices)	Índices	Son necesarias dos observaciones, fácil de calcular, el método no asume un patrón suave del progreso técnico	Requiere datos de precios y cantidades. Asume que la firma es técnicamente eficiente.
PTF (SF o Índices)	SF	No requiere de precios, no asume que las firmas son eficientes, no requiere el supuesto de minimizar costo o maximizar ingreso, permite descomponer la PTF en cambio técnico y cambio de eficiencia técnica.	Requiere de gran número de observaciones para un periodo de tiempo para poder calcular la frontera tecnológica en cada año
	Índices	Solo requiere dos datos (dos observaciones de firmas diferentes en un mismo momento, o de una misma firma en dos momentos distintos)	

Fuente: Elaborado con base a Coelli y otros, 2005

El índice de Tornqvist puede calcularse para precios y cantidades. El índice para precios es el promedio geométrico ponderado de los precios relativos, cuyas ponderaciones son el promedio simple de los valores de los precios “ $p$ ” en los períodos “ $s$  y  $t$ ”:

$$P_{st}^T = \prod_{m=1}^M \left[ \frac{p_{mt}}{p_{ms}} \right]^{\frac{\omega_{ms} + \omega_{mt}}{2}}$$

siendo  $w_{ms}$  es el valor de la participación del commodity “ $m$ ” en el período base:

$$\omega_{ms} = p_{ms} q_{ms} / \sum_{m=1}^M p_{ms} q_{ms}$$

o bajo la forma de logaritmo natural:

$$\ln P_{st}^T = \sum_{m=1}^M \left( \frac{\omega_{ms} + \omega_{mt}}{2} \right) [\ln p_{mt} - \ln p_{ms}]$$

o el cambio en el logaritmo de precio del commodity “ $m$ ” (porcentaje de cambio), representando la tasa de crecimiento de los precios (tasa de inflación):

$$\ln p_{mt} - \ln p_{ms} = \ln \frac{p_{mt}}{p_{ms}} \approx \frac{p_{mt}}{p_{ms}} - 1$$

En relación a la estimación del número índice de Tornqvist de cantidades, existen dos aproximaciones: directa e indirecta. En el método directo se mide la variación total de las cantidades a partir de las variaciones individuales, y pueden utilizarse los índices anteriores simplemente intercambiando los precios y cantidades “ $Q$ ”:

$$Q_{st}^L = \frac{\sum_{m=1}^M p_{ms} q_{mt}}{\sum_{m=1}^M p_{ms} q_{ms}}, \quad Q_{st}^P = \frac{\sum_{m=1}^M p_{mt} q_{mt}}{\sum_{m=1}^M p_{mt} q_{ms}}, \quad \text{and} \quad Q_{st}^F = \sqrt{Q_{st}^L \times Q_{st}^P}$$

y en el caso del Índice de Tornqvist (más popular):

$$Q_{st}^T = \prod_{m=1}^M \left[ \frac{q_{mt}}{q_{ms}} \right]^{\frac{\omega_{ms} + \omega_{mt}}{2}}$$

$$\ln Q_{st}^T = \sum_{m=1}^M \left( \frac{\omega_{ms} + \omega_{mt}}{2} \right) (\ln q_{mt} - \ln q_{ms}).$$

En la estimación del índice indirecto, esta aproximación es también utilizada para comparaciones de cantidades a lo largo del tiempo, y se basa en:

$$V_{st} = P_{st} \times Q_{st}.$$

$V_{st}$  es el cambio en valor,  $P_{st}$  es el cambio en precio, y  $Q_{st}$  es el cambio en cantidad.

$$Q_{st} = \frac{V_{st}}{P_{st}} = \frac{\left( \frac{\sum_{m=1}^M p_{mt} * q_{mt}}{\sum_{m=1}^M p_{ms} * q_{ms}} \right)}{P_{st}}$$

$$\frac{\sum_{m=1}^M \frac{p_{mt} * q_{mt}}{P_{st}}}{\sum_{m=1}^M p_{ms} * q_{ms}} = \frac{\text{valor en el período } t \text{ ajustado por el cambio de precio}}{\text{valor en el período } s}$$

$$\therefore Q_{st} = \frac{\text{valor en el período } t \text{ (a precios constantes, en el período } s)}{\text{valor en el período } s \text{ (a precios en período } s)}$$



### 10 APÉNDICE III. ESTIMACIONES DE TASAS DE CRECIMIENTO

En esta sección se describe como se logran las tasas de crecimiento del producto, los factores y la PTF por décadas. Una vez estimado el Índice de Tornqvist para el producto, los factores y la PTF con el software de CEPA (2014), se calcularon las tasas de crecimiento de cada uno de estos a través de modelos econométricos y con base al uso de variables dummies de quiebre estructural, que permitieran el análisis por subperíodos. Para este último análisis se utilizó el software STATA 13.

Todas las tasas de crecimiento se obtuvieron como resultado de estimar el parámetro  $b$  en regresiones log-lineales ( $\log y = a + b*(década) - tendencia$ ). Para cada variable, se sustrajo del coeficiente de la tendencia, el coeficiente de la regresión correspondiente a cada década, para poder estimar la tasa de crecimiento real de la misma. En este Apéndice se presentan en detalle cada uno de los resultados de las estimaciones.

Se realizaron numerosas iteraciones considerando la evolución de los índices simples (sin medias móviles), y con medias móviles de tres y cinco años. Estas se estimaron en forma anual y con diferentes sub-períodos, por ejemplo se probaron subperíodos semejantes al cambio de tendencia de la PTF, pero posteriormente se decidió trabajar por décadas.

Cuadro 10-1. Estimación del crecimiento del producto, total factores y PTF, 1913-2010

## a) Producto

```
regress lnout trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	24.6928479	1	24.6928479	Prob > F	=	0.0000
Residual	.33679602	95	.003545221	R-squared	=	0.9865
-----				Adj R-squared	=	0.9864
Total	25.0296439	96	.260725457	Root MSE	=	.05954
-----						
lnout	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	.0180195	.0002159	83.46	0.000	.0175908	.0184481
_cons	4.692859	.0121852	385.13	0.000	4.668668	4.717049
-----						
<b>tasa de crecimiento p.a.p</b>						
<b>1913-2010 1.80%</b>						

## b) Factores

```
regress lninp trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	.487984386	1	.487984386	Prob > F	=	0.0000
Residual	1.62087044	95	.017061794	R-squared	=	0.2314
-----				Adj R-squared	=	0.2233
Total	2.10885482	96	.021967238	Root MSE	=	.13062
-----						
lninp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	.0025331	.0004737	5.35	0.000	.0015928	.0034735
_cons	4.865208	.0267315	182.00	0.000	4.812139	4.918276
-----						
<b>tasa de crecimiento p.a.p</b>						
<b>0.25%</b>						

## c) PTF

```
regress lntfp trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97	
#NAME?					
Model	18.2391804	1	18.2391804	Prob > F	= 0.0000
Residual	1.06689964	95	.011230523	R-squared	= 0.9447
-----					
Total	19.3060801	96	.201105001	Adj R-squared	= 0.9442
-----					
				Root MSE	= .10597
-----					
lntfp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----					
trend	.0154867	.0003843	40.30	0.000	.0147238 .0162496
_cons	4.432798	.0216876	204.39	0.000	4.389743 4.475853
-----					
<b>tasa de crecimiento p.a.p</b>					
<b>1.55%</b>					

## d) Trabajo

```
regress lnI trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97	
#NAME?					
Model	1.66004531	1	1.66004531	Prob > F	= 0.0000
Residual	1.34055215	95	.014111075	R-squared	= 0.5532
-----					
Total	3.00059746	96	.031256223	Adj R-squared	= 0.5485
-----					
				Root MSE	= .11879
-----					
lnI	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----					
trend	-.0046721	.0004308	-10.85	0.000	-.0055273 -.003817
_cons	14.24396	.0243103	585.92	0.000	14.1957 14.29222
-----					
<b>Estimacion del crecimiento:</b>					
<b>-0.47%</b>					

## e) Capital

```
regress lnk trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	5.17608938	1	5.17608938	Prob > F	=	0.0000
Residual	.534803273	95	.005629508	R-squared	=	0.9064
-----						
Total	5.71089266	96	.059488465	Adj R-squared	=	0.9054
				Root MSE	=	.07503
-----						
lnk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	.0082501	.0002721	30.32	0.000	.0077099	.0087902
_cons	24.08619	.0153549	1568.64	0.000	24.05571	24.11668
-----						
<b>Estimacion del crecimiento del capital</b>						
<b>0.825%</b>						

## f) Tierra

```
regress lnt trend
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	14.2944486	1	14.2944486	Prob > F	=	0.0000
Residual	8.18331865	95	.086140196	R-squared	=	0.6359
-----						
Total	22.4777673	96	.234143409	Adj R-squared	=	0.6321
				Root MSE	=	.2935
-----						
lnt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	.0137101	.0010643	12.88	0.000	.0115972	.015823
_cons	23.39914	.0600639	389.57	0.000	23.2799	23.51838
-----						
<b>Estimacion del crecimiento del trabajo</b>						
<b>1.371%</b>						

Cuadro 10-2. Estimación del crecimiento del producto, total factores y PTF, por décadas

a) Producto

```

regress lnout trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010

```

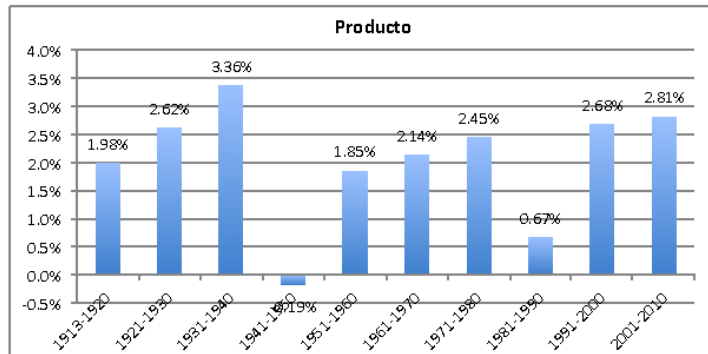
Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	24.9637644	19	1.31388234	Prob > F	=	0.0000
Residual	.065879449	77	.000855577	R-squared	=	0.9974
-----				Adj R-squared	=	0.9967
Total	25.0296439	96	.260725457	Root MSE	=	.02925

lnout	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
trend	.0198382	.0004956	40.03	0.000	.0188513	.0208251
d2130	.0352582	.0387099	0.91	0.365	-.0418231	.1123395
d3140	-.228063	.0653555	-3.49	0.001	-.3582025	-.0979235
d4150	.7942913	.1058021	7.51	0.000	.5836125	1.00497
d5160	.022384	.1377391	0.16	0.871	-.2518896	.2966575
d6170	-.1356905	.1697768	-0.80	0.427	-.4737593	.2023783
d7180	-.2851516	.2346563	-1.22	0.228	-.752412	.1821088
d8190	.8853953	.2339888	3.78	0.000	.4194641	1.351326
d9100	-.6450346	.2661301	-2.42	0.018	-1.174967	-.1151019
d0010	-.8094008	.2982848	-2.71	0.008	-1.403362	-.2154399
td2130	.0063511	.0029529	2.15	0.035	.000471	.0122312
td3140	.0137961	.0029765	4.63	0.000	.0078691	.019723
td4150	-.0216963	.0032583	-6.66	0.000	-.0281843	-.0152082
td5160	-.0013126	.0032583	-0.40	0.688	-.0078006	.0051755
td6170	.0015604	.0032583	0.48	0.633	-.0049276	.0080484
td7180	.0046428	.0038086	1.22	0.227	-.0029411	.0122266
td8190	-.0131781	.0032583	-4.04	0.000	-.0196662	-.0066901
td9100	.0069914	.0032583	2.15	0.035	.0005034	.0134794
td0010	.0083026	.0032583	2.55	0.013	.0018146	.0147906
_cons	4.600608	.0124314	370.08	0.000	4.575854	4.625362

**Crecimiento de:**

	Producto
1913-1920	1.98%
1921-1930	2.62%
1931-1940	3.36%
1941-1950	-0.19%
1951-1960	1.85%
1961-1970	2.14%
1971-1980	2.45%
1981-1990	0.67%
1991-2000	2.68%
2001-2010	2.81%



b) Factores

```

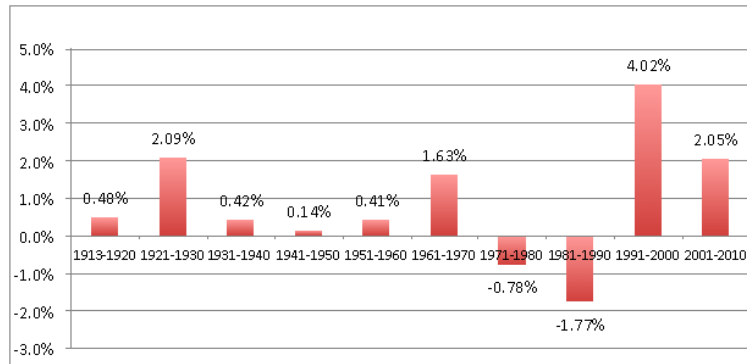
regress lninp trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010

```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97	
#NAME?					
Model	1.82128099	19	.095856894	Prob > F	= 0.0000
Residual	.287573833	77	.003734725	R-squared	= 0.8636
-----				Adj R-squared	= 0.8300
Total	2.10885482	96	.021967238	Root MSE	= .06111
-----					
lninp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----					
<b>trend</b>	<b>.0047962</b>	<b>.0010355</b>	<b>4.63</b>	<b>0.000</b>	<b>.0027343 .0068581</b>
d2130	.1243655	.0808764	1.54	0.128	-.0366801 .285411
d3140	.1925951	.136547	1.41	0.162	-.0793046 .4644949
d4150	.1980231	.2210517	0.90	0.373	-.2421471 .6381933
d5160	.0290956	.2877775	0.10	0.920	-.5439426 .6021339
d6170	-.5051184	.3547137	-1.42	0.158	-1.211444 .2012068
d7180	.9582775	.4902662	1.95	0.054	-.0179672 1.934522
d8190	1.572677	.4888715	3.22	0.002	.5992095 2.546144
d9100	-3.000043	.5560242	-5.40	0.000	-4.107228 -1.892857
d0010	-1.367343	.6232049	-2.19	0.031	-2.608303 -.1263837
td2130	.0160877	.0061696	2.61	0.011	.0038025 .0283729
td3140	-.0005681	.0062188	-0.09	0.927	-.0129513 .0118151
td4150	-.003445	.0068075	-0.51	0.614	-.0170004 .0101104
td5160	-.000648	.0068075	-0.10	0.924	-.0142034 .0129074
td6170	.0115298	.0068075	1.69	0.094	-.0020256 .0250852
td7180	-.0126449	.0079572	-1.59	0.116	-.0284898 .0032
td8190	-.0225255	.0068075	-3.31	0.001	-.0360809 -.0089701
td9100	.0354048	.0068075	5.20	0.000	.0218494 .0489602
td0010	.0157207	.0068075	2.31	0.024	.0021653 .0292761
_cons	4.667801	.0259729	179.72	0.000	4.616083 4.71952

**Crecimiento de:**

	Insumos
1913-1920	0.48%
1921-1930	2.09%
1931-1940	0.42%
1941-1950	0.14%
1951-1960	0.41%
1961-1970	1.63%
1971-1980	-0.78%
1981-1990	-1.77%
1991-2000	4.02%
2001-2010	2.05%



c) PTF

```
regress lntfp trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
      td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010
```

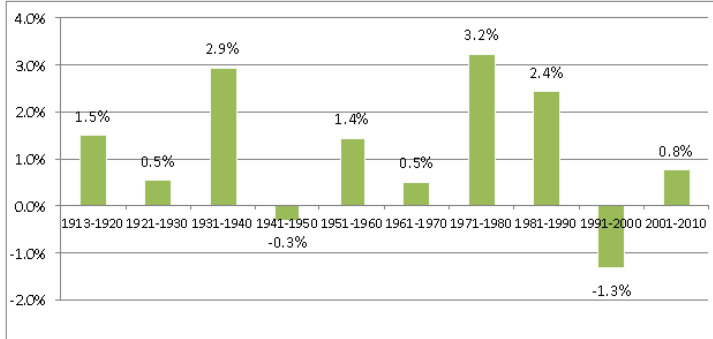
Source	SS	df	MS	Number of obs = 97	
Model	19.0720108	19	1.00379004	Prob > F	= 0.0000
Residual	.234069246	77	.00303986	R-squared	= 0.9879
-----				Adj R-squared	= 0.9849
Total	19.3060801	96	.201105001	Root MSE	= .05513

	lntfp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
trend		.0150462	.0009342	16.11	0.000	.013186 .0169064
d2130		-.0893013	.0729658	-1.22	0.225	-.2345948 .0559922
d3140		-.4204265	.1231912	-3.41	0.001	-.6657315 -.1751215
d4150		.5949183	.1994304	2.98	0.004	.1978016 .992035
d5160		-.0077111	.2596297	-0.03	0.976	-.5246999 .5092777
d6170		.3695357	.3200188	1.15	0.252	-.2677032 1.006775
d7180		-1.243134	.4423127	-2.81	0.006	-2.123892 -.3623773
d8190		-.6875764	.4410544	-1.56	0.123	-1.565828 .1906752
d9100		2.355063	.5016389	4.69	0.000	1.356173 3.353954
d0010		.558487	.5622485	0.99	0.324	-.5610929 1.678067
td2130		-.0097118	.0055661	-1.74	0.085	-.0207953 .0013718
td3140		.0143623	.0056105	2.56	0.012	.0031903 .0255343
td4150		-.0182103	.0061416	-2.97	0.004	-.0304398 -.0059808
td5160		-.0006425	.0061416	-0.10	0.917	-.012872 .0115871
td6170		-.0099726	.0061416	-1.62	0.109	-.0222022 .0022569
td7180		.0172812	.0071789	2.41	0.018	.0029862 .0315763
td8190		.0093497	.0061416	1.52	0.132	-.0028799 .0215792
td9100		-.0284163	.0061416	-4.63	0.000	-.0406458 -.0161868
td0010		-.0074264	.0061416	-1.21	0.230	-.019656 .0048031
_cons		4.537814	.0234324	193.66	0.000	4.491154 4.584474

Crecimiento de:

	PTF
1913-1920	1.5%
1921-1930	0.5%
1931-1940	2.9%
1941-1950	-0.3%
1951-1960	1.4%
1961-1970	0.5%
1971-1980	3.2%
1981-1990	2.4%
1991-2000	-1.3%
2001-2010	0.8%



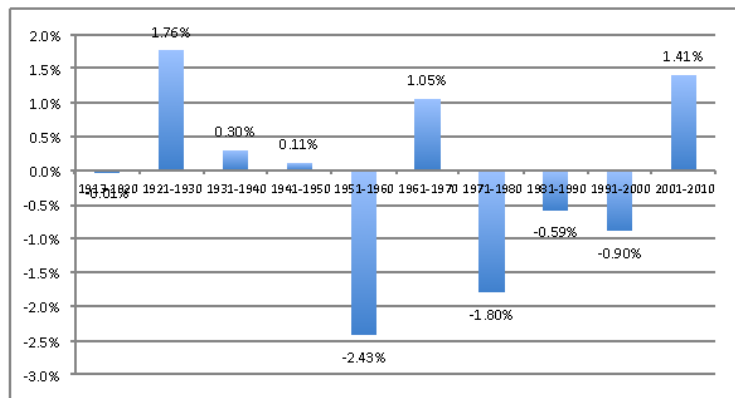
d) Trabajo

```
regress ln1 trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	2.77083665	19	.145833508	Prob > F	=	0.0000
Residual	.229760811	77	.002983907	R-squared	=	0.9234
-----						
Total	3.00059746	96	.031256223	Adj R-squared	=	0.9045
-----						
				Root MSE	=	.05463
-----						
ln1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	-.0001385	.0009256	-0.15	0.881	-.0019815	.0017045
d2130	.1538405	.0722912	2.13	0.037	.0098904	.2977906
d3140	.1478184	.1220521	1.21	0.230	-.0952185	.3908552
d4150	.2372818	.1975865	1.20	0.233	-.1561631	.6307268
d5160	1.134873	.2572291	4.41	0.000	.622664	1.647081
d6170	-.476079	.3170599	-1.50	0.137	-1.107426	.1552678
d7180	1.120357	.4382231	2.56	0.013	.2477432	1.99297
d8190	.3842072	.4369764	0.88	0.382	-.485924	1.254338
d9100	.6133246	.4970007	1.23	0.221	-.3763301	1.602979
d0010	-1.402412	.55705	-2.52	0.014	-2.51164	-.2931838
td2130	.017787	.0055146	3.23	0.002	.0068059	.0287681
td3140	.0030944	.0055587	0.56	0.579	-.0079743	.0141631
td4150	.0012376	.0060848	0.20	0.839	-.0108789	.013354
td5160	-.0241608	.0060848	-3.97	0.000	-.0362772	-.0120443
td6170	.0106626	.0060848	1.75	0.084	-.0014539	.022779
td7180	-.0178736	.0071126	-2.51	0.014	-.0320365	-.0037107
td8190	-.005733	.0060848	-0.94	0.349	-.0178494	.0063835
td9100	-.0088303	.0060848	-1.45	0.151	-.0209468	.0032861
td0010	.0142434	.0060848	2.34	0.022	.0021269	.0263599
_cons	13.93003	.0232158	600.02	0.000	13.88381	13.97626

**Crecimiento de:**

	<b>Trabajo</b>
1913-1920	-0.01%
1921-1930	1.76%
1931-1940	0.30%
1941-1950	0.11%
1951-1960	-2.43%
1961-1970	1.05%
1971-1980	-1.80%
1981-1990	-0.59%
1991-2000	-0.90%
2001-2010	1.41%





e) Capital

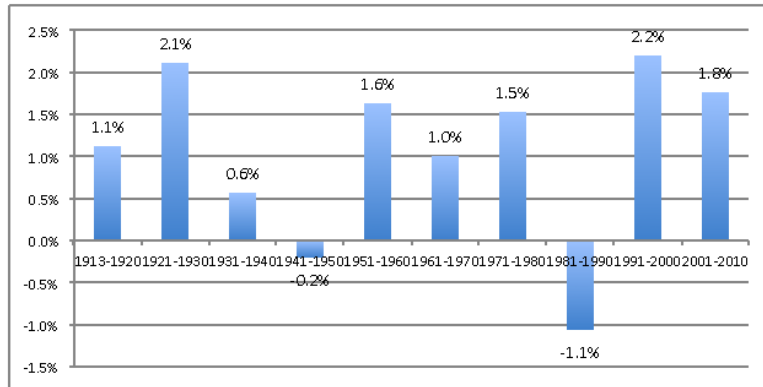
```
regress lnk trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97		
#NAME?						
Model	5.66817396	19	.298324945	Prob > F	=	0.0000
Residual	.042718693	77	.000554788	R-squared	=	0.9925
-----				Adj R-squared	=	0.9907
Total	5.71089266	96	.059488465	Root MSE	=	.02355
-----						
lnk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
trend	.0111825	.0003991	28.02	0.000	.0103878	.0119772
d2130	-.014202	.0311714	-0.46	0.650	-.0762722	.0478681
d3140	.2391271	.0526279	4.54	0.000	.1343315	.3439228
d4150	.3697365	.0851978	4.34	0.000	.2000861	.5393869
d5160	-.281686	.1109152	-2.54	0.013	-.5025465	-.0608256
d6170	.0436749	.1367138	0.32	0.750	-.228557	.3159068
d7180	-.2380705	.1889584	-1.26	0.212	-.6143348	.1381938
d8190	1.435993	.1884209	7.62	0.000	1.060799	1.811187
d9100	-1.092063	.2143029	-5.10	0.000	-1.518795	-.6653316
d0010	-.7294546	.2401957	-3.04	0.003	-1.207745	-.2511639
td2130	.0099802	.0023779	4.20	0.000	.0052453	.0147152
td3140	-.0055861	.0023968	-2.33	0.022	-.0103589	-.0008134
td4150	-.0132795	.0026237	-5.06	0.000	-.018504	-.0080549
td5160	.0051254	.0026237	1.95	0.054	-.0000991	.0103499
td6170	-.0011469	.0026237	-0.44	0.663	-.0063714	.0040776
td7180	.00404	.0030669	1.32	0.192	-.0020669	.010147
td8190	-.0217648	.0026237	-8.30	0.000	-.0269894	-.0165403
td9100	.0107461	.0026237	4.10	0.000	.0055216	.0159706
td0010	.0064415	.0026237	2.46	0.016	.001217	.011666
_cons	23.98046	.0100105	2395.54	0.000	23.96053	24.0004

**Crecimiento de:**

**Capital**

1913-1920	1.1%
1921-1930	2.1%
1931-1940	0.6%
1941-1950	-0.2%
1951-1960	1.6%
1961-1970	1.0%
1971-1980	1.5%
1981-1990	-1.1%
1991-2000	2.2%
2001-2010	1.8%



f) Tierra

```
regress lnt trend d2130 d3140 d4150 d5160 d6170 d7180 d8190 d9100 d0010
td2130 td3140 td4150 td5160 td6170 td7180 td8190 td9100 td0010
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 97	
#NAME?					
Model	21.155009	19	1.11342153	Prob > F	= 0.0000
Residual	1.32275826	77	.017178679	R-squared	= 0.9412
-----				Adj R-squared	= 0.9266
Total	22.4777673	96	.234143409	Root MSE	= .13107

lnt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
trend	.0153657	.0022208	6.92	0.000	.0109435	.0197878
d2130	.0664676	.1734553	0.38	0.703	-.278926	.4118611
d3140	.4563393	.2928516	1.56	0.123	-.1268028	1.039481
d4150	-.3354678	.4740885	-0.71	0.481	-1.279499	.6085631
d5160	-2.421097	.6171951	-3.92	0.000	-3.650089	-1.192105
d6170	-.8150941	.7607528	-1.07	0.287	-2.329946	.6997583
d7180	1.495531	1.051472	1.42	0.159	-.5982161	3.589278
d8190	3.7511	1.04848	3.58	0.001	1.663309	5.838891
d9100	-7.445389	1.192502	-6.24	0.000	-9.819965	-5.070814
d0010	-.8598488	1.336584	-0.64	0.522	-3.521328	1.801631
td2130	.0301837	.0132318	2.28	0.025	.0038358	.0565317
td3140	-.0063108	.0133374	-0.47	0.637	-.032869	.0202474
td4150	.0040189	.0145999	0.28	0.784	-.0250533	.0330911
td5160	.0524617	.0145999	3.59	0.001	.0233895	.0815339
td6170	.0186647	.0145999	1.28	0.205	-.0104075	.0477369
td7180	-.0166394	.0170658	-0.98	0.333	-.0506218	.0173431
td8190	-.0522528	.0145999	-3.58	0.001	-.081325	-.0231806
td9100	.0890327	.0145999	6.10	0.000	.0599605	.1181049
td0010	.0109638	.0145999	0.75	0.455	-.0181084	.040036
_cons	23.21248	.0557039	416.71	0.000	23.10156	23.3234

**Crecimiento de:**  
**Tierra**

1913-1920	1.5%
1921-1930	4.6%
1931-1940	0.9%
1941-1950	1.9%
1951-1960	6.8%
1961-1970	3.4%
1971-1980	-0.1%
1981-1990	-3.7%
1991-2000	10.4%
2001-2010	2.6%

