

# La declinación relativa de la agricultura en el proceso de desarrollo: alguna evidencia para la economía argentina (1955-2003)

*Luis N. Lanteri\**

## Resumen

El análisis de las causas que explican la declinación relativa de la agricultura en la economía es uno de los desafíos centrales del desarrollo económico. Sobre el particular, la literatura suele poner énfasis en los argumentos que descansan en el lado de la demanda, tal como la ley de Engel. Más recientemente, estas explicaciones han sido desafiadas por otros enfoques que destacan principalmente las diferencias en las dotaciones de factores (efecto Rybczynski), los cambios en los precios reales del sector agropecuario y las tasas diferenciales del cambio tecnológico, a efectos de explicar este fenómeno. Este trabajo analiza el proceso de transformación sufrido por la economía argentina durante las últimas cinco décadas, a partir de una metodología basada en la teoría de la dualidad y en un modelo que utiliza un mecanismo de corrección de errores, que permite explicar la dinámica de los desequilibrios y los costos del ajuste. Los resultados de las estimaciones sugieren que las caídas en los precios reales agropecuarios habrían sido menos importantes, como fuente de la declinación relativa de la agricultura en el caso argentino, que las diferentes tasas de crecimiento en la productividad observadas en el sector agropecuario y en la economía agregada.

## Summary

The relative decline of agriculture in growing economies is a central feature of economic development and a major influence on agricultural policies. Conventional explanations for the relative decline of agriculture in developing countries stress

\* Profesor de la Universidad de Rosario, Argentina.

demand-side phenomena, specifically Engel's law. This view has been challenged by quantitative analyses emphasizing supply-side effects such as differences in factor endowment growth rates (Rybczynski effect), the changes in the relative price of sector and differential rates of technical change. This paper shows a model of the transformation of the Argentine economy, applying duality theory and an error correction mechanism to capture the dynamics resulting from disequilibria and the costs of adjustment. The decline in agriculture's share of gross domestic product is found to be caused less by the relative price effects than by technical change observed in agriculture and in total economy.

## 1. Introducción

El análisis de las causas que explican la declinación relativa de la agricultura en la economía es uno de los desafíos centrales del desarrollo económico. En la Argentina, la participación del PIB real del sector agropecuario en el producto agregado doméstico (PIB real total) se redujo de casi un 19 por ciento a mediados de la década de los años cincuenta a alrededor de un 6 por ciento en años recientes.

Esta importante transformación tuvo lugar a pesar del notable incremento verificado en los rendimientos por hectárea y en la producción de cereales y semillas oleaginosas durante los últimos años (cultivos que explican algo más del 35 por ciento del PIB real del sector agropecuario y que constituyen el principal rubro dentro de las exportaciones argentinas).

A efectos de entender el proceso de desarrollo económico, resulta indispensable, por tanto, tratar de establecer la importancia de las variables que explican esta transformación en el largo plazo. No obstante la importancia del tema, son pocos los trabajos empíricos existentes dedicados a analizar este tópico a nivel mundial, y no existe prácticamente ningún estudio al respecto en el caso argentino. Entre los escasos estudios destinados a investigar la declinación relativa de la agricultura pueden mencionarse los trabajos de Martin y Warr (1993) sobre Indonesia y de Punyasavatsut y Coxhead (2002) sobre Tailandia.

Estos trabajos, así como algunos otros que analizan teóricamente los temas del desarrollo económico (por ejemplo, los artículos de Lewis (1954), Johnston y Mellor (1961), Chenery *et al.* (1986) y Timmer (1988)) brindan varias explicaciones respecto de la declinación relativa de la agricultura en el proceso de desarrollo.

Una de las razones para explicar este fenómeno sería el más lento incremento en la demanda de alimentos, de acuerdo con la ley de Engel. Suponiendo una elasticidad ingreso de demanda para los productos agrícolas menor que la unidad, los agentes económicos tenderían a reducir la participación relativa de los productos agrícolas (alimentos), y a aumentar la proporción de bienes manufacturados y de servicios en la estructura de gastos, a medida que se incrementa el ingreso de las familias. En una economía cerrada, este comportamiento determinaría, *ceteris paribus*, una reducción en los precios de los alimentos. Ello, a su turno, tendería a disminuir los retornos de los factores empleados en la agricultura y a causar una emigración neta de mano de obra y de capital hacia otros sectores de la economía, contrayendo las tasas de crecimiento del producto y del empleo en el sector agropecuario. No obstante, en una economía pequeña y abierta, con bienes comerciables y no comerciables internacionalmente, la participación de la agricultura en el PIB real también declinaría, si la demanda de bienes no comerciables fuera elástica en relación con el ingreso (Anderson, 1987).

Por su parte, desde una perspectiva neoclásica la transformación de la agricultura podría explicarse por modificaciones en las preferencias, en la dotación de factores y en la tecnología.

El objetivo de este trabajo es analizar las causas que explican la declinación relativa del sector agropecuario en la economía argentina durante las últimas cinco décadas, a partir de los potenciales determinantes de esta declinación, tales como los cambios operados en los precios reales del sector agropecuario, en la dotación de factores de la economía y en la tecnología. Para ello, se recurre a la estimación econométrica de una función translogarítmica de beneficios basada en un modelo teórico propuesto por Woodland (1982), Diewert y Morrison (1988) y Kohli (1991), que adopta la forma de un mecanismo de corrección de errores en dos etapas. Tal como señalan Martin y Warr (1993), dados los retrasos involucrados en el proceso de ajuste en la economía y la no estacionariedad de los datos considerados, el modelo de corrección de errores resulta muy adecuado a efectos de determinar los factores que explican la declinación relativa de la agricultura en el proceso de desarrollo económico.

Los resultados de las estimaciones sugieren que las caídas en los precios reales agropecuarios habrían sido menos importantes, como fuente de la declinación relativa de la agricultura en el caso argentino, que las diferentes tasas de crecimiento en la productividad total de los factores observadas en el sector agropecuario y en la economía agregada.

El resto del trabajo se desarrolla como sigue. En el punto dos se analiza el rol del sector agropecuario en la economía argentina. En el punto tres se presenta el modelo teórico utilizado, que descansa en la teoría de la dualidad y en una función translogarítmica de beneficios. En el punto cuatro se considera el modelo de corrección de errores empleado en las estimaciones empíricas, mientras que en el punto cinco se describen las fuentes y las propiedades estadísticas de las series utilizadas. En el punto seis se muestran los resultados de las estimaciones y la importancia de los diferentes factores que explican la declinación relativa de la agricultura en el caso argentino. Por último, en el punto siete se señalan algunas conclusiones del trabajo.

## 2. El rol del sector agropecuario en la economía argentina

El sector agropecuario constituye un área clave en la economía argentina. La agricultura ha sido siempre el mayor proveedor de divisas de la economía y lo continúa siendo en el presente. Históricamente, las exportaciones de productos agropecuarios representaron alrededor del 94,5 por ciento del total de las exportaciones argentinas. Aunque este porcentaje se ha reducido en años recientes (a casi un 52 por ciento), la capacidad del sector agropecuario para generar divisas sigue superando a la de cualquier otro sector de la economía (Gráfico 1).

**Gráfico 1: Participación de las exportaciones de productos agropecuarios y manufacturas de origen agropecuario en las exportaciones totales (porcentajes)**



1 Estos porcentajes incluyen también las manufacturas de origen agropecuario, que actualmente representan alrededor del 24 por ciento del PIB industrial. En el período 2000-2003 las exportaciones totales alcanzaron en promedio alrededor de US\$ 27.000 millones.

El sector agropecuario no sólo resulta la principal fuente de divisas del país, sino que también provee la mayor parte de la oferta de alimentos y una proporción importante de materias primas para la industria manufacturera

No obstante, la importancia relativa de la agricultura ha venido declinando en las últimas décadas. Mientras que en los años cincuenta, el sector agropecuario generaba alrededor del 18 por ciento del PIB real total y empleaba el 22.5 por ciento de la fuerza laboral, a principios del nuevo milenio estos porcentajes habían declinado, tanto en lo que respecta a la participación del sector en el PIB real total (5.7 por ciento), como en su contribución a la generación de empleos en la economía (alrededor de un 10.6 por ciento). Estas comparaciones se realizan entre el promedio del quinquenio 1955-1959 y el promedio del período 2000-2003, respectivamente (las participaciones del PIB real agropecuario en el PIB real total, para distintas bases estadísticas de cálculo del producto y para años seleccionados, pueden verse en el Cuadro 1).

**Cuadro 1**  
**Participación del PIB agropecuario en el PIB total**

Año de la base estadística de cálculo (corresponde a precios de ese año)	Año seleccionado para la comparación	Porcentaje de participación
Base 1960	1955	19.30
Base 1960	1960	16.60
Base 1960	1965	16.00
Base 1970	1970	13.20
Base 1970	1975	13.10
Base 1986	1980	7.00
Base 1986	1985	8.40
Base 1986	1990	8.90
Base 1993	1995	5.50
Base 1993	2000	5.30
Base 1993	2003	6.00

**Notas**

1. En moneda constante, de acuerdo con las distintas bases estadísticas de cálculo para años seleccionados.
2. Cada una de estas bases estadísticas de cálculo presenta una canasta particular de bienes a ser medidos y una estructura específica de precios relativos. Las participaciones para los años 1986 y 1993 fueron, respectivamente, del 7.8 por ciento y del 5 por ciento.

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Banco Central y del Ministerio de Economía.

Durante las últimas décadas dos hechos importantes influyeron sobre el sector agropecuario argentino. Por un lado, los precios internacionales de los principales "commodities" declinaron, desde principios de los años setenta, lo que afectó a algunas de las principales producciones del sector rural (Gráfico 2). Las caídas observadas en los precios internacionales fueron acompañadas muchas veces por erróneas políticas macroeconómicas domésticas, que contribuyeron a reforzar los efectos negativos generados por la declinación en los precios internacionales.

**Gráfico 2: Precios del maíz y de la soja correspondientes al Golfo de México y a Rotterdam**

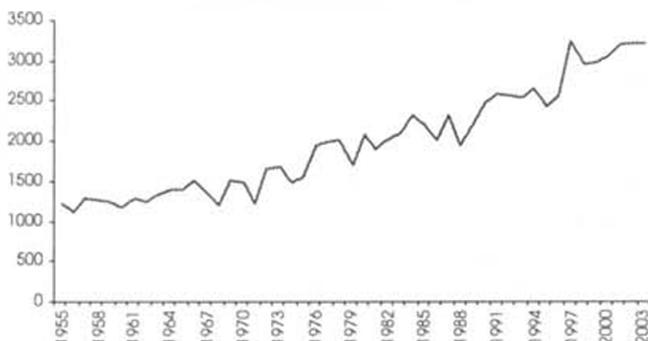


Nota: En términos reales (dólares corrientes por tonelada respecto de los precios al productor de los Estados Unidos).

Por otro lado, el sector agropecuario, y en particular los cultivos pampeanos (los provenientes de la pampa húmeda), experimentaron un importante cambio tecnológico que generó aumentos en la productividad por unidad de superficie. Estos incrementos de productividad permitieron compensar las caídas registradas en los precios de los productos agropecuarios y mejorar la rentabilidad y las retribuciones de los recursos productivos ocupados en la agricultura (Gráfico 3).

Los cambios sufridos en algunos de estos factores (por ejemplo, en precios y productividad) podrían ayudar a explicar la declinación relativa del sector agropecuario en la economía argentina.

**Gráfico 3: Rendimientos promedio de los principales cereales y oleaginosas (trigo, maíz, girasol y soja) (en kilogramos por hectárea)**



### 3. El modelo teórico

En esta sección se presenta el modelo teórico sobre el que descansan las estimaciones que analizan la declinación relativa de la agricultura en la economía argentina. El modelo teórico se basa en una función translogarítmica de beneficios (véanse los trabajos de Woodland (1982), Diewert y Morrison (1988) y Kohli (1991))

A tal efecto, se considera una economía pequeña y abierta caracterizada por retornos constantes a escala y equilibrio en un mercado competitivo. Se supone que existen dos sectores: la agricultura, simbolizada por  $A$ , y el resto de los sectores, simbolizados por  $N$ , así como tres tipos de factores productivos domésticos: mano de obra,  $L$ , capital,  $K$ , y tierra,  $R$ , mientras que  $T$  indica la tecnología. La frontera de posibilidades de producción puede definirse en forma implícita como:

$$(1) \quad G(A, N, L, K, R, T) = 0$$

Se supone una función de beneficios dos veces continua y diferenciable con respecto a precios, así como cantidades de factores no conjuntas ("non-jointness"). Esto último implica la existencia de una función de producción para cada bien. También se supone que la producción agropecuaria es relativamente menos intensiva en el uso de capital físico que el resto de la economía. Cabe recordar que, para una determinada estructura de precios y para una tecnología dada (se considera pleno empleo de los factores).

así como para el caso de una economía con dos bienes y dos sectores, el teorema de Rybczynski (1955) sugiere que un incremento en la oferta de capital respecto de la mano de obra influirá sobre la composición del producto agregado. Así, el incremento en la razón capital/mano de obra tendería a aumentar la producción y el empleo en el sector relativamente más intensivo en capital y a reducir dichas variables en el sector menos intensivo en dicho factor de producción.

Se supone también que la tecnología viene dada exógenamente y que es neutral con respecto a los factores productivos. Diferenciando la función translogarítmica de beneficios con respecto al logaritmo de los precios de los productos agropecuarios y aplicando el lema de Shephard es posible obtener la función de participación en el PIB agregado correspondiente al sector agropecuario. A pesar de su simplicidad, esta expresión resume toda la información necesaria respecto a la estructura de la economía que es relevante para el análisis.<sup>2</sup> La función de participación resulta una función del precio relativo sectorial, de la dotación de factores y de la tecnología:

$$(2) \quad S_i = \alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \ln(T_j P_j) + \sum_k \delta_{ik} \ln(F_k), \quad \forall j = A, N \text{ y } \forall k = L, K, R$$

donde  $S_i = (P_i Y_i) / \sum_j P_j Y_j$  representa la participación del sector  $i$  en el PIB agregado doméstico,  $Y_i$  es un vector de bienes finales,  $P_j$  un vector de precios de bienes finales,  $T_j$  la tecnología y  $F_k$  representa a los factores de producción. Debido a las propiedades de la función de beneficios, la función de participación sería homogénea de grado cero en precios, por lo que podría ser normalizada, bajo el supuesto de retornos constantes a escala:

De esta forma, la función de participación del sector agrícola en el producto agregado (PIB real total) tomaría la siguiente forma:

$$(3) \quad S_A = \alpha_A + \alpha_{AA} \ln(P_A/P_N) + \alpha_{AN} \ln(T_A/T_N) + \delta_{AK} \ln(K/L) + \delta_{AR} \ln(R/L)$$

En la expresión (3), la variable  $P_A/P_N$  representa el precio real de los productos agropecuarios,  $T_A/T_N$  la razón del cambio tecnológico entre el sector agropecuario y el no

2 La propuesta empleada es un primer paso para estimar los factores que explican la declinación relativa de la agricultura en el caso argentino. De acuerdo con Martin y Warr (1993), una especificación más completa implicaría mayores problemas de búsqueda de datos y un procedimiento de estimación más complejo.

agropecuario,  $K/L$  la razón del stock de capital respecto de la mano de obra ocupada en la economía y  $R/L$  la razón de la superficie cultivada respecto de la mano de obra.

En este sentido, la participación de la agricultura en el producto agregado sería una función de la dotación relativa de factores, de una variable que refleja el diferencial del cambio tecnológico, del precio real doméstico de los productos agropecuarios y de la razón tierra/mano de obra. Esta expresión muestra una situación de equilibrio de largo plazo de la economía.

Tal como sugiere la expresión (3), un incremento en los precios reales agropecuarios implicaría un aumento en la participación del sector rural en la economía. Un efecto similar tendría lugar ante un mayor desarrollo tecnológico en el sector agropecuario respecto de la economía agregada y ante una caída en la razón capital/mano de obra ocupada. Este último efecto obedece al teorema de Rybczynski (1955) y al supuesto de que la producción agrícola es relativamente menos intensiva en capital físico que el resto de la economía.

#### 4. El modelo utilizado en las estimaciones empíricas

Como paso previo a la selección del modelo a utilizar en las estimaciones empíricas, conviene hacer algunos comentarios respecto de la especificación de la ecuación a estimar. En la literatura suele argumentarse que las especificaciones de funciones econométricas realizadas sólo en niveles o en primeras diferencias serían defectuosas. Las expresiones estimadas en niveles no considerarían la estructura de corto plazo y el proceso de ajuste dinámico entre las variables, mientras que las especificaciones estimadas solamente en primeras diferencias no incorporarían la información de largo plazo (cointegración) ni establecerían un mecanismo para captar los desequilibrios entre las variables. Debido a ello, suele aconsejarse como alternativa emplear un modelo de corrección de errores, a efectos de explicar las correlaciones de corto y largo plazo entre las variables.

En este sentido, el modelo de corrección de errores permite calibrar los ajustes dinámicos de corto plazo y las relaciones de largo plazo (cointegración) entre las variables, cuando las variables son integradas de orden uno.

De acuerdo con Engle y Granger (1987), la combinación lineal de dos, o más, series de tiempo no estacionarias podría ser estacionaria. La combinación lineal estacionaria

se denomina término de corrección de errores y se interpreta como la relación de equilibrio de largo plazo entre las variables

En el trabajo, el modelo empírico a estimar se basa en la forma semilogarítmica de la expresión (3) La expresión de largo plazo tomaría la siguiente forma

$$(4) \quad S_{At} = \beta' \ln F_t + \omega_t$$

donde  $S_{At}$  indica la participación del sector agropecuario en el producto agregado doméstico,  $\beta$ , el vector de parámetros de largo plazo a ser estimados,  $F_t$ , el vector de las variables del modelo y  $\omega_t$ , una variable estocástica estacionaria

El modelo señalado en la expresión (4) impone como restricción que la situación de equilibrio de estado estacionario sea dinámicamente estable De esta forma, las perturbaciones que impliquen apartarse del equilibrio serían de corto plazo La participación del agro en el PIB real agregado convergería así a su valor de equilibrio y la ecuación (4) se transformaría en un modelo de corrección de errores (MCE)

El modelo empírico empleado representa una de las metodologías posibles (pero que presenta ventajas respecto a la obtención de los datos y al proceso de estimación) para estimar la importancia de las variables que explican la declinación de la agricultura en el producto real agregado Esta propuesta es similar a la utilizada por Martin y Warr (1993) en el caso de la economía de Indonesia De acuerdo con dichos autores, debido a los retrasos involucrados en el proceso de ajuste en la economía, así como a la eventual no estacionariedad de los datos involucrados, el modelo de corrección de errores resultaría sumamente adecuado en el presente caso

## 5. Datos empleados en las estimaciones y propiedades de las series utilizadas

A fin de llevar a cabo las estimaciones econométricas, se utilizan en el trabajo datos de las siguientes variables: participación del PIB agropecuario en el PIB agregado doméstico a precios constantes, precios reales agropecuarios en el mercado doméstico, razón del stock total de capital respecto de la mano de obra ocupada en la economía y razón entre la productividad total de los factores en el sector agropecuario

y la productividad total de los factores en la economía agregada) También se incluye una variable que representa la razón entre la superficie cultivada y la mano de obra ocupada. Los datos son de periodicidad anual y cubren el periodo 1955-2003.

- La participación del PIB agropecuario en el PIB agregado a precios constantes se obtiene a partir de las series de PIB a precios de 1993 (PIB real) correspondientes al sector agropecuario (incluye también caza y extracción de madera) y a la economía agregada. Los datos anteriores a esa fecha se obtienen empalmado hacia atrás las respectivas series a precios de 1993 con las series a precios de 1986, 1970 y 1960, respectivamente, a través de las correspondientes variaciones.

- Los precios reales agropecuarios corresponden al cociente entre los precios al por mayor agropecuarios y los precios al consumidor domésticos (estos últimos representan una aproximación de los precios de los bienes no comerciables internacionalmente). Los precios reales agropecuarios son una de las variables que podrían explicar la declinación relativa de la agricultura en el producto agregado doméstico.

Dado que una importante proporción de la oferta interna de productos agropecuarios argentinos es comercializada externamente, los precios reales de estos bienes se forman, en gran medida, a partir del tipo de cambio real y de los impuestos sobre el comercio exterior (impuestos a las exportaciones). Estas variables dependen, a su vez, de las políticas llevadas a cabo por el Gobierno.

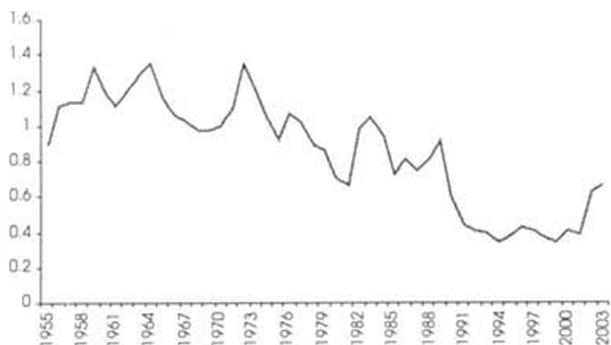
El tipo de cambio real se explica por los precios externos de los productos que entran en el comercio exterior, por el tipo de cambio nominal, por la política comercial externa y por las políticas macroeconómicas domésticas.

Los impuestos a las exportaciones fueron importantes durante los años setenta y ochenta, llegando a representar en algunos periodos más del 20 por ciento del valor de las exportaciones agropecuarias. A partir de 1991, el Gobierno eliminó prácticamente este tipo de gravámenes, quedando solamente algunos derechos que afectaron a las exportaciones de productos oleaginosos (soja, girasol, lino, mani y algodón). Luego de las devaluaciones del año 2002, el Gobierno volvió a aplicar impuestos a las exportaciones sobre algunos productos agropecuarios.

El tipo de cambio real y los impuestos a las exportaciones determinan el tipo de cambio real efectivo para las exportaciones. El tipo de cambio real efectivo sería el precio relativo neto que resulta una vez deducidos los impuestos a las exportaciones (o computados los aranceles a las importaciones) sobre el tipo de cambio real. Un aumento en el tipo de cambio real efectivo podría originarse en una devaluación de la moneda doméstica respecto del dólar estadounidense (divisa que se toma como referencia dado que los principales "commodities" vienen expresados en dicha moneda), en una reducción de los impuestos a las exportaciones o en un menor incremento de la inflación doméstica respecto de la externa.

En el Gráfico 4 puede verse la evolución de los precios reales del sector agropecuario (índice base 1970 = 100), los que están fuertemente correlacionados con el tipo de cambio real efectivo de exportación para el sector agropecuario. Los precios reales agropecuarios han sufrido una tendencia declinante desde comienzos de los años setenta, con excepción de algunos picos ascendentes como el de los años 2002 y 2003.

**Gráfico 4: Precios reales agropecuarios (precios al por mayor agropecuarios/precios al consumidor). Índice base: 1970=100**

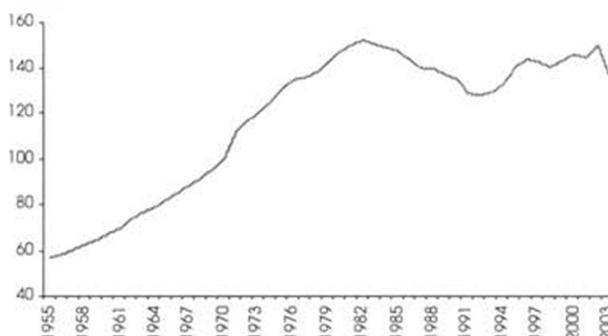


- La razón capital/mano de obra ocupada en la economía se construye a partir de las series del stock de capital y de la mano de obra ocupada en la economía agregada. La serie de stock de capital surge a partir de la expresión del inventario perpetuo

3. Habría entonces un tipo de cambio real efectivo promedio para las exportaciones y otro para las importaciones. Este último consideraría, en lugar de impuestos a las exportaciones, los aranceles explícitos a las importaciones. Algunos autores consideran que la relación entre los aranceles a las importaciones y los derechos de exportación (uno menos la tasa de impuestos a las exportaciones sobre uno más la tasa de aranceles explícitos a las importaciones) representaría el sesgo anticomercio de la economía.

( $S_t = S_{t-1} (1 - \delta) + I_t$ ), que relaciona el stock de capital (S) con la inversión bruta interna fija a precios constantes (I) y con una tasa constante de depreciación ( $\delta = 5$  por ciento anual)

**Gráfico 5: Razón capital/mano de obra ocupada en la economía agregada. Índice base: 1970=100**



Para estimar el stock de capital inicial (año 1955) se consideró que el stock de capital era en dicho año diez veces mayor que la inversión bruta interna correspondiente. Este último supuesto se basa en la expresión que vincula el nivel de inversión en el estado estacionario (I) con la tasa de crecimiento de la inversión (g), con la tasa de depreciación ( $\delta$ ) y con el stock de capital correspondiente al estado estacionario (K)  $I = (g + \delta) K$ . A tal efecto, se consideró una tasa de crecimiento de la inversión (g) del 5 por ciento. Posteriormente, relacionando la serie de stock de capital y la mano de obra ocupada en la economía se construye la razón capital/mano de obra ocupada (Gráfico 5)

- La variable que capta la razón entre la productividad total de los factores en el sector agropecuario y la productividad total de los factores en la economía agregada se obtiene a partir de la metodología de la contabilidad del crecimiento. Las tasas de crecimiento de la productividad total de los factores en la economía agregada surgen de la diferencia entre las tasas de crecimiento del PIB real total y la suma de las tasas de crecimiento del stock de capital y de la mano de obra ocupada en la economía (para ponderar los factores de producción se empleó un coeficiente de 0.49 para la mano de obra y de 0.51 para el capital). Por su parte, las tasas de crecimiento de la productividad total de los factores en el sector agropecuario se obtienen a partir de la diferencia entre las tasas de crecimiento del PIB real agropecuario y la suma ponderada de las tasas de

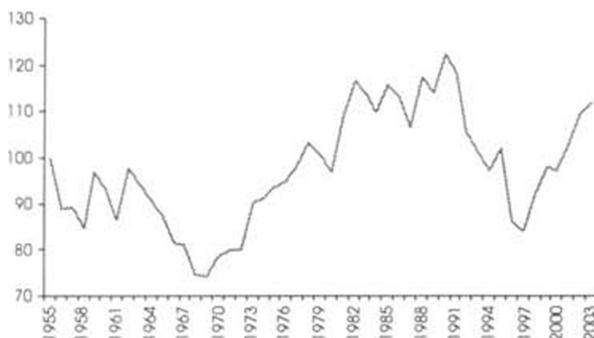
crecimiento de los siguientes factores tierra, mano de obra, maquinarias y fertilizantes (a tal efecto, se utilizaron las siguientes ponderadores: tierra 0.26, mano de obra 0.49, maquinarias 0.12 y fertilizantes 0.13). Los coeficientes utilizados como ponderadores surgen de las participaciones que presentan, en cada caso, los costos de los factores en el costo total, durante el promedio del periodo muestral. En símbolos, sería

$$(5) \quad \gamma_{ptf} = \gamma_Y - \sum_{i=1}^n \alpha_i (X) \gamma_{X_i}$$

donde  $\gamma$  refleja la tasa de crecimiento de las variables,  $\alpha_i (X)$ , la participación en el costo del factor  $i$  y  $ptf$ , la productividad total de los factores. El índice Divisia emplea las participaciones observadas en el costo de los factores productivos, como aproximación de las elasticidades parciales del producto respecto de los factores, para ponderar las tasas de crecimiento de los factores productivos. Si se descartan ineficiencias, el crecimiento de la productividad total de los factores podría considerarse equivalente a la tasa de cambio tecnológico. Esta variable, medida como un residuo, captura el crecimiento en el producto no explicado por el crecimiento en los factores productivos domésticos.

Luego de obtener las series de productividad en tasas de crecimiento, se construye para cada serie un índice, con base 1955 = 100, y luego se calcula la razón entre ambos índices. El resultado se muestra en el Gráfico 6.

**Gráfico 6: Razón productividad total de los factores en el agro/productividad total de los factores en la economía agregada. Índice base 1955=100.**



Tests de Raíz unitaria. Posteriormente, se examinan las propiedades de series de tiempo de los datos. En el Cuadro 2 se incluyen los valores estimados de los tests de Dic-

key-Fuller Aumentado (ADF), los que permiten no rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria en los niveles de las variables, a un nivel de significatividad del 1 por ciento. A su vez, se rechaza tal hipótesis en favor de la alternativa de estacionariedad, para las primeras diferencias de las variables, a los niveles usuales de aceptación<sup>4</sup>.

**Cuadro 2**  
**Tests de raíz unitaria. Estadísticos Dickey-Fuller aumentado (ADF). 1955-2003**

Series	N° rezagos	Niveles			Primeras Diferen. (2)	Orden Integración
		Significatividad constante	Significatividad tendencia	ADF (1)		
Participación del agro en el PIB real total.	2	No	No	-0.67	-7.08	1
Log (razón stock total de capital/mano de obra ocupada en la economía)	2	No	No	-1.50	-1.79	1
Log (productividad total de los factores del agro y de la economía agregada)	2	No	No	-1.66	-7.49	1
Log (precios reales agropecuarios)	2	No	Sí	-3.13	-6.07	1
Log (razón tierra cultivada/mano de obra)	2	No	No	-0.76	-7.14	1

Notas: rezagos óptimos de acuerdo con el criterio de Akaike (1) no es posible rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria al 1 por ciento de significatividad estadística (2) se rechaza la hipótesis nula al 1 por ciento, excepto en la razón stock total de capital/mano de obra ocupada, que se rechaza al 10 por ciento.

4 Dada la especificación de la expresión (4), podría llegar a plantearse un problema de sesgo por simultaneidad si hubiera alguna correlación entre la participación de la agricultura en el producto y los precios de los bienes no comerciables (lo que determinaría la existencia de algún componente endógeno en el lado derecho de esa expresión). Aunque el problema de simultaneidad ha sido prácticamente ignorado en las aplicaciones de la teoría de la dualidad, en este trabajo se verifica la hipótesis de exogeneidad débil. El cumplimiento de dicha hipótesis permitiría estimar el modelo planteado en la expresión (9) sin sufrir pérdidas de eficiencia. A tal efecto, se verifica la hipótesis de exogeneidad débil de las variables explicativas planteadas en la expresión (9), empleando la propuesta de vectores de cointegración (Johansen, 1988). El sistema toma la siguiente forma:  $\Delta Y_t = \Gamma_0 \Delta Z_t + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \alpha \beta X_{t-1} + \psi_t$ , donde  $Y_t$  es un vector de variables endógenas,  $Z_t$  un vector de variables débilmente exógenas (incluyendo el espacio de cointegración),  $X_{t-1}$  un vector de todas las variables y  $\psi_t$  los errores del modelo. A su vez,  $\Gamma_0$  y  $\Gamma_1$  indican los ajustes de corto plazo para cambios en  $Z_t$  y en  $X_{t-1}$ ,  $\beta$  la matriz de coeficientes de largo plazo y  $\alpha \beta'$  el ajuste de largo plazo. Si bien existen otras propuestas de evaluación de exogeneidad débil en un contexto de cointegración uniecuacional, un enfoque más general que no suponga una determinada normalización llevaría a un análisis de cointegración por sistemas. En esta representación la exogeneidad débil requiere que el parámetro que mide el peso de la relación de cointegración en la ecuación estimada (la velocidad de ajuste) sea igual a cero. Los tests de razones de probabilidad ("Likelihood Ratio tests") no permiten rechazar, en cada caso, la hipótesis nula que el parámetro  $\alpha = 0$ , para el caso de una relación de cointegración ( $\alpha_j = 0$ , para  $j = 1$ ). En otros términos, este resultado implica que, al estimar  $Y_t$  con  $X_t$ , si la variable  $X_t$  fuera débilmente exógena para los parámetros de interés, no sería necesario estimar conjuntamente el modelo de  $X_t$  con  $Y_t$  para encontrar los parámetros buscados.

## 6. Resultados encontrados en las estimaciones empíricas

De acuerdo con lo señalado en la sección cuatro del trabajo, el análisis de las relaciones de equilibrio entre las variables económicas podría ser encarado a partir del concepto de cointegración propuesto por Engle y Granger (1987). El modelo de corrección de errores sobre el que se basa esta propuesta hace posible estimar simultáneamente las correlaciones de corto y largo plazo entre las variables. Este modelo surge de la teoría de la cointegración. Las variables podrían estar separadas en el corto plazo, pero las fuerzas económicas actuarían para que se muevan juntos en el largo plazo (en el corto plazo, los shocks al sistema podrían empujar a la economía fuera del estado estacionario y determinar que las variables difieran temporalmente de su valor de largo plazo), de forma que las variables estén cointegradas.

El modelo de corrección de errores aplicado en este trabajo se basa en un procedimiento en dos etapas, que se realiza a través de mínimos cuadrados ordinarios. El primer paso implica estimar una expresión estática respecto de la participación del sector agropecuario en el PIB real agregado, en función de las variables explicativas mencionadas en el primer párrafo del punto cinco. La estimación de la expresión estática reflejaría los parámetros de largo plazo del modelo.

Como puede observarse en el Cuadro 3, los coeficientes estimados, correspondientes a los precios reales agropecuarios y al diferencial de productividad, resultan significativamente distintos de cero y con los signos esperados *a priori*. En la estimación, se intentó también incluir la razón entre la superficie cultivada y la mano de obra ocupada en la economía ( $R/L$ ) y una variable que indica la razón entre el stock de capital y la mano de obra ocupada ( $K/L$ ), pero la inclusión de estas variables no arrojó buenos resultados econométricos.

El test ADF de existencia de raíz unitaria permite rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad de los residuos de la expresión (estática) estimada en niveles, al 5 por ciento de significatividad estadística, de forma que las variables estarían cointegradas. Los parámetros de largo plazo estimados (los  $b$ ), que surgen de la expresión estática, para el caso de las variables cointegradas, serían superconsistentes aún en ausencia de exogeneidad débil.

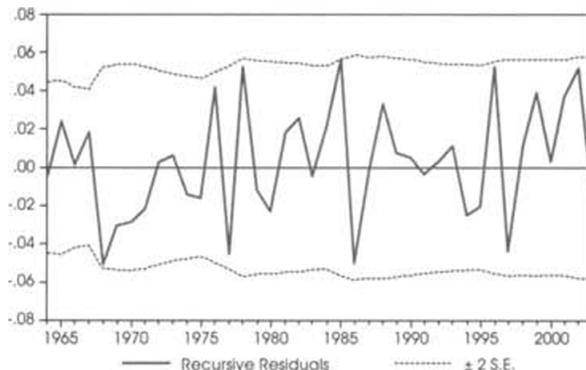
El segundo paso consiste en estimar las primeras diferencias de la participación del sector agropecuario en el producto real agregado en función de los errores rezagados un período, provenientes de la ecuación estática y de las primeras diferencias (del logaritmo) de las variables explicativas consideradas. También se incluyó una variable "dummy" que toma valor uno en algunos años de caídas en el producto (1963, 1990, 1994 y 1995) y cero en los años restantes. En la estimación de la ecuación dinámica, todas las variables resultan estadísticamente significativas y con los signos esperados *a priori* (Cuadro 3).

Los tests de comportamiento residual muestran que los residuos de la estimación realizada en la segunda etapa pueden considerarse ruido blanco, homoscedásticos y normales, así como bastante estables (ver el final del Cuadro 3 y el Gráfico 7).

Los resultados de las estimaciones realizadas sugieren que las caídas en los precios reales del sector rural y las desmejoras en la relación entre la productividad total de los factores en el sector agropecuario y la productividad total de los factores en la economía agregada reducirían la participación del PIB real agropecuario en el PIB real agregado.

Mientras los precios reales agropecuarios sufrieron una declinación sistemática desde comienzos de los años setenta, la productividad del agro respecto de la del total de la economía cayó en términos relativos durante la década del sesenta, se recuperó en los setenta y ochenta y volvió a caer en buena parte de la década de los noventa.

**Gráfico 7: Estabilidad de los parámetros de la ecuación dinámica**



Cuadro 3

Participación del PIB real del sector agropecuario en el PIB real total.  
Estimación de los parámetros correspondientes a la expresión estática de largo plazo  
y al segundo paso del Mecanismo de Corrección de Errores (MCE). (1955-2003)

Variables y ecuación estimada	Participación del PIB real agropecuario en el PIB real agregado. Ecuación estática. (1)	D (participación del PIB real agropecuario en el PIB real total). Segundo paso del MCE (ecuación dinámica). (2)
Constante	1.132 (68.849) ***	-0.012 (-2.693) **
Log (precios reales agropecuarios)	0.080 (2.430) **	
Log (productividad total de los factores agro/ productividad total de los factores economía agregada)	0.264 (2.401) **	
(Residuos de la expresión estimada en el primer paso)-1		-0.095 (-1.810) *
D (log precios reales agropecuarios)		0.087 (3.185) ***
D(log productividad total de los factores agro/ productividad total de los factores economía agregada)		0.697 (9.930) ***
Variable "dummy"		0.081 (5.308) ***
R <sup>2</sup> ajustado	0.130	0.790
D.W.	0.290	2.400
LM. Breusch-Godfrey, P-value		0.370
ADF test sobre los residuos		-3.300
LM-ARCH, P-value		0.060
White prod. no cruzado, P-value		0.940
Jarque Bera, P-value		0.660

## Notación

Log logaritmo natural

-1 retraso de un período en la variable

D primeras diferencias

\*\*\* significativo estadísticamente al 1 por ciento

\*\* significativo estadísticamente al 5 por ciento

\* significativo estadísticamente al 10 por ciento.

Por último, en el Cuadro 4 se estima la importancia de cada una de las variables que explican la declinación relativa de la agricultura en el caso argentino. En dicho cuadro, los valores de la primera columna indican las tasas promedio de crecimiento de las variables consideradas (corresponden a promedios geométricos expresados en porcentajes), mientras que los de la segunda columna representan los parámetros obtenidos en la estimación de la ecuación estática

Puede observarse que durante el período 1955-2003, la participación del PIB real agropecuario en el PIB real agregado se redujo a una tasa promedio del 0.119 por ciento anual. Por su parte, los precios reales del sector agropecuario declinaron a una tasa promedio del 0.614 por ciento anual, mientras que la razón entre la productividad total de los factores en el agro y en la economía agregada se incrementó al 0.233 por ciento anual promedio.

**Cuadro 4**  
**Contribución de los distintos factores a la caída de la**  
**participación relativa de la agricultura en la economía. (1955-2003)**

Factores considerados	Tasas de crecimiento. Promedios geométricos, en porcentaje. (1)	Parámetros de la ecuación estática. (2)	(3) = (1) * (2)	Contribución de cada factor a la declinación relativa de la agricultura en la economía. (4)
Razón stock total de capital/mano de obra ocupada	1.851	--	--	--
PTF en el agro/PTF en la economía agregada	0.233	0.264	0.062	4.769
Precios reales agropecuarios	-0.614	0.080	-0.049	-3.769
Participación relativa de la agricultura en la economía	-0.119			1.000

Fuente: elaboración propia.

La última columna del Cuadro 4 muestra la contribución de cada factor a la declinación de la agricultura en el producto real agregado. Se observa que el diferencial de productividad entre el agro y la economía agregada sería el factor más importante que explica la transformación de largo plazo sufrida por la agricultura argentina, mientras que los precios reales del sector agropecuario serían menos importantes a efectos de explicar este fenómeno. Al respecto, debe notarse, tal como se señaló en el punto dos del trabajo, que los incrementos en la productividad del factor tierra (en este caso se está considerando un solo factor de producción) en los principales cultivos permitieron compensar las caídas observadas, durante buena parte del periodo analizado, en los precios reales de los productos agropecuarios. Es probable que las mejoras en la productividad total de los factores observadas en la agricultura hayan tenido también un efecto similar sobre el sector agropecuario.

Cabe recordar que Martin y Warr (1993), en su trabajo sobre Indonesia, encuentran que los cambios en la razón capital/mano de obra ocupada habrían predominado en el caso de ese país, en tanto que Punvasavatsut y Coxhead (2002) argumentan que las políticas de precios agrícolas serían la fuente principal de la declinación relativa de la agricultura en el caso de Tailandia.

## **7. Conclusiones**

En este trabajo se analizan los principales determinantes que explican la declinación relativa de la agricultura en la economía argentina durante las últimas cinco décadas (la participación del PIB real agropecuario en el PIB real agregado). A efectos de realizar las estimaciones, se utilizaron datos anuales correspondientes a este país, que cubren el periodo 1955-2003.

En la Argentina, la participación del sector agropecuario en el PIB real agregado se redujo de un 19 por ciento a mediados de los años cincuenta a algo menos de un 6 por ciento en años más recientes.

La literatura suele atribuir la declinación relativa de la agricultura en el proceso de desarrollo a la reducción observada en los precios reales del sector rural, a las tasas diferenciales de cambio tecnológico entre el sector agropecuario y el resto de la economía y a las modificaciones en la dotación relativa de los factores domésticos, según se

ponga mayor énfasis en los factores del lado de la demanda o del lado de la oferta de la economía

En este trabajo se ha tratado de determinar la importancia relativa de esas variables, a partir de un modelo teórico basado en la teoría de la dualidad y en estimaciones empíricas realizadas a partir de una función de participación y de un modelo de corrección de errores en dos etapas. Este modelo tiene la ventaja de permitir considerar las correlaciones de corto y largo plazo (cointegración) entre las variables. Tal como argumentan Martin y Warr (1993), debido a los retrasos involucrados en el proceso de ajuste en la economía y a la no estacionariedad de los datos considerados, el modelo de corrección de errores podría resultar muy adecuado para este propósito.

El proceso de estimación consta de dos pasos. En la primera etapa se estima la relación estática de largo plazo en los niveles de las variables. En este caso, los residuos de la estimación resultan estacionarios, indicando la cointegración de las variables. En la segunda etapa se estima el segundo paso del modelo de corrección de errores (MCE), que incluye como variables explicativas a los residuos rezagados un periodo, provenientes del primer paso de estimación, y a las primeras diferencias de las variables explicativas consideradas (precios reales agropecuarios y la razón entre la productividad total de los factores en el agro y la productividad total de los factores en la economía agregada, con las variables explicativas en logaritmos naturales).

Los resultados encontrados en las estimaciones muestran que el diferencial de productividad sería el factor que explica la mayor parte de la declinación relativa de la agricultura, en el caso argentino, mientras que las caídas en los precios reales agropecuarios tendrían una menor influencia relativa.

No obstante ello, no debería extraerse como conclusión que las señales emitidas por los precios relativos son irrelevantes, o que las políticas gubernamentales en materia de precios agrícolas resultan neutrales para la economía. Tal como destacan Punyasavatsut y Coxhead (2002), la imposición de gravámenes a las exportaciones agropecuarias, o la existencia de un tipo de cambio real subvaluado, reducen los precios agropecuarios domésticos y la rentabilidad del sector rural, contribuyendo de esta forma a la pérdida de participación del sector agropecuario en la economía agregada.

## REFERENCIAS

- Anderson, K. 1987. "On why Agriculture declines with Economic Growth" *Agricultural Economics*. (3) 195-207.
- Caselli, F y W Coleman. 2001. "The U.S. Structural Transformation and Regional Convergence: a Reinterpretation" *Journal of Political Economy* (109) 584-616.
- Chenery, H., Robinson, S. y M. Syrquin. 1986. *Industrialization and Growth: a Comparative Study*. Oxford University Press.
- Engle, R. y C. Granger. 1987. "Co-integration and Error Correction: representation, Estimation and Testing" *Econometrica* (55). 251-276.
- Diewert, E. y C. Morrison. 1988. "Export Supply and Import Demand Functions: a Production Theory Approach" En R. Feenstra *Empirical Methods for International Trade*. MIT Press.
- Gollin, D., S. Parente y R. Rogerson. 2002. "The Role of Agriculture in Development" *American Economic Review Papers and Proceedings* (92) 160-164.
- Johansen, S. 1988. "Statistical Analysis of Cointegration Vectors" *Journal of Economic Dynamics and Control*. (12) 231-54.
- Johnston, B. y J. Mellor. 1961. "The Role of Agriculture in Economic Development" *American Economic Review*. (51) 566-593.
- Kohli, U. 1991. *Technology, Duality and Foreign Trade: the GNP Function Approach to Modeling Imports and Exports*. University of Michigan Press.
- Lewis, W. 1954. *Economic Development with Unlimited Supplies of Labor*. Manchester School.
- Martin, W. y P. Warr. 1993. "Explaining the Relative Decline of Agriculture: a Supply-side Analysis for Indonesia" *The World Bank Economic Review*. (7) 381-401.

Punyasavatsut, C. y I Coxhead 2002. "On the Decline of Agriculture in Developing Countries: a Reinterpretation of the Evidence" University of Wisconsin-Madison. Mimeo.

Rybczynski, T 1955 "Factor Endowments and Relative Commodity Prices" *Economica* (22). 336-41

Timmer, P. 1988. "The Agricultural Transformation". En H. Chenery, y T. Srinivasan (eds.). *Handbook of Development Economics*. Vol. 1 North-Holland.

Woodland, A. 1982. "International Trade and Resource Allocation". North-Holland.