

Choques macroeconómicos en la agricultura. Alguna evidencia para la economía argentina

LUIS N. LANTERI*

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario representa uno de los pilares de la economía Argentina. La agricultura ha sido siempre el mayor proveedor de divisas del país y lo continúa siendo en el presente.¹ En este sentido, analizar los factores que explican los cambios en el producto de este sector resulta de sumo interés para entender el proceso de desarrollo de la economía.

En los últimos años se han venido observando importantes incrementos en los precios de las materias primas exportables, lo que ha tenido fuertes repercusiones en los países latinoamericanos. La Argentina, al igual que otras economías de la región, también se ha visto favorecida por el auge de las materias primas y por las mejoras registradas en sus términos del intercambio externos.

Mientras algunos trabajos señalan que las fluctuaciones en los términos del intercambio podrían afectar al crecimiento del producto (entre ellos,

Manuscrito recibido en enero de 2010; aceptado en julio de 2011.

* Universidad Nacional de Rosario (UNR), <lnlante@yahoo.com.ar>. El autor agradece los valiosos comentarios y sugerencias de dos dictaminadores anónimos.

¹ En el trabajo, el término agricultura hace referencia también al sector agropecuario en su conjunto.

Macklem 1993; Mendoza 1995; Hoffmaister y Roldós 1997; Kose y Riezman 2001 y Kose 2002), otros autores sugieren que serían más bien las políticas macroeconómicas implementadas por los gobiernos, para hacer frente a los incrementos de precios (entre ellas la política monetaria), las que afectarían en definitiva a los cambios en el producto doméstico (Bernanke *et al.* 1997; Bjornland 2000).

No obstante, las transformaciones que han tenido lugar en el sector agropecuario argentino podrían explicarse también por las modificaciones ocurridas en la dotación de factores y en la tecnología. En particular, en las últimas décadas, la agricultura experimentó un notable aumento en los rendimientos por hectárea y en la producción de cereales y oleaginosas, cultivos estos que explican la mayor parte del producto interno bruto (PIB) real sectorial y constituyen el principal motor dentro de las exportaciones argentinas.

El objetivo de este trabajo es estimar empíricamente un modelo econométrico que permita distinguir los efectos de los choques en los términos del intercambio de otros choques domésticos, a fin de determinar la participación relativa de cada uno de ellos en las fluctuaciones del producto agropecuario argentino. Algunas de las referencias que se encuentran en la literatura, comenzando por Shapiro y Watson (1988) y Blanchard y Quah (1989), emplean restricciones de largo plazo, basadas en las propiedades de neutralidad, para identificar los choques transitorios y permanentes en el producto real. Este trabajo sigue la línea marcada por estos autores, pero amplía el análisis a una economía abierta, al igual que en los estudios de Ahmed *et al.* (1993), Hoffmaister y Roldós (1997), Prasad (1999), Bjornland (1998, 2000) y Mehrara y Oskoui (2007). El trabajo utiliza una propuesta de corrección de error vectorial estructural (SVEC por sus siglas en inglés) (Lutkepohl 2005), a fin de establecer la importancia relativa de estos choques, a partir del análisis de descomposición de la varianza y de la dinámica del proceso de ajuste (funciones de impulso-respuesta), y considera datos trimestrales de la economía Argentina que abarcan el periodo 1993:1-2010:1.²

² No resulta posible ampliar el periodo de análisis debido a que no se dispone de datos trimestrales de una de las variables utilizadas (términos del intercambio internos) con anterioridad a 1993.

A diferencia de los trabajos pioneros que trataron de modelar la dinámica de la oferta agropecuaria (Nerlove 1958 y Griliches 1960, por ejemplo),³ a partir de los precios y de otros factores, sobre la base, por lo general, de estimaciones uniecuacionales, la propuesta seguida en el trabajo tiene su origen en la metodología de vectores autorregresivos (VAR) y en el análisis de cointegración. Los modelos de SVEC permiten determinar los efectos de los choques transitorios y permanentes y las participaciones de cada uno de ellos en las fluctuaciones de las principales variables. Los resultados muestran que la principal fuente de las fluctuaciones en el producto en el largo plazo obedecería a los choques de oferta (productividad) y en menor medida a los términos del intercambio. A su vez, los choques de demanda serían los más importantes para explicar las fluctuaciones en el tipo de cambio real multilateral.

El resto del trabajo se desarrolla como sigue. En la sección dos se describen las características del sector agropecuario argentino y se consideran los aspectos teóricos de un modelo de economía pequeña y abierta que enfrenta choques macroeconómicos. En la sección tres se presenta el modelo de SVEC y en la cuatro se analizan las propiedades estadísticas de las series utilizadas, mientras que en las secciones cinco y seis se muestran los resultados de las estimaciones. Por último, en la sección siete se comentan las principales conclusiones del trabajo.

SECTOR AGROPECUARIO Y EFECTOS DE LOS CHOQUES MACROECONÓMICOS SOBRE EL PRODUCTO SECTORIAL

El sector agropecuario argentino

El sector agropecuario ha constituido siempre el mayor oferente de divisas de la economía y lo continúa siendo en la actualidad. Históricamente, las exportaciones de productos agropecuarios representaron más de 90% del

³ Véanse, entre otros, los trabajos de: Askari y Cummings (1976), Brescia y Lema (2007), Díaz Alejandro (1975), Gluck (1979), Griliches (1960), Lanteri (1996), Nerlove (1958, 1979) y Reca (1967, 1969, 1974, 1980). Algunos de estos trabajos muestran una respuesta reducida del sector agropecuario agregado frente a los incentivos de precios, pero una mayor elasticidad de oferta a precios para el caso de los cultivos individuales.

total de las exportaciones argentinas. Aunque este porcentaje se ha reducido en años recientes (a casi 57% en 2008), la capacidad de la agricultura, y de las manufacturas de este origen, para generar divisas sigue superando a la de cualquier otro sector de la economía.

No obstante, la importancia relativa de la agricultura ha venido declinando en las últimas décadas. Mientras que a mediados de los años cincuenta, el sector agropecuario generaba 19% del PIB total real y empleaba alrededor de 17% de la fuerza laboral, en la última década estos porcentajes declinaron, tanto en lo que respecta a la participación en el producto (alrededor de 5%), como en su contribución a la generación de empleos en la economía (inferior a 10%).

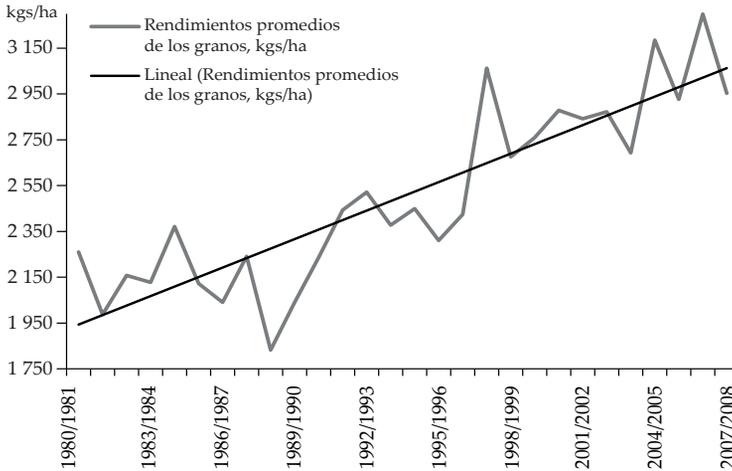
La producción agrícola en la Argentina proviene principalmente de dos regiones naturales, que difieren en sus características ecológicas: la pampa y el resto del país (un conjunto de áreas que se especializan en la producción de ciertos cultivos).

La región pampeana (cubre alrededor de 45 millones de hectáreas en el centro-este del país) se dedica básicamente a las producciones que constituyen la principal fuente de las divisas de exportación. La mayor parte de los cereales y de las oleaginosas se originan en esta región. Las otras áreas agrícolas son: i) nordeste: cítricos, algodón, soja, arroz, tabaco, té y ganadería; ii) noroeste: tabaco, caña de azúcar, cítricos, soja, ganadería y vegetales; iii) Cuyo: vid y frutales, y iv) Patagonia: algunos frutales y la producción de lana constituyen las principales actividades. Estas producciones regionales se destinan principalmente hacia el mercado interno.

Durante la última década, dos hechos importantes influyeron sobre el sector agropecuario argentino. Por un lado, se observó un incremento en los precios internacionales de las principales materias primas, después de años de desmejoras en las cotizaciones de estos productos. Por otro, 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 en los cultivos de cereales y oleaginosas (véase la gráfica 1).⁴

⁴ Sobre el cambio tecnológico en el sector rural pueden verse los trabajos de Reca y Parellada (2001a, 2001b), Penna y Lema (2002) y Regúnaga (2008), entre otros.

GRÁFICA 1
Rendimientos promedio por hectárea de los principales granos en la Argentina



Fuente: elaboración propia con base en datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGYP).

Estos incrementos de productividad permitieron compensar en parte los efectos de ciertas políticas macroeconómicas domésticas (como la apreciación del tipo de cambio real, la aplicación de impuestos a las exportaciones, la existencia de elevados gravámenes a las importaciones, entre otros) que afectan los términos del intercambio internos del sector, permitiendo así mejorar la rentabilidad y las retribuciones de los factores productivos ocupados en la agricultura.

La gráfica 2 muestra que los términos del intercambio internos entre los productos exportables y los importables (PixPim) resultan inferiores a los términos del intercambio externos (TIE), particularmente en la última década.⁵

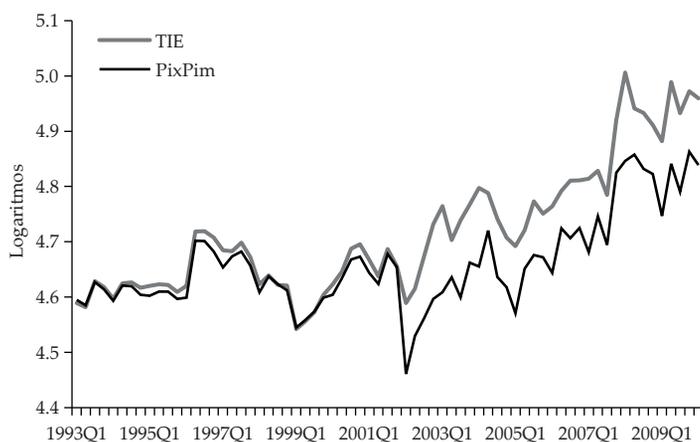
⁵ PixPim representa la relación entre los precios implícitos de las exportaciones y los precios implícitos de las importaciones. Los TIE son los términos del intercambio del comercio exterior (la relación entre los precios externos de exportación y los precios externos de importación).

La diferencia entre ambos representa el efecto de las políticas comerciales aplicadas a estos productos, tales como los impuestos a las exportaciones, las tarifas a las importaciones y las restricciones cuantitativas a ambos aspectos del comercio exterior. Los términos del intercambio internos estarían captando los movimientos de los precios externos, del tipo de cambio y de la política comercial externa. Estos impuestos aduaneros (derechos de exportación y tarifas a las importaciones) son recaudados exclusivamente por el gobierno nacional y no se coparticipan con los estados provinciales.

GRÁFICA 2

Términos del intercambio externos (TIE) e internos (PixPim)

Variables en logaritmo



Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Central de la República Argentina y del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

Comportamiento del sector agropecuario en las últimas dos décadas

En los últimos años, el sector agropecuario argentino experimentó una mejora notable en su rentabilidad. Al comienzo de la década de los noventa

Argentina implementó el Plan de Convertibilidad cuya principal medida monetaria fue establecer un tipo de cambio fijo frente al dólar estadounidense. La rigidez del tipo de cambio, junto con la vigencia de precios internacionales deprimidos para los principales productos agropecuarios de exportación y tasas de interés positivas en términos reales, provocaron un deterioro gradual en los precios relativos agropecuarios y un nivel de endeudamiento creciente para el sector agropecuario.

La caída en los precios de los principales productos exportables, la devaluación del real brasilero, el elevado nivel de deuda externa y la recesión que sufría la economía desde 1998 contribuyeron a la caída del régimen de convertibilidad hacia fines de 2001. La crisis externa llevó al tipo de cambio a un nivel más elevado respecto del vigente en la década anterior. A ello se sumó el incremento en los precios internacionales de los granos, impulsado por las bajas tasas de interés internacionales, la caída en el stock de granos y la demanda creciente de China, India y otras economías en desarrollo.

A partir de este nuevo escenario, el gobierno volvió a aplicar impuestos a las exportaciones, a fin de fortalecer el superávit fiscal y corregir las distorsiones que los elevados precios de los alimentos generaban en el sector asalariado. A pesar de ello, la rentabilidad sectorial mejoró notablemente en comparación con la década anterior, lo que se tradujo en ampliaciones de la frontera agropecuaria, en la aplicación creciente de nuevas tecnologías, en incrementos de la producción de granos y en un aumento notable de los precios de la tierra.

Cabe agregar que la imposición de los impuestos o derechos de exportación, si bien representa una exacción que pesa sobre el sector, resultó compensada con creces por el mayor nivel del tipo de cambio multilateral vigente para la economía y los elevados precios internacionales de los granos. Estos tres elementos, junto con los precios de los productos de importación, determinan los precios relativos internos (términos del intercambio internos), que experimentaron un cambio favorable a lo largo de la primera década del milenio. No obstante, la devaluación de 2001-2002 y los mayores precios internacionales de los granos generaron también una transferencia

de ingresos desde los sectores asalariados hacia la agricultura y los sectores vinculados con las exportaciones.

El área cultivada y la producción de cereales y oleaginosas se incrementaron marcadamente en el periodo bajo análisis. El área sembrada pasó de 19.6 a 32.5 millones de hectáreas mientras que la producción se incrementó de 40 a más de 96 millones de toneladas entre las campañas de 1993-1994 y 2007-2008.

Los aumentos en el área cultivada y en la producción de granos estuvieron, sin embargo, acompañados por una caída en el stock ganadero, que se redujo de 60 millones de cabezas a menos de 50 millones a fin de la primera década del milenio. Debido a ello, y a las alzas en los precios, se observó en los últimos años una disminución de la faena de ganado y del consumo anual de carne por persona.

El auge de las exportaciones agropecuarias permitió alcanzar saldos positivos en la balanza comercial, aumentar la recaudación impositiva y recomponer las reservas internacionales del Banco Central (la balanza de bienes y servicios y las reservas internacionales excluyendo oro pasaron de U\$S 1 800 millones de déficit y de U\$S 25 100 millones en 2000 a un superávit de más de U\$S 14 000 millones y a U\$S 44 800 millones en 2008; en el mismo lapso las exportaciones de productos agropecuarios y sus manufacturas crecieron de U\$S 13 200 a casi U\$S 40 000 millones).⁶ Los impuestos a las exportaciones representan más de 10% de la recaudación nacional proveniente de los recursos tributarios (alrededor de 13% en 2008) y constituyen gravámenes que recauda el Estado nacional y que no se coparticipan con los estados federales. Esta mayor recaudación se origina tanto en los crecientes volúmenes de producción de granos, como en los mayores precios de exportación que se han venido observando para las exportaciones agrícolas.

Por tanto, la existencia de términos del intercambio favorables para la agricultura, junto con un tipo de cambio que no se encuentre sobrevaluado, resultaron imprescindibles para fortalecer el superávit fiscal y los excedentes

⁶ De acuerdo con las *Estadísticas Financieras Internacionales* del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Ministerio de Economía.

en la balanza comercial; y para consolidar el proceso de acumulación que ha experimentado el sector rural en la última década.⁷

Efectos de los choques macroeconómicos en una economía pequeña y abierta.

Aspectos teóricos

En esta sección se mencionan algunas referencias encontradas en la literatura que destacan los efectos de diferentes choques sobre el producto y las principales variables macroeconómicas.

A partir de un esquema de equilibrio general planteado originalmente por Dornbusch (1989), Hoffmaister y Roldós (1997) desarrollan un modelo, para una economía pequeña y abierta, que produce bienes transables y no transables e importa insumos intermedios, y tratan de establecer los efectos de diferentes choques sobre el producto doméstico y el tipo de cambio real.

El modelo sugiere que las mejoras en los términos del intercambio externos inducen una respuesta positiva en el PIB doméstico real. Un incremento en los precios internacionales de los productos exportables favorecería el crecimiento de las exportaciones y, de esta forma, del empleo sectorial y del producto.⁸ Choques de oferta (por ejemplo: el progreso tecnológico en el sector de bienes transables o una mejora en la competitividad de la economía) también provocarían una respuesta positiva en el producto.

Las mejoras en los términos del intercambio externos generarían una apreciación en el tipo de cambio real. Ello sería el resultado del denominado fenómeno de la enfermedad holandesa: el efecto de un auge en las exportaciones de algún sector sobre las actividades de los otros sectores de la economía. Los aumentos en los precios de las materias primas exportables

⁷ Como destaca Rodrik (2008) la apreciación del tipo de cambio real (un tipo de cambio real bajo) estaría asociada con escasez de divisas, déficit insostenibles de cuenta corriente, crisis de balanza de pagos y ciclos macroeconómicos de *stop and go*, los cuales podrían dañar al crecimiento económico, mientras que un tipo de cambio real alto lo estimularía.

⁸ El efecto positivo de los términos del intercambio externos sobre el producto también es observado, entre otros autores, por Mendoza (1995) y Becker y Mauro (2006).

podrían determinar la absorción de recursos de otros sectores (usualmente transables que compiten con las importaciones y en menor medida no transables) y generar una contracción en su actividad. De esta forma, debido al abundante ingreso de divisas, podría apreciarse el tipo de cambio real y afectarse la competitividad en otros sectores de la economía (Corden 1984).⁹

Los choques de oferta también podrían provocar una apreciación en el tipo de cambio real. Al igual que en el caso de los términos del intercambio externos, los choques de oferta generan un efecto riqueza positivo y una mayor demanda de bienes no transables (un incremento en sus precios). Sobre el particular, el efecto Harrod-Balassa-Samuelson establece que una economía podría experimentar una apreciación en el tipo de cambio real (un incremento en el nivel de precios relativos) si se observara un aumento de la productividad en el sector transable, en relación con el no transable.¹⁰ Por su parte, Thomas (1997) sugiere que un choque de oferta positivo provocaría un exceso de oferta en el mercado de bienes domésticos, lo que determinaría una depreciación del tipo de cambio real en el largo plazo.

Cabe agregar que para Jiménez Rodríguez y Sánchez (2004), los efectos de los choques en los precios de algunas materias primas (petróleo, por ejemplo) serían distintos para las economías importadoras, que para las exportadoras de estos productos. Mientras que un incremento en estos precios debería considerarse una buena noticia para los países exportadores; sería una mala noticia para los países importadores (y a la inversa, cuando los precios se reducen).¹¹ No obstante, las repercusiones sobre el nivel de actividad económica podrían responder no tanto a los choques en los términos del intercambio, sino más bien a las políticas gubernamentales implementadas

⁹ Mehra y Oskoui (2007) destacan que el auge en los precios del petróleo habría llevado a una apreciación real del tipo de cambio y a una declinación de las exportaciones no petroleras en algunas economías productoras del Golfo Pérsico y del este de Asia.

¹⁰ Al respecto, Obstfeld y Rogoff (1996) mencionan el caso del Japón, que experimentó una apreciación real del yen en el período de posguerra, debido al incremento de productividad en el sector manufacturero.

¹¹ Por ejemplo, casi todas las recesiones de posguerra en los Estados Unidos habrían estado precedidas por incrementos en los precios de la energía (Snead 2009).

para hacer frente a los incrementos de precios. En particular, los gobiernos podrían aplicar políticas monetarias restrictivas (por ejemplo, incrementos en las tasas de interés), afectando así los niveles de actividad económica (Bernanke *et al.* 1997 y Bjornland 2000).

EL MODELO DE VEC ESTRUCTURAL (SVEC)

La propuesta de los modelos de corrección de error vectorial estructural (SVEC) permite considerar las propiedades de corto y de largo plazos de las series. Estos modelos están estrechamente relacionados con los de SVAR, ya que ambos pueden ser caracterizados como orientados hacia los datos (Bruggemann 2003). En el caso particular de los modelos de SVEC se requiere que exista (al menos) un vector de cointegración entre las variables.

Una de las ventajas de estos modelos es la conexión que existe entre el comportamiento de largo plazo del sistema y las propiedades de cointegración. Las restricciones de cointegración implican descomponer las innovaciones en los componentes que presentan efectos permanentes sobre los niveles de las variables y los componentes que tienen sólo efectos transitorios. Esta información puede ser utilizada a efectos de identificar los choques estructurales permanentes y transitorios en las variables (transitorios implica que el impacto del choque eventualmente se agotará, mientras que en el caso de un choque permanente esto no ocurriría).

Sea la forma general de un modelo de VEC, de dimensión p :

$$\Gamma_0 \Delta Y_t = \alpha \left[\begin{array}{c} \beta' \\ \eta' \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} Y_{t-1} \\ D_{t-1}^{co} \end{array} \right] + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_p \Delta Y_{t-p} \quad [1]$$

$$+ C_0 x_t + \dots + C_q x_{t-q} + ED_t + \mu_t$$

donde $\mathbf{Y}_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{kt})'$ es un vector de K variables endógenas observables, $\mathbf{x}_t = (x_{1t}, \dots, x_{Mt})'$ es un vector de M variables exógenas observables, D_t^{co} contiene los términos determinísticos incluidos en las relaciones de cointegración y D_t contiene todas las restantes variables determinísticas. El vector

de residuos μ_t (de dimensión k) presenta media cero, un proceso de ruido blanco y una matriz de covarianzas definida positiva, $E(\mu_t, \mu_t') = \Sigma\mu$. Los parámetros-matrices α y β tienen dimensión $K \times r$ y presentan un rango r . Ellos especifican la parte de largo plazo del modelo con β considerando las relaciones de cointegración y α representado la velocidad de ajuste. Por su parte, Γ_i , C_j y E son parámetros-matrices (η corresponde a D_t^{co}).

De esta forma, el modelo de SVEC podría ser utilizado para identificar los choques en el análisis de impulso-respuesta, al imponer restricciones sobre la matriz de efectos de largo plazo y la matriz de efectos contemporáneos (matriz B). Esta última se define como $\mu_t = B\varepsilon_t$ en [1], en la forma reducida, mientras que la matriz de efectos de largo plazo de los residuos μ_t sería:

$$\Xi = \beta_{\perp} \left(\alpha'_{\perp} \left(I_k - \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \right) \beta_{\perp} \right)^{-1} \alpha'_{\perp} \quad [2]$$

Por tanto, los efectos de largo plazo de los choques estructurales ε_t estarían dados por la expresión ΞB .

Los choques estructurales no son observables. Debido a ello, deben imponerse restricciones adicionales a los modelos de svec, a fin de recuperarlos a partir de los datos observados. El programa utilizado en las estimaciones permite imponer restricciones sobre las matrices B y ΞB . La matriz ΞB podría tener a lo sumo r columnas de ceros (siendo r el rango de cointegración). Puede haber a lo sumo r choques con efectos transitorios y al menos $k^* = K - r$ choques con efectos permanentes. Cada columna de ceros establece k^* restricciones independientes. Serían necesarias $k^*(k^* - 1)/2$ restricciones adicionales para identificar los choques permanentes.¹²

Estos modelos tratan de distinguir los choques externos de los internos (choques transitorios y permanentes). El modelo considera al vector de variables \mathbf{Y}_t con el siguiente orden: términos del intercambio internos

¹² Tal como establece Lutkepohl (2005), serían necesarios $(K - r)((K - r) - 1)/2$ restricciones para identificar los choques permanentes.

(PixPim), PIB agropecuario real sin estacionalidad (PIBag), tipo de cambio real multilateral (TCR)¹³ y tasas reales de interés (ri) (en los anexos I y II se describen las fuentes de los datos empleados en el trabajo y las gráficas de las series). El vector de variables \mathbf{Y}_t podría indicarse como:

$$\mathbf{Y}_t = [\text{PixPim}, \text{PIBag}, \text{TCR}, ri] \quad [3]$$

Las restricciones impuestas al modelo establecen que los choques monetarios no afectan al producto real en el largo plazo (neutralidad monetaria), mientras que los choques en los términos del intercambio podrían afectar al producto interno, al tipo de cambio real y a la variable monetaria en dicho lapso. No obstante, los modelos estimados deberían tratar de compatibilizar estos supuestos de la teoría económica con las restricciones adicionales que deben imponerse a los SVEC (por ejemplo, la metodología establece que deben imponerse columnas de ceros a la matriz de largo plazo de acuerdo con el rango de cointegración). Por ello, en principio, las restricciones de corto y de largo plazos a imponer en el modelo base se muestran en la expresión [4].

Las primeras restricciones de identificación consideran que los términos del intercambio son exógenos (se supone que los precios externos y el tipo de cambio que contribuyen a determinar la relación entre los precios implícitos de los exportables y de los importables son exógenos a la economía). Ello implica que los valores corrientes y retrasados del PIB agropecuario real, del tipo de cambio real multilateral y de la variable monetaria no deberían incluirse en la ecuación de los términos del intercambio, los que sólo se verían afectados en el largo plazo por sus propios choques. Debido a estas restricciones, los coeficientes $\theta_{12}(L) = \theta_{13}(L) = \theta_{14}(L) = 0$.

El producto real resulta influenciado en el largo plazo por los choques de oferta (Blanchard y Quah 1989) y por los términos del intercambio (los de demanda también lo afectarían en este lapso). De esta forma, los choques

¹³ Se ha utilizado al tipo de cambio real como indicador de demanda agregada (Clarida y Gali 1994; Cerra y Saxena 2000).

monetarios impactarían en el producto solamente en el corto plazo, es decir $\theta_{24}(L) = 0$.

Finalmente, los choques monetarios no afectarían al tipo de cambio real multilateral en el largo plazo $\theta_{34}(L) = 0$ (debe incluirse debido a la necesidad de imponer ceros en la última columna de la matriz de largo plazo, lo mismo que $\theta_{44}=0$). Estas restricciones se aplican a la matriz ΞB de efectos de largo plazo, mientras que la restricción $\beta_{23}=0$ (que los choques de demanda no influyen en el producto en el corto plazo) se considera contemporánea y se aplica a la matriz B .¹⁴ En la expresión [6], se señalan las restricciones aplicadas a las matrices B y ΞB :

$$B = \begin{bmatrix} 1 & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & 1 & 0 & \beta_{24} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 1 & \beta_{34} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & 1 \end{bmatrix} \quad \Xi B = \begin{bmatrix} \theta_{11} & 0 & 0 & 0 \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \theta_{23} & 0 \\ \theta_{31} & \theta_{32} & \theta_{33} & 0 \\ \theta_{41} & \theta_{42} & \theta_{43} & 0 \end{bmatrix} \quad [4]$$

En lo que sigue, se consideran en primer lugar las pruebas de raíz unitaria para determinar si las series son no estacionarias en niveles y las pruebas de Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) para verificar si las mismas están cointegradas. Luego, se estiman los modelos de SVEC a partir del método de máxima verosimilitud, con las variables en niveles.

ANÁLISIS DE LAS SERIES UTILIZADAS EN LAS ESTIMACIONES

Pruebas de raíz unitaria

A efectos de determinar si las series son no estacionarias en niveles, se realizan las pruebas de raíz unitaria a través de los estadísticos Dickey-Fuller aumentado (ADF).

¹⁴ Se supone que debe transcurrir algún tiempo para que los choques de demanda afecten al producto.

TABLA 1

Prueba de raíz unitaria

Estadístico Dickey-Fuller aumentado (ADF) y prueba de raíz unitaria con cambios estructurales no conocidos
Periodo 1993:1-2010:1

<i>Series</i>	<i>Significatividad de la constante para el ADF</i>	<i>Significatividad de la tendencia para el ADF</i>	<i>ADF</i>	<i>RU con cambio estructural</i>	<i>Orden integración</i>
PixPim	No	Si	-1.16	-0.04	1
PIB agropecuario real	Si	Si	-2.30	-1.65	1
TCR multilateral	No	Si	-2.21	-0.58	1
Tasas reales de interés	No	No	-1.14	-1.50	1

Nota: en las pruebas ADF no se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria a 5%, lo mismo que en las pruebas de raíz unitaria con cambio estructural. Las estimaciones se realizaron con cinco rezagos (la periodicidad más uno).

Los resultados de las pruebas ADF determinan la imposibilidad de rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria en los niveles de las variables a 5%. Asimismo, se rechaza la hipótesis nula para las primeras diferencias.

Se realizan también pruebas de raíz unitaria incluyendo posibles cambios estructurales no conocidos en las series (véanse Saikkonen *et al.* 2002; Lanne *et al.* 2002).¹⁵ Estas pruebas no permiten rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria a 5%. A partir de estos resultados se considera que las series presentan una raíz unitaria en niveles.

Pruebas de cointegración

En la tabla 2 se presentan los resultados de las pruebas de cointegración (traza y máximo valor propio) para el modelo que incluye a los términos del

¹⁵ Se utiliza la opción de *default* con una variable *shift dummy*. Los valores críticos corresponden a Lanne *et al.* (2002). Se supone que no se cumple la ecuación de Fisher y por tanto que las tasas de interés reales podrían llegar a ser I(1).

intercambio internos, al PIB agropecuario real, al tipo de cambio real multilateral y a las tasas reales de interés. Ambas pruebas muestran la existencia de un vector de cointegración entre las variables. Estas pruebas son válidas sólo cuando se incluyen variables que no son estacionarias en niveles y que presentan el mismo orden de integración.

TABLA 2
Prueba de cointegración
Periodo 1993:1-2010:1

Prueba de traza			
<i>Rango r</i>	<i>Traza</i>	<i>p-value</i>	<i>Valor crítico, 95%</i>
0	50.6	0.03	47.9
1	22.8	0.26	29.8
2	5.9	0.71	15.5
Prueba de máximo valor propio			
<i>Rango r</i>	<i>Máximo valor propio</i>	<i>p-value</i>	<i>Valor crítico, 95%</i>
0	27.9	0.04	27.6
1	16.8	0.18	21.1
2	5.0	0.74	14.3

Nota: las pruebas se realizaron con la opción de *default* y con cuatro rezagos en diferencias. Ambos sugieren la existencia de un vector de cointegración.

FUNCIONES DE IMPULSO-RESPUESTA

Los modelos de SVEC permiten estimar las funciones de impulso-respuesta, que indican los comportamientos de las variables endógenas frente a un choque estructural inicial en alguna de ellas.¹⁶

¹⁶ Las bandas de confianza corresponden a los percentiles de Hall (95%). Se emplearon cuatro rezagos en diferencias en las estimaciones. De esta forma, no se observa autocorrelación de residuos, pero se mantiene cierta 'parsimonia' en las estimaciones (este criterio permite considerar el cuarto retraso que es sumamente relevante en el caso de datos de periodicidad trimestral). Los modelos de SVEC incluyen una constante y alcanzan la convergencia.

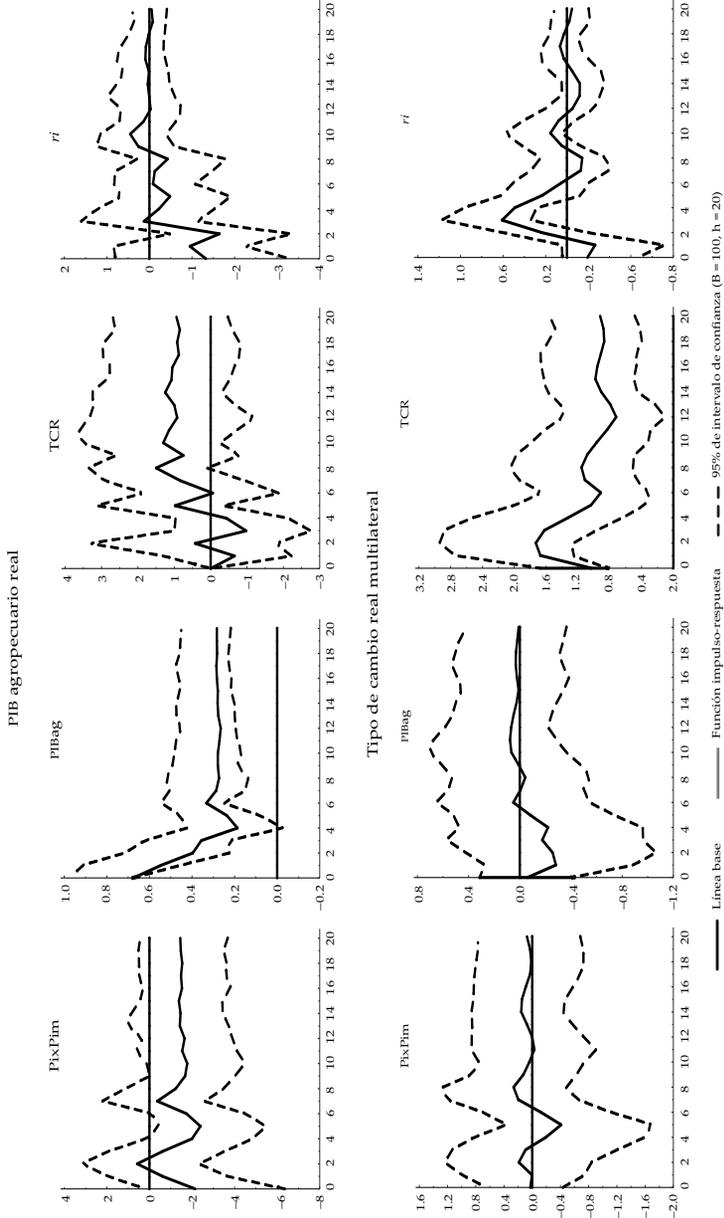
En la gráfica 3 se muestran las respuestas del PIB agropecuario real y del tipo de cambio real multilateral frente a los choques en los términos del intercambio y los choques internos. Se observa que el producto agropecuario reacciona en forma positiva frente a los choques en los términos del intercambio internos sólo en el segundo periodo (respuesta no significativa), mientras que frente a los choques de oferta muestra una respuesta positiva, permanente y significativamente. A su vez, los choques de demanda afectan en forma positiva al producto salvo en los periodos uno y tres y los monetarios lo impactan en forma negativa por lo menos en el corto plazo (respuesta significativa sólo para los choques monetarios).

En particular se destaca el efecto positivo y permanente que generan los choques de oferta sobre el producto agropecuario. Estos choques podrían atribuirse a las innovaciones que han tenido lugar en los últimos años en la agricultura y que permitieron aumentar notablemente la productividad de la tierra y la productividad total de los factores. De esta forma, la variabilidad del producto agropecuario se explicaría básicamente por la tecnología o productividad (choques de oferta).

Cabe destacar que una respuesta similar a la observada en el caso de los choques en los términos del intercambio internos sobre el producto sectorial, se obtiene al incluir un índice de precios externos en dólares de los principales productos agropecuarios exportables (soja, aceite y harina de soja, trigo, maíz y carne vacuna), en lugar de aquella variable. La escasa respuesta que muestra el PIB agropecuario real frente a los choques de precios podría obedecer al nivel de agregación de esta variable, dado que el producto así medido está compuesto no sólo por la producción de granos, sino también por la ganadería y las producciones de cultivos regionales (caña de azúcar, vid, tabaco, algodón, frutales, lechería, entre otros).

Por su parte, los choques en los términos del intercambio internos y los de oferta deprecian y aprecian, respectivamente, al tipo de cambio real en el corto (las respuestas no son significativas) y lo deprecian en el largo plazo. El primero de estos efectos podría deberse a que, a diferencia de los términos del intercambio externos, que consideran solo los precios externos de los bienes comerciables, los términos del intercambio internos dependen

GRÁFICA 3
Funciones de respuesta-impulso del PIB agropecuario real y del tipo de cambio real multilateral frente a los choques macroeconómicos (un desvío estándar)



también de las modificaciones en el tipo de cambio y en la política comercial externa (no habría una fuerte evidencia del fenómeno de la enfermedad holandesa sugerido por la teoría económica).

ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA

Mientras las funciones de impulso-respuesta miden el comportamiento dinámico de las variables a partir de un choque estructural, el análisis de descomposición de la varianza permite distribuir la varianza del error de predicción de cada variable en función de sus propios choques y de las innovaciones en las restantes variables del sistema. En otros términos, este análisis considera la importancia relativa de cada innovación aleatoria en las fluctuaciones de las variables, de forma que la suma de estos porcentajes alcance a cien (véase la tabla 3).

TABLA 3

Análisis de descomposición de la varianza del PIB agropecuario real y del tipo de cambio real multilateral frente a diferentes choques estructurales (porcentajes)

Periodo/choques	PIB agropecuario real			
	<i>PixPim</i>	<i>Oferta</i>	<i>Demanda</i>	<i>Monetarios</i>
1	9	88	0	3
5	8	86	1	4
10	13	81	3	3
15	15	77	5	3
20	16	76	6	2
Periodo/choques	TCR			
	<i>PixPim</i>	<i>Oferta</i>	<i>Demanda</i>	<i>Monetarios</i>
1	0	0	96	3
5	1	2	91	6
10	2	1	92	5
15	2	1	93	4
20	2	1	94	4

Nota: porcentajes correspondientes a los diferentes choques. PixPim: términos del intercambio internos.

Los choques de oferta (productividad) explican 76% de la variabilidad del producto agropecuario real en el largo plazo, mientras que los choques en los términos del intercambio internos representan 16% en dicho lapso. Por su parte, los choques de demanda (tipo de cambio real multilateral) y los monetarios explicarían alrededor de 6 y 2 por ciento, respectivamente. De esta forma, los choques en los términos del intercambio resultan ser más importantes que los monetarios para explicar la variabilidad del producto en el largo plazo.¹⁷

Asimismo, la varianza del tipo de cambio real multilateral obedece mayormente a los choques de demanda (94% después de veinte trimestres), y en menor medida a los monetarios y a los términos del intercambio.

En síntesis, la variabilidad del producto agropecuario respondería básicamente a los choques de oferta, es decir a los incrementos de productividad generados por el sector en los últimos años y en menor medida a los choques en los términos del intercambio internos (variable que capta los cambios en los precios externos, en el tipo de cambio y en la política comercial).

CONCLUSIONES

El sector agropecuario sigue representando la principal fuente de divisas para la economía Argentina. En los últimos años este sector ha mejorado notablemente su rentabilidad y ha experimentado un importante cambio tecnológico, principalmente en la producción de cereales y semillas oleaginosas.

Los modelos econométricos de oferta agropecuaria encontrados en la literatura se han formulado, por lo general, a partir del análisis de series temporales y de las estimaciones realizadas originalmente por Nerlove (1958) para productos individuales y por Griliches (1960) para la oferta agregada. Estos trabajos consideran la importancia de los precios y de otros factores para explicar, a partir de modelos uniecuacionales, el comportamiento de la oferta sectorial.

¹⁷ Hoover y Perez (1994), Davis y Haltiwanger (2001) y Hamilton y Herrera (2004) sugieren que los choques de precios externos serían más importantes que las políticas monetarias restrictivas para explicar los niveles de actividad económica.

La metodología utilizada en este trabajo proviene, en cambio, de la propuesta de VAR y del análisis de cointegración. A tal efecto, se utilizan modelos de SVEC con datos trimestrales de la economía Argentina, que cubren el periodo 1993:1-2010:1.

A partir de esta metodología resulta posible determinar la importancia de los choques de precios (términos del intercambio internos) y de los choques internos (oferta, demanda y monetarios) en las fluctuaciones del producto agropecuario y del tipo de cambio real y observar si los choques presentan efectos permanentes o transitorios sobre las variables.

Algunos trabajos, como los de Blanchard y Quah (1989), Ahmed *et al.* (1993), Hoffmaister y Roldós (1997), Prasad (1999), Bjornland (1998, 2000) y Mehrara y Oskoui (2007) establecen condiciones de neutralidad sobre el producto y otros agregados macroeconómicos. No obstante, se hace necesario compatibilizar los supuestos de la teoría económica con la metodología de los modelos de SVEC (deben imponerse ceros a las últimas columnas de la matriz de largo plazo de acuerdo con el rango de cointegración), a fin de establecer las restricciones adicionales a incluir en las matrices de corto y de largo plazos de los modelos estimados.

El modelo base supone que los choques en los términos del intercambio son exógenos en el largo plazo y que los choques monetarios afectan al producto agropecuario y al tipo de cambio real sólo en el corto plazo (serían neutrales en el largo plazo).

Los resultados de las estimaciones muestran que los choques en los términos del intercambio internos generan una respuesta positiva en el producto agropecuario solamente en el segundo período (respuesta no significativa) y que los choques de oferta afectan positiva, permanente y significativamente al PIB agropecuario real. Por su parte, los choques de demanda (tipo de cambio real multilateral) afectan en forma positiva al producto con excepción del primer y tercer periodo y los monetarios impactan negativamente por lo menos en el corto plazo (respuesta significativa sólo para los choques monetarios).

El análisis de descomposición de la varianza (la contribución relativa de los diferentes choques) muestra que las fluctuaciones en el producto agrope-

cuario obedecen principalmente a los choques de oferta y en menor medida a los de los términos del intercambio internos. Estos últimos explicarían una proporción mayor de la variabilidad del producto en el largo plazo que los monetarios, corroborando lo encontrado por Hoover y Perez (1994), Davis y Haltiwanger (2001) y Hamilton y Herrera (2004). Estos autores sugieren que los choques de precios externos serían más importantes que las políticas monetarias restrictivas para explicar los niveles de actividad económica.

Los resultados de las estimaciones realzan la importancia que habrían tenido los choques de oferta (productividad) en las fluctuaciones del producto agropecuario argentino durante las últimas dos décadas. Ello sería consistente con la participación que presenta la productividad total de los factores como fuente del crecimiento de la agricultura en el periodo bajo análisis y en particular en la última década.

Asimismo, los efectos potenciales que tendrían los choques en los términos del intercambio internos sobre el PIB agropecuario real destacan la vulnerabilidad que podría llegar a enfrentar la economía Argentina si se revirtiera el ciclo favorable observado en los precios internacionales de las materias primas o eventualmente se registrara una apreciación importante en el tipo de cambio real.

REFERENCIAS

- Ahmed, S.; B. Ickes; P. Wang y B. Yoo, "International business cycles", *American Economic Review*, núm. 83, 1993, pp. 335-359.
- Askari, H. y J. Cummings, "Agricultural supply response: a survey of the econometric evidence", Praeger Publishers, Nueva York, 1976.
- Becker, T. y P. Mauro, "Output drops and the shocks that matter", International Monetary Fund (IMF) IMF Working Paper no. 172, 2006.
- Bernanke, B.; M. Gertler y M. Watson, "Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks", *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 1, 1997, pp. 91-142.
- Bjornland, H., "Economic fluctuations in a small open economy: real versus nominal shocks", Statistics Norway Discussion Papers no. 215, 1998.
- , "The dynamic effects of aggregate demand, supply and oil price shocks. A comparative study", *The Manchester School*, núm. 68, 2000, pp. 578-607.

- Blanchard, O. y D. Quah, "The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances", *American Economic Review*, núm. 79, 1989, pp. 655-673.
- Brescia, V. y D. Lema, "Supply elasticities for selected commodities in MERCOSUR and Bolivia", Mimeo, 2007.
- Bruggemann, I., "Measuring monetary policy in Germany: a structural vector error correction approach", *German Economic Review*, núm. 3, 2003, pp. 307-339.
- Cerra, V. y S. Saxena, "Alternative methods of estimating potential output and the output gap: an application to Sweden", IMF, IMF Working Paper no 59, 2000.
- Clarida, R. y J. Gali, "Sources of real exchange rate fluctuations: how important are nominal shocks?", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, núm. 41, 1994, pp. 1-56.
- Corden, W., "Booming sector and dutch disease economics: survey and consolidation", *Oxford Economic Papers*, núm. 36, 1984, pp. 359-80.
- Davis, S. y J. Haltiwanger, "Sectorial job creation and destruction responses to oil price changes", *Journal of Monetary Economics*, núm. 48, 2001, pp. 465-512.
- Díaz Alejandro, C., "Ensayos sobre la historia económica Argentina", Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1975.
- Dornbusch, R., "Real exchange rates and macroeconomics: a selective survey", *Scandinavian Journal of Economics*, núm. 91, 1989, pp. 401-432.
- Gluck, S., "Reseña de *Estimaciones de oferta agrícola pampeana*", *Ensayos Económicos*, núm. 10, Banco Central de la República Argentina (BCRA), 1979.
- Griliches, Z., "Estimates of the aggregate of farm supply function", *Journal of Farm Economics*, núm. 42, 1960, pp. 282-293.
- Hamilton, J. y A. Herrera, "Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy", *Journal of Money, Credit and Banking*, núm. 36, 2004, pp. 265-286.
- Hoffmaister, A. y J. Roldós, "Are business cycles different in Asia and Latin America?", IMF, IMF Working Paper no. 9, 1997.
- Hoover, K. y S. Perez, "Post hoc ergo propter once more: an evaluation of does monetary policy matter? in the spirit of James Tobin", *Journal of Monetary Economics*, núm. 34, 1994, pp. 89-99.
- Jiménez Rodríguez, R. y M. Sánchez, "Oil price shocks and real GDP growth: empirical evidence for some OECD countries", European Central Bank, Working Paper Series no. 362, 2004.
- Johansen, S., "Statistical analysis of cointegration vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, núm. 12, 1988, pp. 231-254.

- Johansen, S. y K. Juselius, "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, núm. 52, 1990, pp. 169-209.
- Kose, M., "Explaining business cycles in small open economies, how much do world prices matter?", *Journal of International Economics*, núm. 56, 2002, pp. 299-327.
- Kose, M. and R. Riezman, "Trade shocks and macroeconomic fluctuations in Africa", *Journal of Development Economics*, núm. 65, 2001, pp. 55-80.
- Lanne, M.; P. Saikkonen y H. Lutkepohl, "Comparison of unit root tests for time series with level shifts", Mimeo, 2002.
- Lanteri, L., "Elasticidades de oferta de productos agrícolas", en V. Beker (compilador), *Microeconomía aplicada*, 2da edición, Argentina, Editorial de Belgrano, 1996, pp. 135-159.
- Lutkepohl, H., *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer, Berlin, 2005.
- Macklem, T., "Terms of trade disturbances and fiscal policy in a small open economy", *The Economic Journal*, núm. 103, 1993, pp. 916-936.
- Mehrara, M. y K. Oskoui, "The sources of macroeconomic fluctuations in oil exporting countries: a comparative study", *Economic Modelling*, núm. 24, 2007, pp. 365-379.
- Mendoza, E., "The terms of trade, the real exchange rate and economic fluctuations", *International Economic Review*, núm. 36, 1995, pp. 101-37.
- Nerlove, M., *The Dynamics of Supply*, Estados Unidos, The Johns Hopkins Press, 1958.
- , "The dynamics of supply: retrospect and prospect", *American Journal of Agricultural Economics*, núm. 61, 1979, pp. 874-88.
- Obstfeld, M. y K. Rogoff, *Foundations of International Macroeconomics*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1996.
- Penna, J. y D. Lema, *Adoption of Herbicide Resistant Soybeans in Argentina: An Economic Analysis*, Buenos Aires, Instituto de Economía y Sociología (IES)/Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2002.
- Prasad, E., "International trade and the business cycle", *The Economic Journal*, núm. 109, 1999, pp. 588-606.
- Reca, L., "The price and production duality within Argentine agriculture, 1923-65", Tesis de doctorado, Chicago, Illinois, University of Chicago, 1967.
- , "Determinantes de la oferta agropecuaria en la Argentina, 1934/35-1966/67", *Estudios sobre la Economía Argentina*, núm. 5, 1969.
- , "El sector agropecuario argentino y los incentivos económicos: en torno a la experiencia argentina en las últimas dos décadas", *Temas de Economía Argentina*, núm. 3, Banco Ganadero Argentino, 1974.

- , “Argentina: country case study of agricultural prices and subsidies”, The World Bank, Working Paper no. 386, 1980.
- Reca, L. y G. Parellada, “La agricultura argentina a comienzos del milenio: logros y desafíos”, *Desarrollo Económico*, núm. 160, 2001a.
- , *El sector agropecuario argentino. Aspectos de su evolución, razones de su crecimiento reciente y posibilidades futuras*, Buenos Aires, Facultad Agronomía, 2001b.
- Regúnaga, M., “La estrategia tecnológica de largo plazo para promover el crecimiento sustentable del sector agroalimentario argentino”, en M. Regúnaga (coordinador), *Diagnósticos y estrategias para la mejora de la competitividad de la agricultura Argentina*, Buenos Aires, Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales (CARI)/Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO)/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2008.
- Rodrik, D. “The real exchange rate and economic growth”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2008, pp. 1-46.
- Saikkonen, P. y H. Lutkepohl, “Testing for a unit root in a time series with a level shift at unknown time”, *Econometric Theory*, núm. 18, 2002, pp. 313-48.
- Shapiro, M. y M. Watson, “Sources of business cycles fluctuations”, en S. Fischer (editor), *National Bureau of Economic Research (NBER) Macroeconomics Annual*, The MIT Press, 1988.
- Snead M., “Are the energy states still energy states?”, *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, núm. 94, cuarto trimestre, 2009.
- Thomas A., “Is the exchange rate a shock absorber? The case of Sweden”, IMF, IMF Working Paper no. 176, 1997.

ANEXO I. FUENTES DE LOS DATOS UTILIZADOS EN LAS ESTIMACIONES

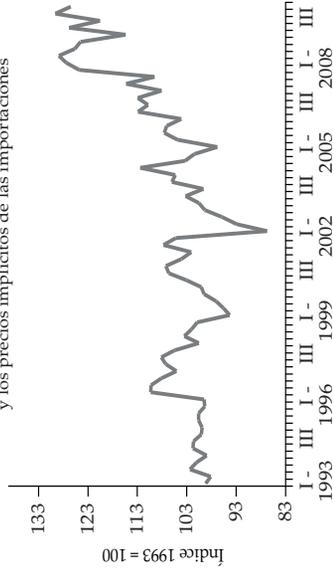
PixPim: los términos del intercambio internos corresponden a la relación entre los precios implícitos de las exportaciones y los precios implícitos de las importaciones (*Cuentas Nacionales*, base 1993=100).

PIB agropecuario real: los datos están expresados a precios de 1993 y se presentan sin estacionalidad.

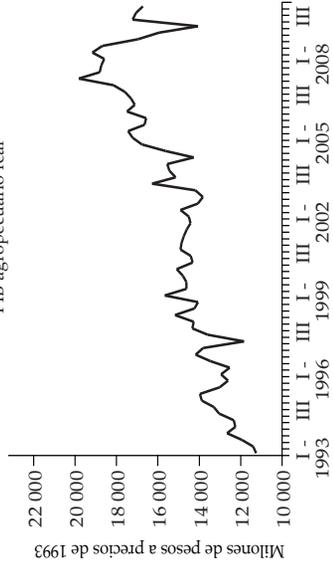
Tipo de cambio real multilateral y tasas de interés pasivas nominales: las tasas reales corresponden al *spread* entre las tasas nominales y las variaciones de los precios al consumidor (datos anualizados), en porcentajes (Banco Central de la República Argentina).

ANEXO II. GRÁFICAS DE LAS SERIES UTILIZADAS

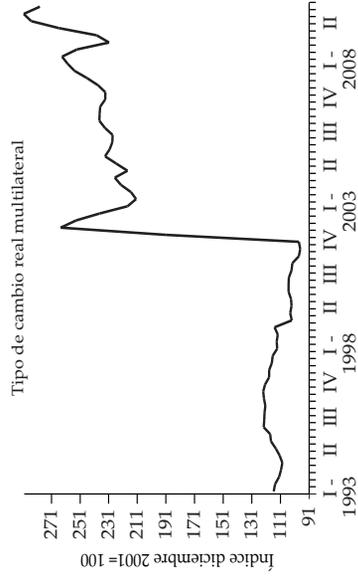
Relación entre los precios implícitos de las exportaciones y los precios implícitos de las importaciones



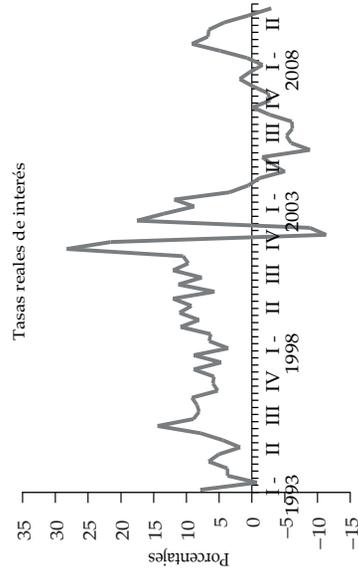
PIB agropecuario real



Tipo de cambio real multilateral



Tasas reales de interés



Fuente: elaboración propia con base en datos de MAGyP, Banco Central de la República Argentina e INDEC.