

# ASOCIACION ARGENTINA DE ECONOMÍA AGRARIA

Estimación no Paramétrica de los Componentes del Cambio en la Productividad  
Agrícola de Argentina y Países Del Cono Sur 1961-2012

**Septiembre 2015**

Trabajo de investigación

**Daniel Lema**

[danilema@gmail.com](mailto:danilema@gmail.com)

Instituto de Economía-INTA y  
Universidad del CEMA

**Nicolás Gatti**

[gatti.nicolas@inta.gob.ar](mailto:gatti.nicolas@inta.gob.ar)

Instituto de Economía – INTA y  
Universidad del CEMA

# **Estimación no Paramétrica de los Componentes del Cambio en la Productividad Agrícola de Argentina y Países Del Cono Sur 1961-2012**

*Septiembre 2015*

## **Resumen**

El trabajo aplica una metodología no paramétrica para estimar índices de Productividad Total de Factores (PTF) y descomponer el cambio en sus principales componentes: cambio técnico, eficiencia técnica y eficiencia de escala. Se presentan estimaciones para la agricultura argentina y los países del Cono Sur utilizando datos de la base FAOSTAT. Los datos corresponden al período 1961-2012 para los cinco países del Cono Sur, y constituyen un panel balanceado de datos que permiten analizar la evolución de eficiencia y productividad de los países seleccionados. La metodología de cálculo sigue el enfoque presentado en O'Donnell (2008) para calcular índices de tipo Fare-Primont de productividad y se utiliza el programa DPIN 3.0 para la estimación. Los resultados comparativos muestran que la performance de Argentina ha sido relativamente favorable en términos de TFP, aunque se observa un menor crecimiento relativo de la producción en los últimos años. Se estimó que los determinantes más dinámicos del comportamiento de la TFP de Argentina en el largo plazo han sido el cambio en escala y el cambio tecnológico, mientras que la eficiencia muestra un resultado negativo.

Palabras Clave: Productividad, Eficiencia, Agricultura Cono Sur.

## **Abstract**

The paper applies a non-parametric methodology to estimate growth rates of Total Factor Productivity (TFP) and decompose the TFP change in its main components: technical change, technical efficiency and scale efficiency. Estimates for Argentina and the Southern Cone countries using data base FAOSTAT are presented. The data cover the period 1961-2012 for the five countries of the Southern Cone, and represents a balanced panel data suitable to analyze the evolution of efficiency and productivity of the selected countries. The methodology follows the approach presented in O'Donnell (2008) to calculate Fare-Primont TFP indexes. The program DPIN 3.0 is used for estimation. The comparative results show that the performance of Argentina has been relatively favorable in terms of TFP, but a lower relative growth in production in recent years is observed. Estimates suggest that the most dynamic components of TFP change in Argentine agriculture in the long run have been the scale change and technological change, while efficiency shows a negative result.

Keywords: Productivity, Efficiency, Southern Cone Agriculture

## **Clasificación Temática:**

Economía de la producción, demanda y oferta de alimentos

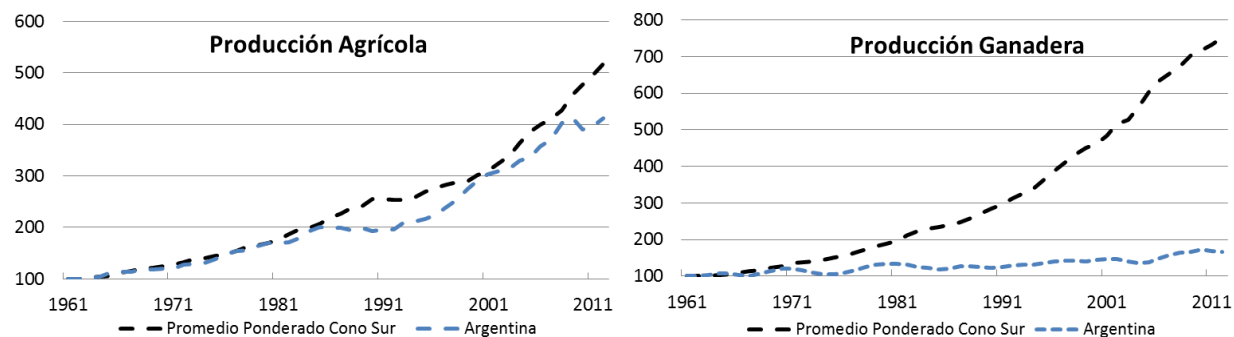
Macroeconomía y Política Agropecuaria

## I. Introducción

En los últimos años, el interés por el estudio de los factores que impulsan el crecimiento de la producción y la productividad de la agricultura en Latinoamérica ha sido creciente. Países como Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay han sido beneficiarios de precios relativos favorables de los productos exportables. Al mismo tiempo, estos países han seguido políticas diversas con respecto al sector agropecuario y que afectaron la evolución de los resultados productivos. Argentina ha implementado políticas de imposición y restricciones a las exportaciones agropecuarias, lo que ha determinado una desprotección real efectiva mientras que el resto de los países ha mantenido una política neutral o de protección levemente positiva respecto a la agricultura (Gallacher y Lema, 2014, Agrimonitor IDB, 2015).

Si se compara la performance de Argentina con el conjunto de los países del Cono Sur (Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay), se observa que la evolución de la producción de cultivos ha sido similar hasta principios de los años 2000. A partir del año 2001 y hasta el año 2012, el índice de producción de la región crece más de un 60% mientras que en Argentina se incrementa aproximadamente un 30%. Por el contrario, tanto la producción ganadera han tenido una performance relativa muy desfavorable. El índice de producción ganadera de la región se ha multiplicado casi por ocho desde 1961, mientras que en el caso de Argentina apenas se ha duplicado (ver Gráfico 1).

**Gráfico 1. Evolución de la producción agrícola y ganadera 1961-2012. Argentina y Países del Cono Sur.**



Fuente: elaboración propia en base a datos de FAOSTAT. Nota: Base 1961=100

Del análisis de estos últimos 40 años se desprenden una serie de preguntas relevantes, en particular, ¿qué es lo que ha determinado una disminución relativa de la performance productiva en la agricultura argentina en los últimos años? ¿Por qué la producción ganadera ha permanecido prácticamente estancada respecto de los países vecinos? ¿Por qué las tasas de crecimiento promedio de la producción son tan diferentes de una actividad a la otra? Y, en definitiva, ¿Cuáles son los factores que impulsan la productividad del sector agropecuario?

Para responder estas preguntas, una aproximación posible es a través del análisis de productividad, en particular el referido al concepto de Productividad Total de los Factores (TFP). La TFP se define como el ratio de la producción respecto del vector de insumos relevantes, es decir, cómo se utiliza el conjunto de los insumos para obtener la producción. Asimismo, la tasa de crecimiento de la TFP se puede descomponer en: a) cambio técnico: movimientos de la frontera de producción, b) cambio en la eficiencia técnica: movimientos de acercamiento o alejamiento a la frontera, c) cambio en la eficiencia de escala: movimientos sobre la frontera para

capturar economías de escala y d) cambio mixto en eficiencia: movimientos sobre la frontera para capturar economías de alcance.

Desde el punto de vista empírico, se pueden encontrar varios trabajos que analizan la evolución de la TFP para la región. Debe destacarse que los resultados de estimaciones de TFP son bastante variables, dependiendo tanto de los datos utilizados como de la metodología de estimación. Por ejemplo, Fulginiti y Perrin (1998) estimaron que la TFP en el sector agropecuario argentino se contrajo a una tasa promedio anual de -4.8% entre 1961-1985 utilizando índices de Malmquist para el cálculo; mientras que utilizando metodología fronteras estocásticas Bharati y Fulginiti (2007) encontraron aumentos 3.47% por año desde 1972-1981, a 1.38% en 1982-1991. Lanteri (1994) analizó las fuentes de crecimiento y la innovación entre 1950-1992 y mediante la inclusión de un término de tendencia en funciones de producción translogarítmicas calculó una tasa de cambio técnico de 1.9% entre 1964-1992.

En un trabajo reciente Trindade y Fulginiti (2015) señalan también para Argentina, por ejemplo, dos resultados de TFP opuestos utilizando diferentes metodologías: TFP positiva utilizando fronteras estocásticas y TFP negativa con el índice de Malmquist. Ludueña (2010), utilizando una metodología similar, encuentra que América Latina y el Caribe crecieron a una tasa promedio de 1,9% entre 1961 y 2001. Lema (2010) utilizando metodología de números índices encontró que para el período 1968-2008, el crecimiento anual promedio de la TFP fue de un 2.4%. Saini y Lema (2014) presentan una estimación de largo plazo utilizando índices de Tornquist para datos agregados del sector agropecuario entre 1913 y 2010 y calculan una tasa de crecimiento de la TFP del 1.5% anual. Por otro lado, Coremberg (2010) examina la evolución y fuentes de crecimiento de la agricultura en Argentina utilizando contabilidad de crecimiento y estima una tasa de crecimiento anual de la TFP del 1.5% en el período 1990-2006. Flavio Días Ávila y Robert Evenson (2010) utilizaron datos de FAOSTAT y un método de contabilidad de crecimiento para calcular la evolución de la TFP en un amplio grupo de países. En el caso de Argentina, estimaron una tasa de crecimiento anual de la TFP para 1981-2001 de 2.35%, mientras que para el período 1961-80 fue de 1.83% anual.

En esta misma línea de trabajos, O'Donnell (2008) realiza una recopilación de los diferentes métodos de estimación de productividad disponibles basados en la utilización de números índices. Este autor propone también una serie de medidas de productividad y eficiencia basadas en diversos índices disponibles. Utilizando la teoría de números índices y el análisis de envolvente de datos (DEA) obtiene los indicadores de tecnología, productividad y eficiencia y sus respectivos cambios. En O'Donnell (2011a) se presenta un programa informático (DPIN) para la descomposición de números índices de productividad en sus componentes siguiendo los desarrollos previos.

El objetivo del presente trabajo es presentar estimaciones de los componentes del cambio Productividad Total de Factores (TFP) para la agricultura argentina y los países del Cono Sur, utilizando datos de la base FAOSTAT. Utilizamos estos datos para calcular tasas de cambio en la TFP para la producción agrícola y ganadera de Argentina y analizar la performance relativa respecto de los factores que la componen. La metodología de cálculo sigue el enfoque presentado en O'Donnell (2008) para calcular índices de tipo *Fare-Primont* de productividad y se utiliza el programa DPIN para la estimación. La ventaja de este tipo de índices y de la metodología empleada es que no requieren disponibilidad de datos de precios ni supuestos sobre la competitividad de los mercados o el comportamiento optimizador de las empresas. FAO publica datos de producción de cultivos y de producción ganadera y también de tierra cultivada, pasturas,

trabajo utilizado en agricultura, fertilizantes, semillas, maquinaria agrícola y stock de animales. Los datos de FAO utilizados corresponden al período 1961-2012 para los cinco países del Cono Sur, y constituyen un panel balanceado de datos que permiten analizar la evolución de eficiencia y productividad de los países seleccionados.

La estructura del trabajo es la siguiente: en las secciones II y III se presenta la metodología y los datos utilizados. En la sección IV se analizan los resultados para Argentina y se realiza una comparación con los países del Cono Sur. La sección V presenta los comentarios finales.

## II. Metodología

### *Índices de Productividad Total de los Factores*

La productividad de una unidad (empresa, sector, país) que utiliza un insumo para producir un producto se define generalmente como un ratio entre el producto y el insumo ( $Q/X$ ). O'Donnell (2008) generaliza esta idea para el caso de múltiples productos y múltiples insumos definiendo formalmente la TFP de una unidad productiva como el ratio entre un producto agregado y un insumo agregado. Para esto se define  $x_{it} = x_{it}(x_{1it}, \dots, x_{Kit})$  y  $q_{it} = q_{it}(q_{1it}, \dots, q_{Kit})$ , como vectores de cantidades de insumos y productos, respectivamente, para la unidad  $i$  en el periodo  $t$ . Entonces la Productividad Total de Factores de una unidad  $i$  en el momento  $t$  se define como:

$$(1) TFP_{it} = Q_{it}/X_{it}$$

donde  $TFP_{it}$  mide el producto agregado  $Q_{it}=Q(q_{it})$ , producido por unidad del insumo agregado  $X_{it}=X(x_{it})$ . Se supone que  $Q(\cdot)$  y  $X(\cdot)$  son funciones agregadoras no negativas, no decrecientes y linealmente homogéneas. El número índice asociado que mide la TFP de la unidad  $i$  en el periodo  $t$  relativa a la TFP de la unidad  $h$  en el período  $s$  es:

$$(2) TFP_{hs,it} = TFP_{it}/TFP_{hs} = (Q_{it}/X_{it}) / (Q_{hs}/X_{hs}) = Q_{hs,it}/X_{hs,it}$$

Donde  $Q_{hs,it} = Q_{it}/Q_{hs}$  es un índice de cantidades de producto y  $X_{hs,it} = X_{it}/X_{hs}$  es un índice de cantidades de insumo. En consecuencia, el crecimiento de la TFP puede ser expresado como una medida del crecimiento del producto dividido el crecimiento de los insumos.

La definición de las funciones de agregación determina el tipo de índice de TFP que se obtiene. Entre las funciones de agregación no negativas, no decrecientes y linealmente homogéneas se encuentran las que dan origen a los índices de Laspeyres, Paasche, Fischer y Malmquist, entre otros. O'Donnell (2011b) define el índice de Fare-Primont como el cociente entre dos índices definidos por Fare y Primont (1995). Específicamente, las funciones de agregación para productos e insumos son:

$$(3) Q(q) = D_0(x_0, q, t_0)$$

$$(4) X(x) = D_1(x, q_0, t_0)$$

Donde  $q_0, x_0$  son vectores representativos de cantidades de productos e insumos,  $t_0$  es un período de tiempo, y  $D_0(\cdot)$  y  $D_1(\cdot)$  son funciones de Shephard (1953) distancia de productos e insumos. Substituyendo las funciones de agregación (3) y (4) en las expresiones (1) y (2), se obtienen el índice de Fare-Primont de TFP:

$$(5) TFP_{hs,it} = [D_0(x_0, q_{it}, t_0) \cdot D_I(x_{hs}, q_0, t_0)] / [D_0(x_0, q_{hs}, t_0) \cdot D_I(x_{it}, q_0, t_0)]$$

Los índices de Fare-Primont son económicamente ideales dado que satisfacen todos los axiomas y condiciones relevantes de la teoría de los números índices, incluyendo el axioma de identidad y la condición de transitividad. Esto implica que pueden ser utilizados de manera adecuada para realizar comparaciones de TFP y eficiencia técnica multi-temporales (varios períodos de tiempo) y/o multilaterales (varias unidades productivas). Los índices de tipo Laspeyres, Paasche, Fischer o Malmquist superan la prueba de transitividad y en consecuencia solo pueden ser utilizados para realizar comparaciones binarias simples (O'Donnell 2011a).

### Medición de Eficiencia

Las medidas económicas de eficiencia pueden definirse como ratios de mediciones de TFP. Las definiciones propuestas por O'Donnell (2008) para medir eficiencia en productos e insumos son:

- (6)  $TFPE_u = \frac{TFP_u}{TFP_t} \leq 1$  (TFP efficiency)
- (7)  $O TE_u = \frac{Q_u / X_u}{\bar{Q}_u / \bar{X}_u} = \frac{Q_u}{\bar{Q}_u} = D_0(x_u, q_u, t) \leq 1$  (output-oriented technical efficiency)
- (8)  $OSE_u = \frac{\bar{Q}_u / X_u}{\bar{Q}_u / \bar{X}_u} \leq 1$  (output-oriented scale efficiency)
- (9)  $OME_u = \frac{\bar{Q}_u / X_u}{\hat{Q}_u / \hat{X}_u} = \frac{\bar{Q}_u}{\hat{Q}_u} \leq 1$  (output-oriented mix efficiency)
- (10)  $ROSE_u = \frac{\hat{Q}_u / X_u}{TFP_t} \leq 1$  (residual output-oriented scale efficiency)
- (11)  $I TE_u = \frac{Q_u / X_u}{\bar{Q}_u / \bar{X}_u} = \frac{\bar{X}_u}{X_u} = D_I(x_u, q_u, t)^{-1} \leq 1$  (input-oriented technical efficiency)
- (12)  $ISE_u = \frac{Q_u / \bar{X}_u}{\bar{Q}_u / \bar{X}_u} \leq 1$  (input-oriented scale efficiency)
- (13)  $IME_u = \frac{Q_u / \bar{X}_u}{\hat{Q}_u / \hat{X}_u} = \frac{\hat{X}_u}{\bar{X}_u} \leq 1$  (input-oriented mix efficiency)
- (14)  $R I SE_u = \frac{Q_u / \hat{X}_u}{TFP_t} \leq 1$  (residual input-oriented scale efficiency)
- (15)  $R ME_u = \frac{\bar{Q}_u / \hat{X}_u}{TFP_t} \leq 1$  (residual mix efficiency)

Donde TFP\* se refiere a la máxima TFP posible utilizando la tecnología disponible en el momento t;  $\bar{Q} \equiv Q_{it} D_0(x_{it}, q_{it}, t)^{-1}$  se refiere al máximo producto agregado cuando se utiliza  $x_{it}$  para producir un escalar múltiplo de  $q_{it}$ ;  $\bar{X} \equiv X_{it} D_I(x_{it}, q_{it}, t)^{-1}$  es el mínimo insumo agregado posible cuando se utiliza un escalar múltiplo de  $x_{it}$  para producir  $q_{it}$ ;  $\bar{Q}_{it}$  es el máximo producto

agregado posible cuando se utiliza  $x_{it}$  para producir cualquier vector de producción;  $\bar{x}_{it}$  es el mínimo insumo agregado posible cuando se utiliza cualquier vector de insumos para producir  $q_{it}$ ; y  $\bar{q}_{it}$  y  $\bar{x}_{it}$  son los niveles agregados de producto e insumo que se obtienen cuando la TFP se maximiza sujeta a la restricción de que los vectores de productos e insumos sean escalares multiples de  $q_{it}$  y  $x_{it}$  respectivamente.

Las medidas de eficiencia técnica presentadas en (7) y (11) son las definidas originalmente por Farrell (1957). Las medidas de eficiencia de escala (8) y (12) corresponden a la definición de Balk (1998) y las restantes medidas fueron definidas originalmente por O'Donnell (2008, 2011b). Otras medidas de eficiencia definidas en O'Donnell (2010) son :

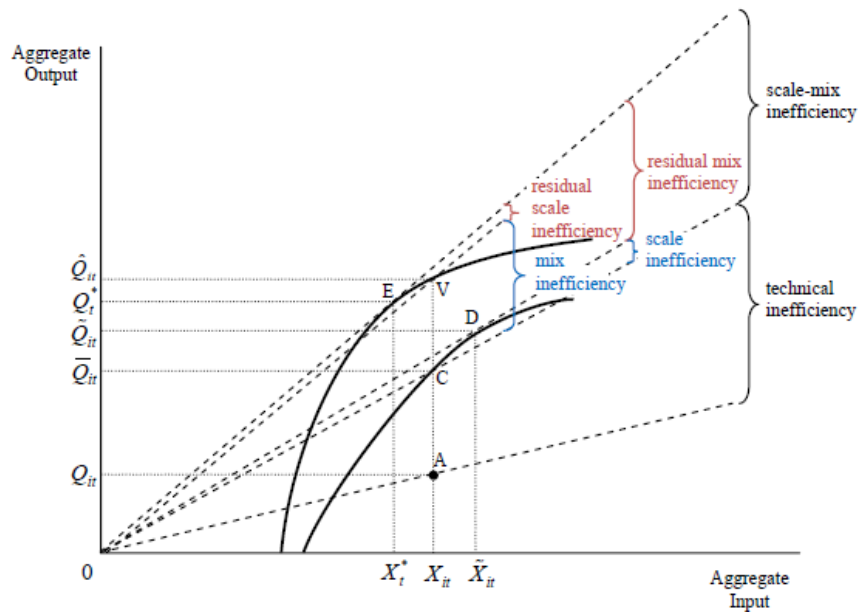
$$(16) \quad OSME_{it} = OME_{it} \times ROSE_{it} = OSE_{it} \times RME_{it} \leq 1 \quad (\text{output-oriented scale-mix efficiency})$$

$$(17) \quad ISME_{it} = IME_{it} \times RISE_{it} = ISE_{it} \times RME_{it} \leq 1 \quad (\text{input-oriented scale-mix efficiency}).$$

Una representación gráfica de las medidas de eficiencia definidas en términos de producto se presenta en el Gráfico 1, mientras que las correspondientes a la eficiencia en términos de insumos se presentan en el Gráfico 2.

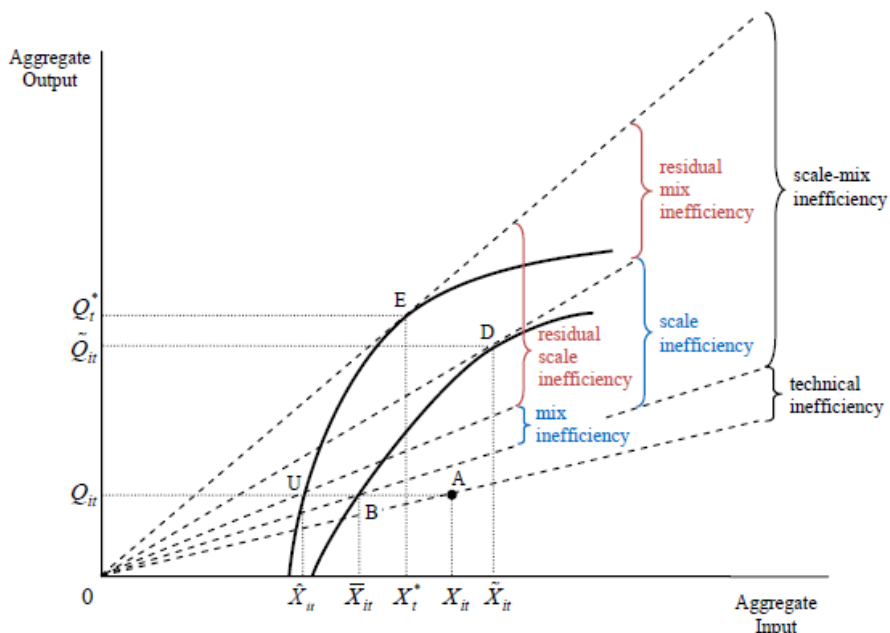
Gráfico 1. Medidas de Eficiencia Orientadas al Producto

6



Fuente: Reproducido de O'Donnell 2011a

Gráfico 2. Medidas de Eficiencia Orientadas a los Insumos



Fuente: Reproducido de O'Donnell 2011a

En los Gráficos 1 y 2 la curva que pasa a través del punto D es lo que O'Donnell (2011a) llama una frontera mixta restringida (mix restricted frontier): es el límite del conjunto de todas las combinaciones agregadas de insumo-producto técnicamente factibles que tienen la misma composición de insumos y productos que la unidad que opera en el punto A. La curva que pasa por el punto E, es una frontera de producción no restringida: es el límite del conjunto de posibilidades de producción que está disponible para las empresas cuando todas las restricciones sobre las posibles combinaciones son eliminadas. Las medidas de TFP y eficiencia pueden ser entonces expresadas en términos de las pendientes de vectores en el espacio de cantidades agregadas. Por ejemplo, la TFP de una unidad que opera en el punto A en el Gráfico 1 es  $TFP_{it} = Q_{it}/X_{it} = \text{pendiente } 0A$ , la medida de eficiencia de TFP definida en (6) es  $TFP_{it} = TFP_{it} / TFP_{it}^* = \text{pendiente } 0A / \text{pendiente } 0E$  y la medida de eficiencia de escala orientada al producto definida en (10) es  $ROSE_{it} = (\bar{Q}_{it}/X_{it}) / TFP_{it}^* = \text{pendiente } 0V / \text{pendiente } 0E$ .

### Cambio en TFP, en Eficiencia Técnica y en Escala

Los índices de TFP expresados en términos de cantidades agregadas, tal como se presenta en la ecuación (2), pueden ser descompuestos en forma multiplicativa en un componente de cambio técnico y varias medidas de cambio de eficiencia. Una forma de realizar esta partición de la TFP en sus distintos componentes de cambio técnico y eficiencia es a partir de la ecuación (6) reescribiéndola como  $TFP_{it} = TFP_{it}^* / TFPE_{it}$ . De la misma manera, para la unidad productiva h en el momento s se cumple que:  $TFP_{hs} = TFP_{hs}^* / TFPE_{js}$ . Entonces, el índice de TFP definido en (2) puede ser descompuesto en:



$$(18) \quad TFP_{hs,it} = \left( \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right) \left( \frac{TFPE_{it}}{TFPE_{hs}} \right).$$

El primer término entre paréntesis en (17) mide el cambio en el máximo de la TFP en el tiempo y puede interpretarse como una medida del cambio tecnológico. El segundo término es una medida de cambio global de eficiencia técnica. Las definiciones presentadas en las expresiones (6) a (17) pueden ser utilizadas a su vez para descomponer el cambio en la TFP en diversos componentes (O'Donnell, 2011a):

*Cambio en TFP, Eficiencia y Escala Mixta*

$$(19) \quad TFP_{hs,it} = \left( \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right) \left( \frac{OTE_{it}}{OTE_{hs}} \right) \left( \frac{OSME_{it}}{OSME_{hs}} \right)$$

*Cambio en TFP, Eficiencia, Eficiencia de Escala, y Eficiencia Mixta Residual*

$$(20) \quad TFP_{hs,it} = \left( \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right) \left( \frac{OTE_{it}}{OTE_{hs}} \right) \left( \frac{OSE_{it}}{OSE_{hs}} \right) \left( \frac{RME_{it}}{RME_{hs}} \right)$$

*Cambio en TFP, Eficiencia, Eficiencia Mixta y Eficiencia de Escala Residual*

$$(21) \quad TFP_{hs,it} = \left( \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right) \left( \frac{OTE_{it}}{OTE_{hs}} \right) \left( \frac{OME_{it}}{OME_{hs}} \right) \left( \frac{ROSE_{it}}{ROSE_{hs}} \right).$$

#### Métodos de Estimación

Para estimar y descomponer los índices de Fare-Primont es necesario estimar la tecnología de producción a partir del conjunto de datos disponibles. La técnica de programación lineal Data Envelopment Analysis (DEA) se utiliza para resolver este problema. El uso de DEA se basa en el supuesto de que las funciones de distancia de productos e insumos representan la tecnología disponible en el momento  $t$  y tienen la siguiente especificación:

Función de Distancia de Producto

$$(22) \quad D_0(x_{it}, q_{it}, t) = (q_{it}'\alpha) / (\gamma + x_{it}'\beta)$$

Función de distancia de Insumos

$$(23) \quad D_1(x_{it}, q_{it}, t) = (x_{it}'\eta) / (q_{it}'\phi - \delta).$$

El problema DEA estándar orientado al producto implica seleccionar los valores de los parámetros desconocidos de (23) de forma tal de minimizar  $OTE_{it}^{-1} = D_0(x_{it}, q_{it}, t)^{-1}$ . Por otra parte, el programa DEA orientado al input selecciona valores de los parámetros desconocidos de (23) tal que maximicen  $ITE_{it} = D_1(x_{it}, q_{it}, t)^{-1}$ .

El programa DPIN (O'Donnell 2011a) se utiliza para resolver los problemas DEA, estimar los índices de Fare-Primont y calcular las distintas medidas de eficiencia.

Específicamente el programa DPIN resuelve los siguientes problemas de programación lineal para calcular los agregados de Fare-Primont:

Fare-Primont orientado a producto

$$(24) \quad D_o(x_0, q_0, t_0)^{-1} = \min_{\alpha, \gamma, \beta} \{ \gamma + x'_0 \beta : \gamma + X' \beta \geq Q' \alpha; q'_0 \alpha = 1; \alpha \geq 0; \beta \geq 0 \}$$

Fare-Primont orientado a insumos

$$(25) \quad D_I(x_0, q_0, t_0)^{-1} = \max_{\phi, \delta, \eta} \{ q'_0 \phi - \delta : Q' \phi \leq \delta t + X' \eta; x'_0 \eta = 1; \phi \geq 0; \eta \geq 0 \}$$

Asimismo, se estiman productos (Q) e insumos (X) agregados:

$$(26) \quad Q_{it} = (q'_{it} \alpha_0) / (\gamma_0 + x'_0 \beta_0)$$

$$(27) \quad X_{it} = (x'_{it} \eta_0) / (q'_0 \phi_0 - \delta_0)$$

Donde  $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0, \phi_0, \delta_0, \phi_0$  y  $\eta_0$  resuelven los problemas (24) y (25). El programa DPIN utiliza los vectores de las medias muestrales como representativos de los vectores de productos e insumos en los problemas (24) y (25). En consecuencia, la tecnología representativa para estos dos problemas de programación lineal es la tecnología obtenida bajo el supuesto de ausencia de cambio tecnológico. Asimismo, los programas planteados permiten a la tecnología presentar retornos variables a escala.

Las medidas de eficiencia técnica se obtienen resolviendo los siguientes problemas de programación lineal:

Eficiencia Técnica orientada a Insumos

$$OTE_{it} = Q_{it} / \bar{Q}_{it} = D_o(x_{it}, q_{it}, t) = \min_{\lambda, \theta} \{ \lambda^{-1} : \lambda q_{it} \leq Q\theta; X\theta \leq x_{it}; \theta' t = 1; \theta \geq 0 \}$$

Eficiencia Técnica orientada a Productos

$$ITE_{it} = \bar{X}_{it} / X_{it} = D_I(x_{it}, q_{it}, t)^{-1} = \min_{\rho, \theta} \{ \rho : Q\theta \geq q_{it}; \rho x_{it} \geq X\theta; \theta' t; \theta \geq 0 \}$$

Donde  $\theta$  es un vector de  $M_t \times 1$ .

Para estimar las medidas de eficiencia técnica bajo el supuesto de retornos constantes a escala se remueve la restricción  $\theta' t=1$  y se resuelven las dos programaciones lineales adicionales detalladas a continuación.

i. Eficiencia Técnica orientada a Productos con Retornos Constantes a Escala:

$$OTE_{it}^{CRS} = H_o(x_{it}, q_{it}, t) = \min_{\lambda, \theta} \{ \lambda^{-1} : \lambda q_{it} \leq Q\theta; X\theta \leq x_{it}; \theta \geq 0 \}$$

ii. Eficiencia Técnica orientada a Insumos con Retornos Constantes a Escala:

$$ITE_{it}^{CRS} = H_I(x_{it}, q_{it}, t) = \min_{\rho, \theta} \{ \rho : Q\theta \geq q_{it}; \rho x_{it} \geq X\theta; \theta \geq 0 \}.$$

Luego, las medidas de eficiencia de escala se calculan como

$$(30) \quad OSE_{it} = OTE_{it}^{CRS} / OTE_{it}$$

$$(31) \quad ISE_{it} = ITE_{it}^{CRS} / ITE_{it}$$

Las medidas de eficiencia mixta definidas en (9) y (13) se calculan a partir de las estimaciones de  $\widehat{Q}_{it}$ ,  $\widehat{X}_{it}$ ,  $\widehat{Q}_{hs}$  y  $\widehat{X}_{hs}$ , y se obtienen resolviendo las siguientes programaciones lineales

$$(32) \quad \widehat{Q}_i = \max_{\theta, q} \{Q(q) : q \leq Q\theta; X\theta \leq x_i; \theta'1 = 1; \theta \geq 0\}$$

$$(33) \quad \widehat{X}_i = \min_{\theta, x} \{X(x) : Q\theta \geq q_i; x \geq X\theta; \theta'1 = 1; \theta \geq 0\}.$$

Para cualquier función agregadora el programa lineal (32) da como resultado el producto máximo agregado que puede ser producido utilizando  $x_{it}$  (el máximo producto agregado que la unidad  $i$  en el período  $t$  podría producir utilizando su vector de insumos), mientras que (33) da como resultado el mínimo insumo agregado que permite producir  $q_{it}$  (el mínimo insumo agregado que podría ser utilizado por la unidad  $i$  en el período  $t$  para producir su vector de producto). Los estimadores de Fare-Primont para  $\widehat{Q}_{it}$ ,  $\widehat{X}_{it}$ ,  $\widehat{Q}_{hs}$  y  $\widehat{X}_{hs}$  se obtienen reemplazando

$Q(q)$  y  $X(x)$  con las funciones (26) y (27).

La máxima TFP en el período  $t$  se calcula en a partir de la siguiente maximización:

$$(34) \quad TFP_t^* = \max_i Q_i / X_i.$$

Las restantes medidas de eficiencia y productividad se computan residualmente como:

$$(35) \quad TFP_{it} = Q_{it} / X_{it}$$

$$(36) \quad TFPE_{it} = TFP_{it} / TFP_t^*$$

$$(37) \quad ROSE_{it} = (\widehat{Q}_{it} / X_{it}) / TFP_t^*$$

$$(38) \quad RISE_{it} = (Q_{it} / \widehat{X}_{it}) / TFP_t^*$$

$$(39) \quad OSME_{it} = OME_{it} \times ROSE_{it}$$

$$(40) \quad ISME_{it} = IME_{it} \times RISE_{it}$$

$$(41) \quad RME_{it} = \frac{TFPE_{it}}{OTE_{it} OSE_{it}}.$$

### III. Datos

Los datos utilizados corresponden a la base FAOSTAT<sup>1</sup>. FAO publica datos de producción de cultivos, ganadería y también de tierra cultivada, pasturas, trabajo utilizado en agricultura, fertilizantes, semillas, maquinaria agrícola y stock de animales, entre otros indicadores. A partir de la información disponible, se configuró un panel de datos sobre 5 países (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) para el período 1961-2012.

Se realizaron 3 estimaciones de fronteras de producción: i) frontera agrícola, ii) frontera granadera y iii) frontera agropecuaria. En cada caso, se utilizó como variable de producto ( $Q$ ) el

<sup>1</sup> Disponible en <http://faostat.fao.org/>

Índice del Valor Bruto de Producción, Agrícola y Ganadero respectivamente, medidos en miles de dólares constantes con base 100=2004-2006. Respecto de la estimación iii, se utilizan ambos índices en una función de producción multi-producto. La configuración de los insumos utilizados en cada estimación se puede ver en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Variable FAOSTAT	Descripción	Modelo en el que se Incluye el Insumo
Labor	Total economically active population in agriculture expressed in thousands of persons	i, ii and iii
Fertilizer	Quantity of nitrogen, phosphorous and potassium in thousand metric tons	i, ii and iii
Machinery	Thousands of agricultural machinery used in the production process	i, ii and iii
Agriculture Land	Arable land and permanent crops expressed in thousands of hectares	i, ii and iii
Livestock	Bovine heads	ii and iii
Pastures	Permanent meadows and pastures	ii and iii
Animal Power	Sum of horses and mules	i, ii and iii
Seeds	Sum of cereal seeds and oilcropseeds	i and iii
Animal Feed <sup>2</sup>	Maize and products	ii and iii
	Barley and products	
	Oats	
	Rye and products	
	Sorghum and products	
	Soybean Cake	
	Sunflower seed Cake	
Wheat and products		

<sup>2</sup> Los valores finales de alimentación animal (Animal Feed) se calcularon a partir de la suma ponderada de cada alimento por el porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS). Se considera el maíz como el de mayor digestibilidad (Maíz=1).

Las tres estimaciones se realizan utilizando el programa DPIN. Se establece la base de comparación en el año inicial (1961) para Argentina. De esta manera, todos los países tienen un punto de partida y se facilita la comprensión de la evolución y la situación final. De las opciones disponibles en el software, se encuentra activa No technical regress, lo que implica imponer la restricción de que los índices estimados para cambio tecnológico no pueden tener cambios negativos. Para la aplicación empírica no se utilizaron datos de precios de productos e insumos dado que se estimaron índices de tipo Fare-Primont. En la siguiente sección se presentan los resultados de las estimaciones.

#### **IV. Resultados**

Esta sección presenta los resultados de las estimaciones de los cambios en productividad y sus componentes para el panel de países estudiado. En los Cuadros A1 y A2 del Anexo se presenta una síntesis de los índices agregados que miden los cambios de producción, insumos y TFP. Por razones de espacio se presentan solamente los índices del cambio en producción (dQ), insumos (dx) y TFP (dTFF) para los países del Cono Sur (Cuadro A.1) y para el caso de Argentina (Cuadro A.2). Se presentan además los indicadores de cambio en medidas de eficiencia y productividad orientados al producto que se definen en (34 -dTech-), (7 -dOTE-), (16 -dOSME-) y (6 -dTFFPE-)<sup>3</sup>. Los resultados pueden ser utilizados para realizar comparaciones inter-espaciales e inter-temporales considerando que la base de referencia es Argentina 1961=1. Por ejemplo, la comparación entre el primer y último dato de la columna dTFF del Cuadro A.2 muestra que la TFP del sector agropecuario en Argentina aumentó un 77.4% entre 1961 y 2012. En los Gráficos 3 a 8 se presenta la evolución de los índices agregados de producción e insumos en la producción agropecuaria, agrícola y ganadera, respectivamente, para los países del Cono Sur. En todos los casos debe tenerse en cuenta que la base es Argentina 1961=1 y que por una cuestión de escala en los gráficos los datos de Argentina y Brasil se presentan en el eje izquierdo y los de Chile, Paraguay y Uruguay en el eje derecho. La evolución de la TFP, estimada a partir de los índices agregados de producción e insumos, para los distintos sectores y países se presenta en los Gráficos 9 a 11.

Respecto de los índices de insumos y producción, se puede observar una tendencia creciente para todos los países. Sin embargo, se pueden ver resultados diversos en términos de tendencias relativas. Por el lado de la producción, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay registran incrementos relativos mayores a los observados en Argentina en particular en los últimos años y de manera más evidente en la producción ganadera. En cuanto al uso de insumos, también el incremento relativo en los indicadores es menor en Argentina. Esto sugiere que la expansión de la producción en la región Cono Sur ha sido mayormente impulsada por el uso de insumos, tal vez con una fuerte componente del margen extensivo, mientras que en Argentina probablemente el crecimiento en el margen intensivo haya sido preponderante.

Esto se evidencia en los resultados de TFP presentados en los Gráficos 8 a 11, donde se observa que la TFP en Argentina ha crecido sistemáticamente a lo largo del período, si bien a diversas tasas dependiendo del tipo de producción. Por otra parte, en los restantes países la situación es heterogénea, con períodos de disminución y crecimiento a diversas tasas. No obstante, puede destacarse que en los últimos 10 años el índice de cambio en TFP ha tenido, en general, una tendencia positiva en todos los países de la región.

---

<sup>3</sup> Los resultados completos de las estimaciones y la base de datos asociada están disponibles y pueden ser solicitados a los autores.

Gráfico 3. Índices de Producción Agropecuaria 1961-2012

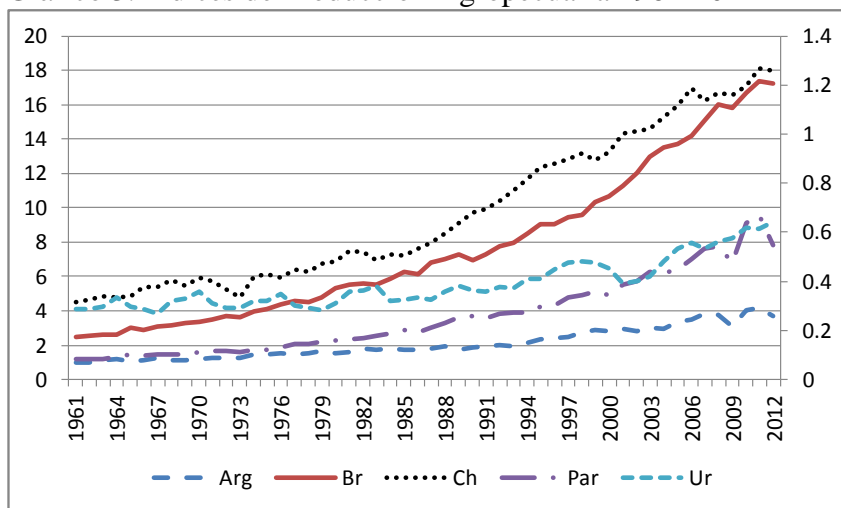


Gráfico 4. Índices de Insumos Agropecuarios 1961-2012

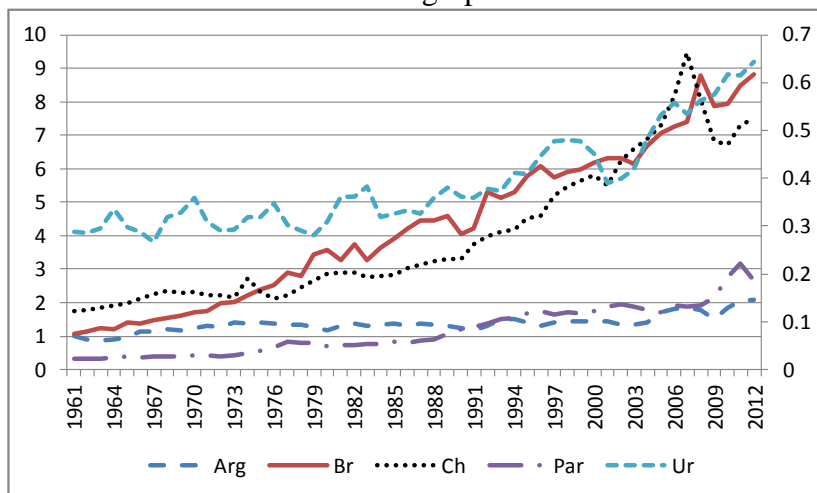


Gráfico 5. Índices de Producción Agrícola (cultivos) 1961-2012

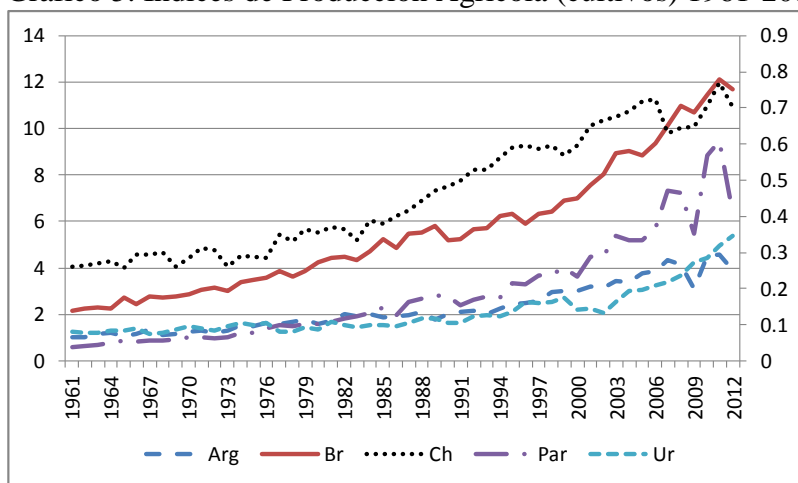


Gráfico 6. Índices de Insumos Agrícolas 1961-2012

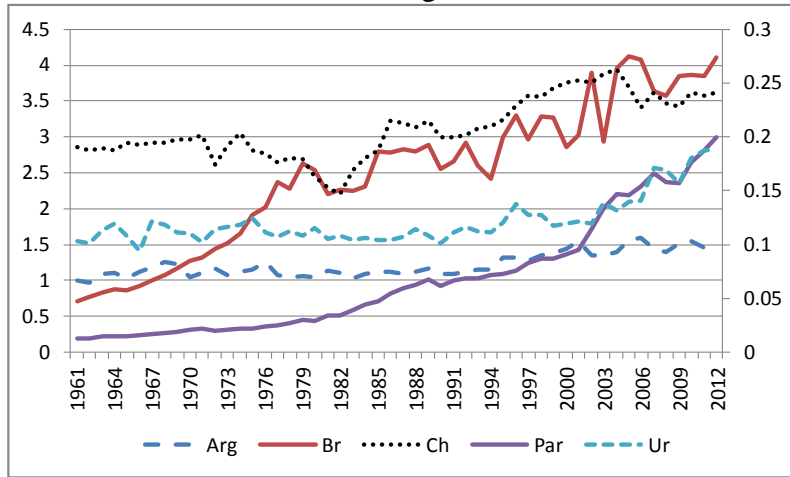


Gráfico 7. Índices de Producción Ganadera 1961-2012

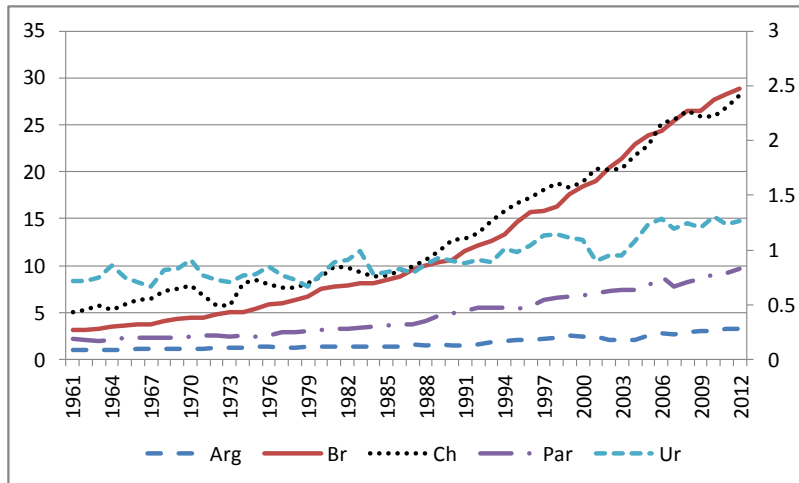


Gráfico 8. Índices de Insumos Ganaderos 1961-2012

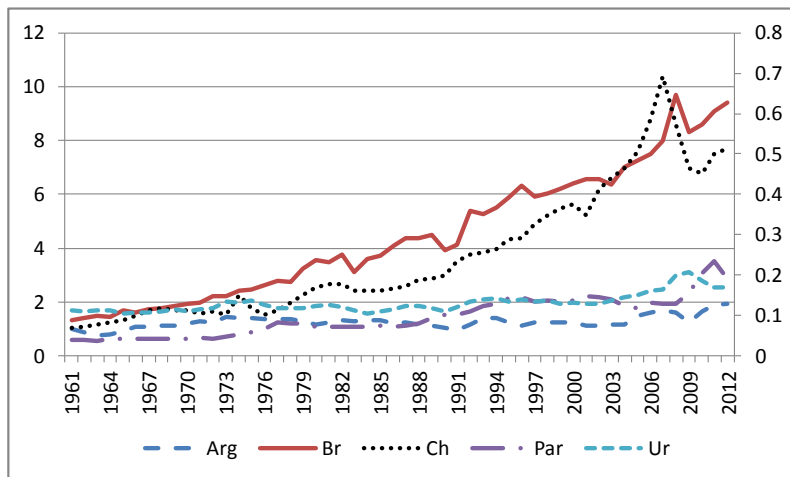


Gráfico 9. Índices de TFP Agropecuaria 1961-2012

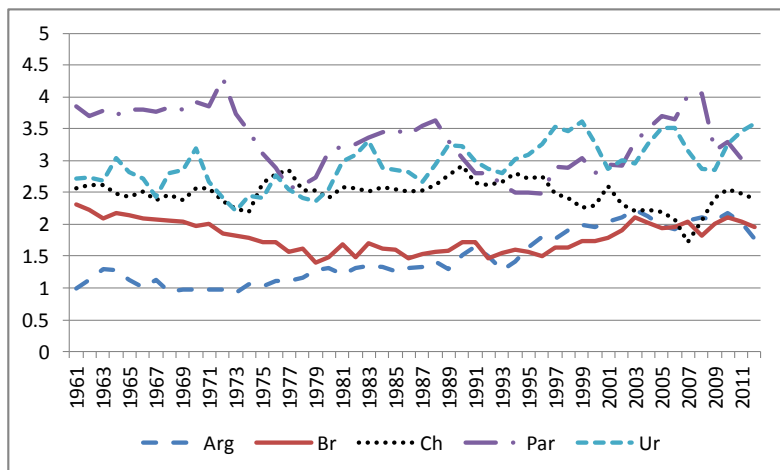


Gráfico 10. Índices de TFP Agrícola 1961-2012

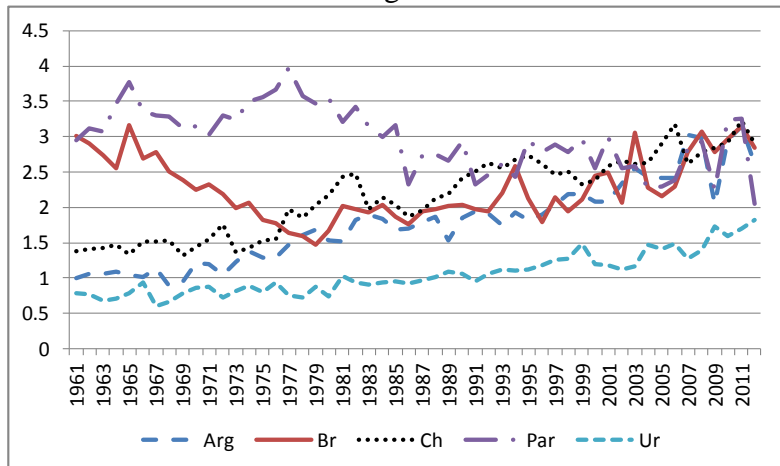
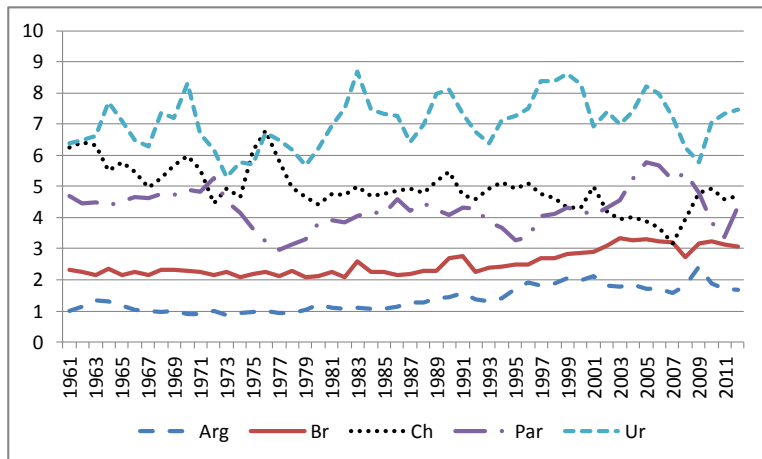


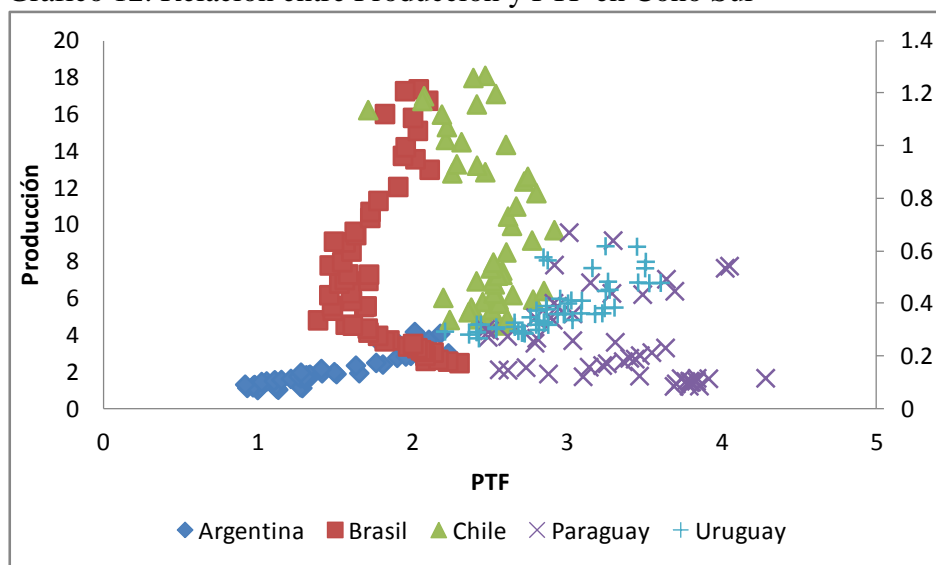
Gráfico 11. Índices de TFP Ganadera 1961-2012





Para analizar la relación entre producción y productividad, se presentan en el Gráfico 12 los índices estimados de producto (Argentina y Brasil en eje izquierdo, resto de los países en eje derecho) y PTF para cada uno de los países del Cono Sur. Se observa que la relación es claramente positiva para el caso de Argentina, mientras que en el resto de los países esta relación es menos evidente. Una cuestión importante es que el crecimiento de la producción (el movimiento en el eje vertical) parece ser mucho más importante en términos relativos para el resto de los países del Cono Sur que para Argentina en los últimos años. Esto sugiere también, como ya se señaló previamente, que los países de la región han aprovechado claramente el aumento del precio de los productos agrícolas de ocurrido a partir del año 2004 expandiendo la producción y aumentando el uso de recursos en el margen extensivo, aunque con incrementos menores de la PTF. Por otro lado, Argentina expande relativamente menos la producción y aumenta sistemáticamente la PTF.

Gráfico 12. Relación entre Producción y PTF en Cono Sur



Como se señaló previamente, los cambios en la TFP son el resultado de:

- Cambio técnico (movimientos de la frontera de producción)
- Cambios en la eficiencia técnica (movimientos que acercan o alejan de la frontera); y
- Cambios de eficiencia mixtos de escala y alcance (movimientos a lo largo de la superficie de la frontera para capturar economías de escala y alcance)

Utilizando los datos de las estimaciones y siguiendo la metodología propuesta, en el Cuadro 2 se presenta una descomposición de los cambios en la TFP para la producción agropecuaria, agrícola y ganadera para el caso de Argentina.

Los cambios tecnológicos y en eficiencia estimados pueden combinarse para reproducir los índices de cambio en TFP presentados en el Cuadro 2. Por ejemplo, en el período 1961-2012 la TFP agrícola muestra un incremento que puede descomponerse en un 31% de incremento en el cambio tecnológico  $(1.31-1)$ , un 14% de disminución de eficiencia  $(0.84-1)$  y en un 130% de incremento en la productividad por economías de escala y alcance  $(2.3-1)$ , resultando en un incremento global de la TFP de  $(1.31 \times 0.84 \times 2.3 - 1) = 1.62\%$   $(2.62-1)$ . Esto es equivalente a una tasa anual de crecimiento de la TFP de 1.89%  $(\ln 2.62 / 2012-1961)$ . Los Gráficos 12 a 14

presentan la evolución temporal de los componentes de TFP en cada uno de los sectores de Argentina.

Cuadro 2. Argentina. Índices de Cambio en TFP y Componentes 1961-2012

	Sector Agropecuario		Agricultura		Ganadería	
	Índice 2012 (1961=1)	Tasa de Crecimiento (% anual)	Índice 2012 (1961=1)	Tasa de Crecimiento (% anual)	Índice 2012 (1961=1)	Tasa de Crecimiento (% anual)
Cambio en TFP	1.77	1.12	2.62	1.89	1.68	1.02
Cambio Técnico	1.11	0.21	1.31	0.54	1.36	0.61
Cambio de Eficiencia	0.95	-0.10	0.86	-0.28	0.72	-0.64
Cambio Mixto de Eficiencia de Escala	1.67	1.01	2.30	1.64	1.71	1.05

Gráfico 13. Argentina. Evolución de los Componentes de TFP en Sector Agropecuario.

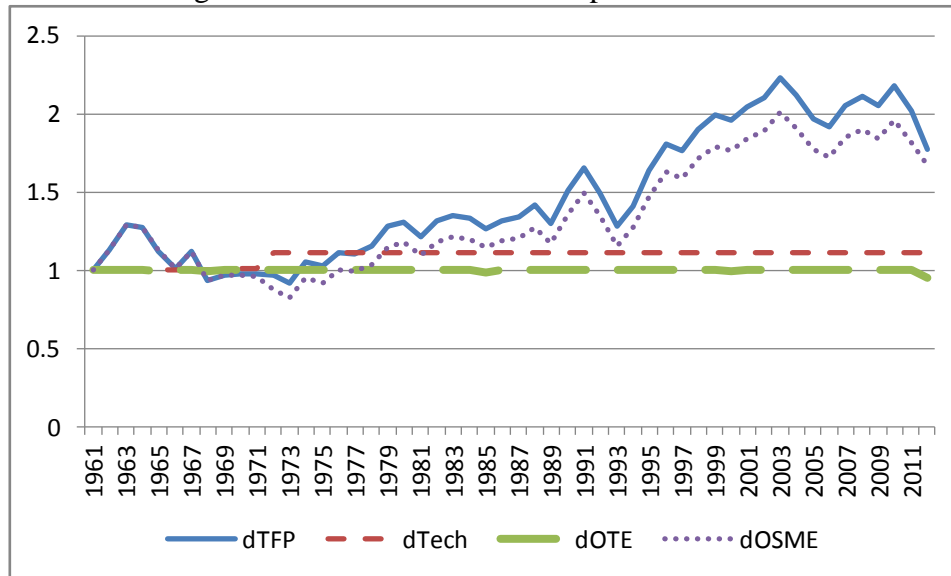


Gráfico 14. Argentina. Evolución de los Componentes de TFP en Agricultura.

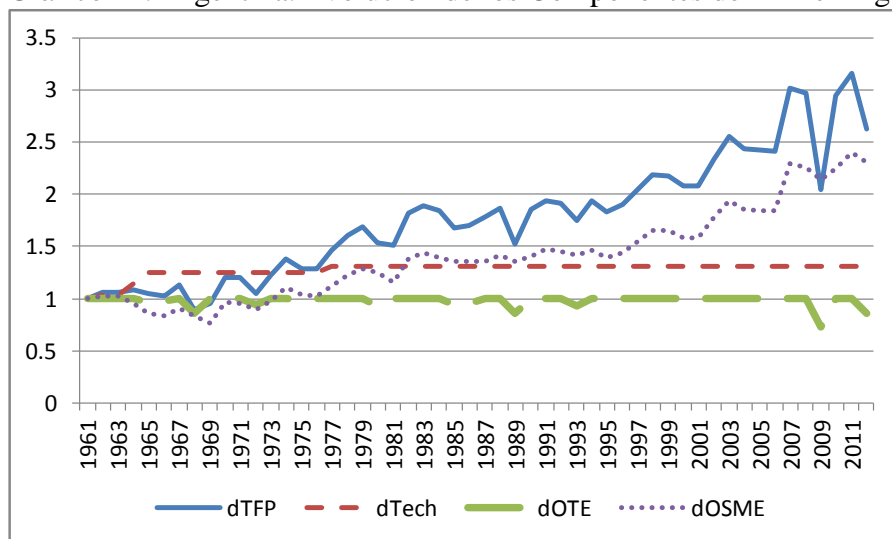
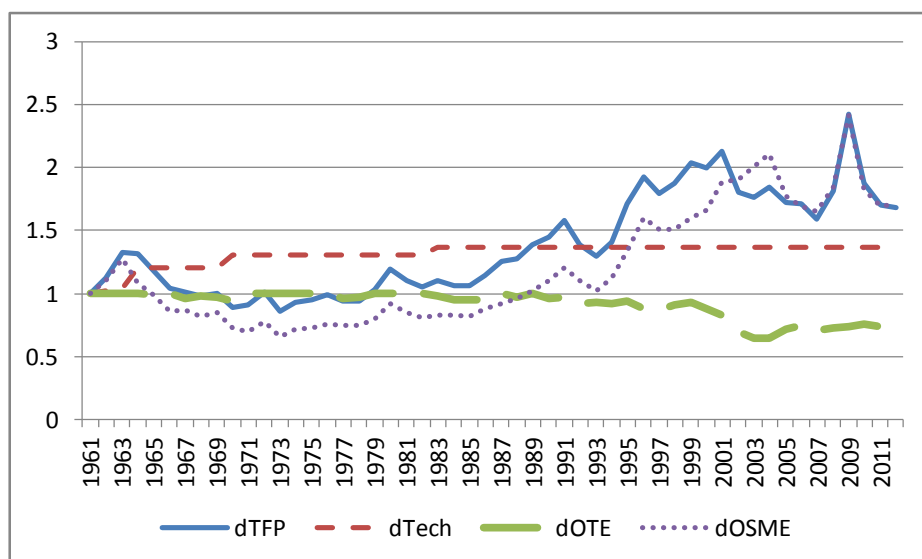


Gráfico 15. Argentina. Evolución de los Componentes de TFP en Ganadería.



## V. Comentarios Finales

En el artículo se presentó una metodología consistente con la teoría económica y la teoría de números índices para la estimación y descomposición de indicadores de productividad total de factores. El enfoque es no paramétrico y permite el cálculo a partir de datos de panel de cantidades de productos e insumos y no requiere disponer necesariamente de datos de precios asociados. Se aplicó el método de estimación a un panel de datos de producción e insumos agrícolas para países del Cono Sur disponible en la base de datos de FAOSTAT.

Los resultados permitieron realizar un análisis comparativo de la productividad en los países y en particular analizar el caso de Argentina, en términos de evolución de producción y PTF, así como descomponer el cambio en PTF en sus principales determinantes.

De las estimaciones presentadas en el Cuadro 2 y del análisis gráfico, surge que los determinantes más dinámicos del comportamiento de la TFP de Argentina en el largo plazo han sido el cambio en escala y el cambio tecnológico. Si analizamos el comportamiento de la producción ganadera se observa una menor tasa de crecimiento de la TFP que en agricultura, y también que los mayores determinantes han sido la eficiencia de escala y el cambio tecnológico. Se estimó también que la relación entre producción y productividad era en general positiva para Argentina. Esta relación pro cíclica puede ocurrir por diversos motivos, entre ellos: una mejor utilización de recursos, shocks tecnológicos o por el efecto de economías de escala y alcance. Los resultados de la descomposición de TFP sugieren que para el caso de Argentina estos dos últimos factores serían los más relevantes. Esto sugiere la importancia de mantener, por un lado, la dinámica de producción para aprovechar economías de escala y alcance, y por otro, el cambio tecnológico para permitir desplazamientos de la frontera de producción. Por otro lado, tanto los sectores agrícola como ganadero (y en consecuencia el agropecuario) muestran una evolución negativa de la eficiencia técnica en el tiempo. De las estimaciones surge entonces que existen importantes ganancias potenciales de eficiencia, lo que implica que podría incrementarse el nivel de producción con la misma dotación de recursos y tecnología. Mejoras en las prácticas de manejo gerencial y agronómico, así como una mejor infraestructura y logística pueden ser claves para cerrar estas brechas de eficiencia.

Finalmente, los resultados comparativos sugieren que la performance de Argentina ha sido relativamente favorable en términos de TFP, aunque se observa un menor crecimiento relativo de la producción en los últimos años, en particular durante el “boom” de los precios de los productos agropecuarios. Considerando que durante este período las políticas fiscales y comerciales en Argentina han implicado un importante desprotección efectiva para el sector agropecuario, a diferencia de lo que ocurrió en los países vecinos (Gallacher y Lema 2014), surge como cuestión a explorar en futuras investigaciones, si es que esta puede ser la causa de la menor expansión relativa de la producción agrícola y ganadera en particular.

## Referencias

- Agrimonitor, IDB (2015). PSE Agricultural Policy Monitoring System.  
<http://www.iadb.org/en/topics/agriculture/agrimonitor/agrimonitor-pse-agricultural-policy-monitoring-system,8025.html>
- Balk, B. M. (1998). Industrial Price, Quantity, and Productivity Indices: The Micro-Economic Theory and an Application. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Bharati, P y Fulginiti, L. (2007). Institutions and agricultural productivity in Mercorsur. University of Nebraska-Lincoln.
- Coremberg, A. (2010). Measuring Productivity In unstable land rich Economies The challenge for Argentina after Global Financial Collapse The First WORLD KLEMS Conference at Harvard University August 19-20, 2010.
- Dias Avila, F. y Evenson, R. E. (2010), Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Role of Technological Capital. Chapter 72 In Handbook of Agricultural Economics Vol

- 4, Burlington: Academic Press, Elsevier – North Holland, Amsterdam, The Netherlands pp. 3769-3822.
- Färe, R. and D. Primont (1995). *Multi-output Production and Duality: Theory and Applications*. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)* 120(3): 253-290.
- Fulginiti, L. y Perrin, R. (1998). *Agricultural productivity in developing countries*. University of Nebraska, Lincoln, Agricultural Economics Department. Lincoln, Nebraska: Agricultural Economics Department.
- Gallacher, Marcos and Daniel Lema (2014). "Argentine Agricultural Policy: Producer and Consumer Support. Estimates 2007-2012," *CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo*. 554, Universidad del CEMA.
- Lanteri, L. N. (1994). *Sources of Economic Growth and Productivity, Induced Innovation and Technological Change Biases in the Agricultural Sector*. Buenos Aires: Asociación Argentina de Economía Política.
- Lema, D. 2010. Factores de crecimiento y productividad agrícola. El rol del cambio tecnológico. Pp. 141-160. En Reca, L., Lema, D., Flood, C. *El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos*. Primera Edición. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires.
- Ludeña, C. 2010. *Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean*. IDB, Washington, DC: IDB.
- O'Donnell, C. J. (2008). "An Aggregate Quantity-Price Framework for Measuring and Decomposing Productivity and Profitability Change" *Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP07/2008*. University of Queensland
- O'Donnell, C. J. (2010). "Nonparametric Estimates of the Components of Productivity and Profitability Change in U.S. Agriculture." *Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP02/2010*. University of Queensland.
- O'Donnell, C. J. (2011a). "DPIN 3.0 A Program for Decomposing Productivity Index Numbers." *Centre for Efficiency and Productivity Analysis*. University of Queensland.
- O'Donnell, C. J. (2011b). "Econometric Estimation of Distance Functions and Associated Measures of Productivity and Efficiency Change." *Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP01/2011*. University of Queensland.
- Saini, E. y Lema, D. (2014). *Productividad del Sector Agropecuario Argentino*. Productivity Workshop in Latin America and Caribbean. November 24th, 2014 Inter-American Development Bank (IDB), Washington DC.
- Shephard, R. W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton, Princeton University Press.
- Trindade, F. y Fulginiti, L. (2015). *Is there a Slowdown in Agricultural Productivity Growth in South America?* *Agricultural Economics*: forthcoming.

**ANEXO**

**Cuadro A.1 Sector Agropecuario - Índices Fare-Primont de Producción, Insumos y TFP  
Países del Cono Sur – Base Argentina 1961=1**

Año	Brasil			Chile			Paraguay			Uruguay		
	dQ	dX	dTFP	dQ	dX	dTFP	dQ	dX	dTFP	dQ	dX	dTFP
1961	2.462	1.068	2.306	0.316	0.123	2.564	0.085	0.022	3.859	0.288	0.106	2.711
1962	2.544	1.140	2.232	0.327	0.125	2.620	0.084	0.023	3.695	0.285	0.105	2.728
1963	2.583	1.238	2.087	0.341	0.130	2.615	0.085	0.022	3.793	0.294	0.110	2.687
1964	2.641	1.218	2.169	0.334	0.135	2.483	0.093	0.025	3.709	0.336	0.111	3.038
1965	3.038	1.421	2.138	0.339	0.140	2.429	0.101	0.026	3.809	0.299	0.106	2.819
1966	2.861	1.372	2.086	0.375	0.149	2.517	0.098	0.026	3.798	0.288	0.106	2.719
1967	3.089	1.489	2.075	0.378	0.159	2.385	0.102	0.027	3.771	0.267	0.110	2.432
1968	3.164	1.537	2.058	0.405	0.165	2.456	0.104	0.027	3.840	0.319	0.114	2.803
1969	3.274	1.610	2.033	0.384	0.161	2.383	0.104	0.027	3.797	0.328	0.115	2.852
1970	3.368	1.707	1.973	0.413	0.161	2.559	0.113	0.029	3.920	0.359	0.113	3.184
1971	3.506	1.748	2.006	0.399	0.156	2.562	0.115	0.030	3.844	0.310	0.117	2.664
1972	3.698	1.996	1.852	0.366	0.155	2.366	0.115	0.027	4.288	0.291	0.120	2.417
1973	3.649	2.002	1.822	0.336	0.150	2.243	0.113	0.030	3.741	0.292	0.132	2.213
1974	3.947	2.219	1.779	0.421	0.191	2.201	0.123	0.035	3.472	0.319	0.131	2.445
1975	4.122	2.401	1.717	0.431	0.163	2.650	0.121	0.039	3.106	0.319	0.132	2.419
1976	4.341	2.536	1.712	0.414	0.149	2.783	0.131	0.046	2.882	0.347	0.125	2.766
1977	4.552	2.900	1.570	0.447	0.157	2.853	0.147	0.057	2.564	0.303	0.119	2.544
1978	4.500	2.786	1.615	0.437	0.173	2.527	0.145	0.055	2.620	0.290	0.120	2.419
1979	4.789	3.444	1.391	0.472	0.186	2.535	0.155	0.057	2.737	0.281	0.119	2.368
1980	5.314	3.575	1.487	0.484	0.200	2.417	0.157	0.050	3.146	0.309	0.121	2.544
1981	5.512	3.261	1.690	0.524	0.203	2.583	0.163	0.051	3.233	0.361	0.121	2.988
1982	5.568	3.759	1.481	0.518	0.202	2.561	0.170	0.052	3.263	0.362	0.117	3.094
1983	5.548	3.254	1.705	0.485	0.192	2.522	0.178	0.053	3.366	0.384	0.116	3.310
1984	5.838	3.626	1.610	0.508	0.197	2.584	0.188	0.055	3.443	0.318	0.111	2.881
1985	6.273	3.912	1.604	0.505	0.198	2.556	0.201	0.058	3.476	0.327	0.114	2.855
1986	6.157	4.206	1.464	0.533	0.212	2.509	0.191	0.056	3.408	0.334	0.118	2.821
1987	6.789	4.443	1.528	0.555	0.220	2.526	0.212	0.060	3.551	0.326	0.123	2.663
1988	6.984	4.467	1.564	0.594	0.228	2.610	0.230	0.063	3.640	0.359	0.122	2.941
1989	7.285	4.592	1.586	0.639	0.230	2.776	0.252	0.076	3.314	0.382	0.118	3.245
1990	6.934	4.040	1.716	0.678	0.232	2.921	0.258	0.085	3.040	0.362	0.112	3.231
1991	7.274	4.227	1.721	0.695	0.263	2.646	0.248	0.089	2.795	0.358	0.120	2.982
1992	7.773	5.303	1.466	0.730	0.279	2.620	0.267	0.095	2.806	0.377	0.131	2.870
1993	7.951	5.138	1.547	0.768	0.287	2.674	0.274	0.105	2.618	0.372	0.133	2.805
1994	8.528	5.306	1.607	0.819	0.292	2.804	0.271	0.109	2.491	0.411	0.136	3.030
1995	9.032	5.761	1.568	0.864	0.317	2.725	0.295	0.118	2.499	0.410	0.132	3.098
1996	9.067	6.070	1.494	0.882	0.321	2.749	0.301	0.121	2.476	0.447	0.138	3.253

1997	9.425	5.756	1.637	0.899	0.364	2.473	0.336	0.115	2.912	0.477	0.135	3.535
1998	9.601	5.898	1.628	0.924	0.382	2.420	0.345	0.119	2.896	0.479	0.138	3.463
1999	10.357	5.991	1.729	0.895	0.396	2.260	0.360	0.118	3.040	0.478	0.132	3.609
2000	10.685	6.176	1.730	0.929	0.406	2.289	0.345	0.123	2.798	0.452	0.138	3.278
2001	11.283	6.333	1.782	1.003	0.385	2.607	0.389	0.132	2.941	0.390	0.136	2.867
2002	12.040	6.305	1.910	1.013	0.437	2.319	0.400	0.137	2.917	0.400	0.133	3.009
2003	12.975	6.140	2.113	1.022	0.461	2.218	0.438	0.133	3.293	0.418	0.141	2.958
2004	13.546	6.703	2.021	1.071	0.481	2.224	0.433	0.124	3.492	0.482	0.148	3.268
2005	13.729	7.076	1.940	1.118	0.510	2.192	0.446	0.121	3.700	0.533	0.152	3.508
2006	14.200	7.253	1.958	1.188	0.572	2.077	0.492	0.135	3.646	0.558	0.159	3.512
2007	15.089	7.409	2.037	1.135	0.662	1.715	0.534	0.133	4.026	0.534	0.169	3.166
2008	16.004	8.775	1.824	1.170	0.566	2.066	0.542	0.134	4.054	0.563	0.196	2.877
2009	15.796	7.877	2.005	1.157	0.478	2.418	0.478	0.152	3.154	0.575	0.202	2.850
2010	16.728	7.952	2.104	1.197	0.471	2.542	0.639	0.194	3.301	0.617	0.190	3.252
2011	17.349	8.494	2.043	1.266	0.512	2.473	0.669	0.222	3.016	0.615	0.178	3.455
2012	17.248	8.827	1.954	1.258	0.525	2.396	0.546	0.187	2.921	0.643	0.180	3.582

**Cuadro A.2 Sector Agropecuario Argentina - Índices Fare-Primont - Base Argentina 1961=1**

Año	dQ	dX	dTFP	dTech	dTFPE	dOTE	dOSME
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.014	0.895	1.133	1.000	1.133	1.000	1.133
1963	1.109	0.860	1.289	1.000	1.289	1.000	1.289
1964	1.159	0.907	1.277	1.000	1.277	1.000	1.277
1965	1.079	0.960	1.124	1.000	1.124	0.997	1.127
1966	1.141	1.125	1.014	1.000	1.014	1.000	1.014
1967	1.256	1.121	1.121	1.000	1.121	1.000	1.121
1968	1.115	1.195	0.932	1.000	0.932	0.993	0.939
1969	1.149	1.185	0.970	1.000	0.970	1.000	0.970
1970	1.206	1.230	0.981	1.016	0.966	1.000	0.966
1971	1.274	1.300	0.981	1.016	0.965	1.000	0.965
1972	1.239	1.273	0.973	1.111	0.876	1.000	0.876
1973	1.292	1.406	0.919	1.111	0.827	1.000	0.827
1974	1.469	1.389	1.058	1.111	0.952	1.000	0.952
1975	1.436	1.400	1.026	1.111	0.923	1.000	0.923
1976	1.533	1.380	1.111	1.111	1.000	1.000	1.000
1977	1.485	1.343	1.105	1.111	0.995	1.000	0.995
1978	1.548	1.342	1.153	1.111	1.038	1.000	1.038
1979	1.641	1.283	1.279	1.111	1.151	1.000	1.151
1980	1.524	1.163	1.311	1.111	1.180	1.000	1.180
1981	1.606	1.322	1.215	1.111	1.094	1.000	1.094

1982	1.802	1.371	1.315	1.111	1.183	1.000	1.183
1983	1.765	1.310	1.347	1.111	1.212	1.000	1.212
1984	1.802	1.353	1.332	1.111	1.199	1.000	1.199
1985	1.736	1.373	1.265	1.111	1.138	0.990	1.149
1986	1.741	1.321	1.318	1.111	1.186	1.000	1.186
1987	1.834	1.370	1.339	1.111	1.205	1.000	1.205
1988	1.909	1.347	1.417	1.111	1.275	1.000	1.275
1989	1.721	1.320	1.303	1.111	1.173	1.000	1.173
1990	1.865	1.235	1.510	1.111	1.359	1.000	1.359
1991	1.913	1.154	1.657	1.111	1.492	1.000	1.492
1992	1.972	1.318	1.496	1.111	1.347	1.000	1.347
1993	1.945	1.519	1.280	1.111	1.152	1.000	1.152
1994	2.145	1.519	1.412	1.111	1.271	1.000	1.271
1995	2.326	1.422	1.636	1.111	1.472	1.000	1.472
1996	2.386	1.318	1.810	1.111	1.629	1.000	1.629
1997	2.474	1.400	1.767	1.111	1.590	1.000	1.590
1998	2.750	1.445	1.903	1.111	1.713	1.000	1.713
1999	2.858	1.435	1.991	1.111	1.792	1.000	1.792
2000	2.821	1.440	1.959	1.111	1.763	0.998	1.766
2001	2.933	1.434	2.045	1.111	1.841	1.000	1.841
2002	2.806	1.333	2.106	1.111	1.895	1.000	1.895
2003	2.993	1.340	2.235	1.111	2.011	1.000	2.011
2004	2.976	1.405	2.119	1.111	1.907	1.000	1.907
2005	3.384	1.719	1.968	1.111	1.771	1.000	1.771
2006	3.489	1.822	1.915	1.111	1.723	1.000	1.723
2007	3.816	1.856	2.056	1.111	1.850	1.000	1.850
2008	3.732	1.770	2.108	1.111	1.897	1.000	1.897
2009	3.068	1.496	2.050	1.111	1.845	1.000	1.845
2010	4.058	1.860	2.182	1.111	1.964	1.000	1.964
2011	4.154	2.059	2.017	1.111	1.815	1.000	1.815
2012	3.705	2.089	1.774	1.111	1.596	0.952	1.676